

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КУБРАК ТЕТЯНА МИХАЙЛІВНА

УДК 633.16:631.811.98:631.559:631.52

ДИСЕРТАЦІЯ
СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ
ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ
РОСЛИН В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

20 – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 201 «Агрономія»

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

Науковий керівник: Мельник Андрій Васильович,
доктор сільськогосподарських наук, професор

Суми – 2026

АНОТАЦІЯ

Кубрак Т. М. Сортові особливості формування врожаю та якості зерна ячменю ярого за застосування регуляторів росту рослин в умовах північно-східного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 «Агрономія». – Сумський національний аграрний університет, Міністерство освіти і науки України, Суми, 2026.

Обґрунтування вибору теми дослідження. Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) є однією з провідних зернових культур в Україні, що має важливе продовольче, кормове та технологічне значення. Його широке використання у харчовій промисловості, тваринництві та пивоварінні зумовлює стабільний попит на продукцію та підвищені вимоги до її якості, зокрема біохімічних показників. У сучасних умовах інтенсифікації аграрного виробництва особливої актуальності набуває пошук шляхів підвищення врожайності та поліпшення якісних показників зерна (зокрема вмісту білка) шляхом оптимізації ключових елементів технології вирощування.

В умовах північно-східного Лісостепу України формування продуктивності ячменю ярого значною мірою обмежується мінливістю гідротермічних факторів, зокрема нерівномірним розподілом опадів, температурними коливаннями та збільшенням частоти посушливих періодів. Такі умови спричиняють розвиток абіотичних стресів, які порушують фізіологічні процеси в рослинах і призводять до зниження врожайності та нестабільності якості зерна.

Перспективним напрямом підвищення продуктивності та адаптивності культури є застосування регуляторів росту рослин. Вони сприяють активізації фізіолого-біохімічних процесів, поліпшують засвоєння елементів живлення та підвищують стійкість рослин до дії стресових факторів. Водночас ефективність їх застосування значною мірою залежить від генетичних особливостей сорту, що зумовлює необхідність комплексного вивчення взаємодії факторів «сорт – регулятор росту».

Отже, актуальність роботи зумовлена необхідністю підвищення врожайності та стабілізації якості зерна ячменю ярого за допомогою удосконалення технології вирощування на основі диференційованого застосування регуляторів росту з урахуванням сортових особливостей культури в умовах північно-східного Лісостепу України.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах північно-східного Лісостепу України проведено комплексні дослідження щодо вивчення впливу регуляторів росту рослин на формування врожайності та якості зерна ячменю ярого залежно від сортових особливостей. *Оптимізовано* елементи технології вирощування сортів ячменю ярого для умов північно-східного Лісостепу України на основі диференційованого застосування регуляторів росту рослин. *Установлено* особливості формування морфологічних показників, фотосинтетичної діяльності рослин, елементів структури врожаю та якості зерна (зокрема вмісту білка) залежно від сорту й застосування регуляторів росту. *Набули* подальшого розвитку питання впливу погодних умов на процеси росту й розвитку рослин, формування продуктивності та якісних показників зерна ячменю ярого залежно від сортових особливостей і застосування регуляторів росту. *Обґрунтовано* економічну та енергетичну ефективність вирощування сортів ячменю ярого за використання регуляторів росту рослин.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано елементи технології вирощування ячменю ярого, що передбачають диференційований підбір сортів і застосування регуляторів росту рослин, які забезпечують підвищення врожайності та поліпшення якості зерна в умовах північно-східного Лісостепу України.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені у фермерських господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема у ФГ «Назарко», ТОВ «Ташань» та СФГ «Еліта» на загальній площі понад 60 га.

Установлено, що найбільш економічно ефективним є вирощування ячменю ярого сортів Акордіне та Аграрій із застосуванням регуляторів росту рослин, зокрема препарату Ярило Аміно Мікс.

Підтверджено високу економічну ефективність упроваджених заходів: прибуток становив від 22 621 до 30 443 грн/га, додатковий прибуток – від 7 092 до 11 891 грн/га, рівень рентабельності – 85–118 %. Загальний економічний ефект від упровадження становив понад 580 тис. грн.

Отримані результати можуть бути використані у виробництві для підвищення ефективності вирощування ячменю ярого, а також у навчальному процесі та подальших наукових дослідженнях.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення й нове вирішення наукової проблеми щодо підвищення врожайності та якості зерна ячменю ярого шляхом оптимізації елементів технології його вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України. Досліджено вплив сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин на формування продуктивності та якісних показників зерна ячменю ярого.

Проаналізовано наукові праці вітчизняних і зарубіжних дослідників щодо застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування зернових культур, зокрема ячменю ярого. Узагальнено їх значення в регулюванні ростових і фізіолого-біохімічних процесів, формуванні врожайності та якості зерна, а також у підвищенні стійкості рослин до несприятливих погодних умов і абіотичних стресів за сучасних кліматичних змін.

За результатами аналізу погодних умов установлено істотну мінливість гідротермічного режиму впродовж років досліджень. У 2023 році вегетаційний період характеризувався нерівномірним розподілом опадів (202,7 мм) із їх дефіцитом у критичну фазу кушіння, що негативно вплинуло на формування елементів структури врожаю.

У 2024 році умови були більш посушливими (144,7 мм опадів) на фоні підвищеного температурного режиму, однак відносно краща забезпеченість

вологою у початковій фазі розвитку сприяла формуванню достатньої густоти продуктивного стеблостою.

Найбільш сприятливі умови склалися у 2025 році, коли за достатньої кількості опадів (182,4 мм) та їх рівномірного розподілу протягом вегетації забезпечувалося оптимальне проходження критичних фаз росту й розвитку рослин.

Загалом встановлено, що за роки досліджень спостерігалось зменшення кількості опадів порівняно із середніми багаторічними показниками за достатнього теплового забезпечення. Визначено, що вирішальне значення для формування продуктивності ячменю ярого має не стільки загальний рівень зволоження, скільки рівномірність надходження вологи у критичні фази розвитку культури.

За результатами проведених досліджень встановлено, що формування морфологічних та фотосинтетичних показників ячменю ярого значною мірою залежить від сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин. Найбільшу висоту у фазі колосіння формували рослини сорту Богун (до 66,0 см), тоді як сорт Алісіана характеризувався найменшими значеннями (52,3–58,4 см). Застосування регуляторів росту загалом сприяло підвищенню висоти рослин, причому найбільш виражений ефект забезпечили препарати Агростимулін, Блек Джек та Ярило Аміно Мікс, тоді як дія Терпалу в окремих випадках обмежувала ростові процеси.

Установлено, що інтенсивність кушіння варіювала в межах 1,2–2,1 шт. і значною мірою залежала від поєднання факторів дослідження. Максимальні показники кількості пагонів сформували сорти Акордіне та Алісіана (до 2,1 шт.) за застосування регуляторів росту, зокрема Гуміфілду, Келпаку та Ярило Аміно Мікс. У фазі колосіння спостерігалось часткове зменшення кількості пагонів, що пов'язано з редукцією непродуктивних стебел, однак у варіантах із застосуванням препаратів цей показник залишався вищим порівняно з контролем.

Площа листової поверхні та вміст хлорофілу характеризували стан фотосинтетичного апарату рослин. Максимальну площу листової поверхні

сформували сорти Акордіне та Аграрій – до 41,05 та 41,02 тис. м²/га відповідно за застосування препарату Ярило Аміно Мікс. У контрольних варіантах цей показник становив 30,69–37,67 тис. м²/га залежно від сорту.

Найвищий вміст хлорофілу встановлено в сортів Аграрій (1,44 мг/г) та Акордіне (1,40 мг/г), причому максимальні значення досягалися за застосування препарату Терпал (до 1,58 мг/г). Високу ефективність також продемонстрував препарат Ярило Аміно Мікс. Отримані результати підтверджено даними N-тестування: найвищі показники азотного статусу зафіксовано в сортів Акордіне (50,62 од.) та Аграрій (49,95 од.), а максимальні значення отримано за використання Терпалу (до 53,00 од.).

Проведені дослідження показали, що рівень продуктивності ячменю ярого формується під впливом поєднання генетичних особливостей сортів і дії регуляторів росту рослин. Найвищі показники елементів структури врожаю сформували сорти Акордіне та Аграрій, які забезпечили найбільшу кількість зерен у колосі (21,66 та 20,89 шт.) і масу зерна в колосі (1,14 та 1,10 г відповідно). Найнижчі значення відмічено в сорту Богун, що свідчить про обмежені можливості реалізації продуктивного потенціалу без оптимізації технології вирощування.

Застосування регуляторів росту рослин сприяло поліпшенню показників структури врожаю. Найбільш ефективними виявилися препарати Ярило Аміно Мікс, Блек Джек та Агростимулін, які забезпечували максимальні значення кількості зерен у колосі (20,60–20,26 шт.) і маси зерна (до 1,11 г), достовірно перевищуючи контрольні варіанти.

Аналіз урожайності показав, що найвищу продуктивність сформували сорти Акордіне (4,89 т/га) та Аграрій (4,71 т/га), тоді як найменш продуктивним був сорт Богун (3,99 т/га). Застосування регуляторів росту забезпечувало приріст урожайності до 0,81 т/га, а максимальні значення отримано за використання препарату Ярило Аміно Мікс – 5,25 т/га у сорту Акордіне та 5,16 т/га у сорту Аграрій.

Установлено, що маса 1 000 зерен істотно залежала від генотипу та застосування регуляторів росту. Найвищий показник сформував сорт Алісіана (54,17 г), найнижчий – Богун (49,95 г). Застосування препаратів підвищувало крупність зерна до 53,81 г (Ярило Аміно Мікс), а максимальне значення (55,90 г) отримано в сорту Акордіне.

Біохімічний аналіз показав, що вміст білка переважно визначався сортовими особливостями: найвищий рівень сформував сорт Аграрій (12,19 %), найнижчий – Командор (10,80 %). Використання регуляторів росту підвищувало білковість зерна, з максимумом 13,20 % у сорту Аграрій за застосування Ярило Аміно Мікс.

Узагальнюючи результати, встановлено, що врожайність і якість зерна ячменю ярого формуються під впливом взаємодії генотипу та технологічних прийомів. Найвищу ефективність забезпечує диференційоване застосування регуляторів росту з урахуванням сортових особливостей, що дозволяє максимально реалізувати продуктивний потенціал культури в умовах північно-східного Лісостепу України.

Розраховані показники економічної ефективності свідчать про доцільність вирощування ячменю ярого в умовах північно-східного Лісостепу України, оскільки рівень рентабельності залежно від сорту та застосування регуляторів росту варіював у межах 56,65–118,00 %. Найвищі економічні показники отримано за використання регуляторів росту рослин, що забезпечувало зростання прибутку та зниження собівартості продукції порівняно з контрольними варіантами.

Максимальний прибуток було отримано за застосування препарату Ярило Аміно Мікс: для сорту Аграрій – 30 443,86 грн/га, Акордіне – 29 712,94 грн/га, Алісіана – 27 030,60 грн/га, Командор – 21 511,60 грн/га та Богун – 21 061,27 грн/га. Високу економічну ефективність також забезпечували препарати Агростимулін та Келпак, тоді як застосування Терпалу здебільшого було менш ефективним.

Аналіз структури витрат показав, що найбільшу частку у формуванні собівартості продукції становили витрати на добрива (24,25–30,55 %) та пальне (22,53–26,65 %), тоді як частка витрат на оплату праці була найменшою (1,74–

2,18 %). Застосування регуляторів росту не призводило до істотних змін структури витрат, однак впливало на ефективність використання ресурсів.

Енергетична оцінка показала, що застосування регуляторів росту рослин сприяло підвищенню коефіцієнта енергетичної ефективності до 4,73 залежно від сорту та варіанта обробки. Найвищі значення цього показника забезпечував препарат Ярило Аміно Мікс, а також Агростимулін, що свідчить про їх здатність підвищувати енерговіддачу врожаю. Серед сортів найбільш енергоефективними виявилися Аграрій та Акордіне, тоді як сорт Богун характеризувався нижчими показниками.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорти, регулятори росту рослин, структура врожаю, кількість та маса зерен, площа листкової поверхні, хлорофіл, продуктивність, урожайність, якість зерна, маса 1 000 зерен, вміст білка, економічна та енергетична ефективність.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України (категорія «В»)

1. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Роль добрив та регуляторів росту рослин за сучасної технології вирощування ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісосостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету* Серія «Агрономія і біологія». Випуск 3. (53). 2023. С. 31–42. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.3>.
2. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Вплив сортових особливостей та застосування регуляторів росту на морфологічні параметри рослин ячменю ярого в умовах північно-східного Лісосостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 146. Частина 1, 2025 р. С. 59–70. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.1.7>.
3. Мельник А. В., Кубрак Т. М. Вплив сортових особливостей на формування фотосинтетичної поверхні та врожайність ячменю ярого в умовах північно-східного Лісосостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2026. № 41. С. 51–64. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2026-2-5>.
4. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Сортові особливості формування продуктивності ячменю ярого за використання регуляторів росту рослин в умовах північно-східного лісосостепу України. *Аграрні інновації*. 2026. № 35. С. 144–151. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2026.35.22>.
5. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Економічна та енергетична ефективність вирощування сортів ячменю ярого за застосування регуляторів росту рослин в умовах північно-східного Лісосостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Агрономія і біологія. № 1. 2026. С. 100–106. DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2026.1.11>

Тези наукових доповідей:

1. Кубрак Т. М., Шиян М. О., Мельник А. В. Стан та перспективи вирощування ячменю ярого в Україні та світі : матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента (14–18 листопада 2022 р.). 432 с.

2. Кубрак Т. М., Копил С. А., Берков В. О. Сучасний асортимент сортів ячменю ярого та перспективи їх використання в Україні : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», присвяченої 94-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (м. Суми, 25 травня 2023 р.). Суми, 32 с.

3. Кубрак Т. М., Сердюк В. М., Забродський Р. С., Рекленко В. М. Сучасні методи та прилади оцінки стресостійкості рослин. *Тенденції та виклики сучасної аграрної науки в умовах війни: теорія і практика* : матеріали V міжнародної науково-практичної онлайн-конференції (м. Київ, 25–27 жовтня 2023 р.). Київ : НУБІП України, 2023. 138 с.

4. Мельник А. В., Кубрак Т. М. Підвищення стійкості ячменю ярого до впливання за сучасних змін клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство*: матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 27 березня 2024 р.). Київ : Науково методичний центр ВПФО, 2024. 115 с.

5. Кубрак Т. М., Міщенко К. О., Ткаченко В. О. Застосування регуляторів росту при вирощуванні ячменю. *Technologies and strategies for the implementation of scientific achievements*: V International Scientific and Theoretical Conference (Stockholm, Kingdom of Sweden 10.05.2024). Stockholm, 2024. с. 31. DOI: <https://doi.org/10.36074/scientia-10.05.2024>.

6. Кубрак Т. М., Малоштан С. А. Гербіцидне рішення в посівах ячменю ярого: матеріали міжнародної науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (м Суми, 14–16 травня 2024 р.). Суми, 2024. С. 127.

7. Кубрак Т. М. Основні складові сучасної технології вирощування ячменю ярого. *Наукові основи адаптивного землеробства: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка ФЕДОРА ТРОХИМОВИЧА МОРГУНА, 90-річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно-економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин (16–17 травня 2024 року, м. Дніпро). Дніпро : ДДАЕУ, 2024. с. 166.*

8. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Сортові особливості фотосинтетичної активності рослин ячменю ярого. *Перлини степового краю: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 20–21 листопада 2025 р.). Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 115–118.*

9. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Енергетична ефективність вирощування сортів ячменю ярого за застосування регуляторів росту рослин в умовах північно-східного Лісостепу України. *Global Trends in Science: Research, Innovation and Development : Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference (27–29 April 2026, Varna, Bulgaria). Varna, 2026. С. 30–32. DOI: <https://doi.org/10.70286/EOSS-27.04.2026>.*

10. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Формування фотосинтетичного апарату та показників індивідуальної продуктивності сортів ячменю ярого в умовах північно-східного Лісостепу України. *Modern Perspectives on Science and Economic Progress: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference (April 29 – May 1, 2026, Vilnius, Lithuania). Vilnius: International Scientific Unity, 2026. С. 35–38. DOI: <https://doi.org/10.70286/ISU-29.04.2026>.*

ABSTRACT

Kubrak T. M. Variety-specific features of yield formation and grain quality of spring barley under the application of plant growth regulators in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 201 “Agronomy”. – Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2026.

Substantiation of the research topic. Spring barley is one of the leading cereal crops in Ukraine with important food, feed, and industrial value. Its wide use in the food industry, livestock production, and brewing determines stable demand and increased requirements for grain quality, particularly biochemical parameters. Under modern conditions of agricultural intensification, the search for ways to increase yield and improve grain quality (especially protein content) through optimization of cultivation technologies is of particular relevance.

In the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine, productivity formation of spring barley is significantly limited by variability of hydrothermal factors, including uneven precipitation distribution, temperature fluctuations, and increasing frequency of drought periods. These conditions cause abiotic stress, which disrupts physiological processes and leads to yield reduction and instability of grain quality

A promising approach to increasing productivity and adaptability is the use of plant growth regulators. They enhance physiological and biochemical processes, improve nutrient uptake, and increase plant resistance to stress factors. However, their effectiveness largely depends on varietal characteristics, which necessitates a comprehensive study of the interaction between “variety – plant growth regulator”.

Therefore, the relevance of the study is determined by the need to increase yield and stabilize grain quality of spring barley through improvement of cultivation technology based on differentiated application of plant growth regulators considering varietal characteristics under the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Scientific novelty of the obtained results. For the first time under the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine, a comprehensive study of the effect of plant growth regulators on yield formation and grain quality of spring barley depending on varietal characteristics was conducted. Elements of cultivation technology were optimized based on differentiated application of plant growth regulators.

The peculiarities of formation of morphological traits, photosynthetic activity, yield components, and grain quality (in particular protein content) depending on variety and growth regulator application were determined. The influence of weather conditions on plant growth, development, productivity, and grain quality was further developed. Economic and energy efficiency of spring barley cultivation under the use of plant growth regulators was substantiated.

Practical significance of the results. Elements of spring barley cultivation technology based on differentiated selection of varieties and application of plant growth regulators were recommended for production, ensuring increased yield and improved grain quality under the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine.

The results were tested and implemented in farms of Sumy and Poltava regions (more than 60 ha). The highest economic efficiency was achieved when growing varieties Akordine and Ahrarii using the growth regulator Yarylo Amino Mix

Profit ranged from 22,621 to 30,443 UAH/ha, additional profit from 7,092 to 11,891 UAH/ha, and profitability level from 85 to 118%. The total economic effect exceeded 580 thousand UAH.

General results of the research. Weather conditions during the years of research were characterized by significant variability. In 2023, uneven precipitation distribution (202.7 mm) with a deficit during tillering negatively affected yield formation. In 2024, drier conditions (144.7 mm) combined with higher temperatures were observed, while better moisture availability at early stages ensured sufficient stand density. The most favorable conditions occurred in 2025 due to adequate and evenly distributed precipitation (182.4 mm).

Morphological and photosynthetic parameters of spring barley were significantly influenced by varietal characteristics and plant growth regulators. The tallest plants

were formed by variety Bohun (up to 66.0 cm), while Alisiana had the lowest height. Growth regulators generally increased plant height, with the highest effect from Agrostymulin, Black Jack, and Yarylo Amino Mix, while Terpal sometimes reduced growth.

Tillering intensity ranged from 1.2 to 2.1 shoots per plant. Maximum values were observed in varieties Akordine and Alisiana under the use of growth regulators. Leaf area reached up to 41.05 thousand m²/ha (Akordine), and chlorophyll content was highest in Ahrarii (1.44 mg/g). The highest nitrogen status was also recorded in Akordine and Ahrarii

Yield formation depended on the interaction between genotype and growth regulators. The highest yield components were observed in Akordine and Ahrarii. The highest grain yield was obtained in Akordine (4.89 t/ha) and Ahrarii (4.71 t/ha). Application of growth regulators increased yield up to 5.25 t/ha

Thousand kernel weight ranged from 49.95 to 55.90 g and increased under growth regulator application. Protein content was mainly determined by variety, with the highest level in Ahrarii (12.19 %), reaching 13.20 % under treatment.

Economic evaluation confirmed the feasibility of using plant growth regulators, increasing profitability up to 118 % and energy efficiency up to 4.73.

Keywords: spring barley, varieties, plant growth regulators, leaf area, chlorophyll, productivity, yield structure, number of grains, grain weight, yield, grain quality, 1000-grain weight, protein content, economic and energy efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)	23
1.1. Сучасний стан і тенденції розвитку вирощування ячменю ярого в Україні та світі	23
1.2. Ботаніко-біологічні особливості ячменю ярого	34
1.3. Сортові особливості та сучасний асортимент ячменю ярого	39
1.4. Значення регуляторів росту у формуванні врожайності та якості зерна ячменю ярого	43
Висновки до Розділу 1	49
Список використаних джерел до Розділу 1	50
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, ДОСЛІДНИЙ МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ	63
2.1. Характеристика ґрунтових і кліматичних умов проведення дослідження	63
2.2. Схема досліду та методики проведення досліджень	72
2.3. Матеріали для проведення досліджень	75
Висновки до Розділу 2	84
Список використаних джерел до Розділу 2	85
РОЗДІЛ 3. РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН	88

3.1.	Сортові особливості формування морфологічних параметрів рослин ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин	89
3.2.	Формування листкової поверхні та фотосинтетичної діяльності рослин ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин	100
	Висновки до Розділу 3	113
	Список використаних джерел до Розділу 3	115
РОЗДІЛ 4.	УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО, ЙОГО СТРУКТУРА ТА ЯКІСТЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ВІД СОРТУ Й ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН	119
4.1.	Формування елементів структури врожаю ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин	120
4.2.	Урожайність і маса 1 000 зерен ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту	126
4.3.	Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин	135
	Висновки до Розділу 4	140
	Список використаних джерел до Розділу 4	142
РОЗДІЛ 5.	ФОРМУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	147

5.1. Економічна ефективність вирощування сортів ячменю ярого за застосування регуляторів росту рослин в умовах північно-східного Лісостепу України	148
5.2. Енергетична ефективність вирощування сортів ячменю ярого за застосування регуляторів росту рослин в умовах північно-східного Лісостепу України	157
Висновки до Розділу 5	164
Список використаних джерел до Розділу 5	166
ВИСНОВКИ	169
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	171
ДОДАТКИ	172

ВСТУП

Зернове виробництво є однією з провідних галузей агропромислового комплексу України та важливим чинником забезпечення продовольчої безпеки держави. Значну роль у структурі зернових культур відіграє ячмінь ярий, який характеризується високою пластичністю, широким спектром використання в харчовій промисловості, тваринництві та пивоварінні, а також стабільним попитом на внутрішньому та зовнішньому ринках.

У сучасних умовах ведення сільського господарства особливої актуальності набуває підвищення ефективності вирощування ячменю ярого, що пов'язано з необхідністю не лише отримання високих урожаїв, а й забезпечення належної якості зерна, зокрема за показниками білковості та виповненості. Водночас реалізація продуктивного потенціалу культури значною мірою залежить від сортових особливостей і рівня адаптації до умов вирощування.

Істотним обмежувальним чинником у зоні північно-східного Лісостепу України є нестабільність погодних умов, яка проявляється в нерівномірному розподілі опадів, підвищенні температурного режиму та зростанні частоти посушливих періодів. Такі зміни клімату призводять до формування абіотичних стресів, що негативно впливають на ріст і розвиток рослин, порушують перебіг фізіолого-біохімічних процесів і знижують рівень урожайності та якість зерна.

За цих умов важливого значення набуває вдосконалення технологічних прийомів вирощування культури, спрямованих на підвищення її адаптивності та стабільності продуктивності. Одним із перспективних напрямів є застосування регуляторів росту рослин, які здатні активізувати обмінні процеси, покращувати використання елементів живлення та підвищувати стійкість рослин до несприятливих факторів середовища.

Разом з тим ефективність дії регуляторів росту значною мірою визначається генетичними особливостями сорту, що зумовлює необхідність комплексного дослідження їх взаємодії з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Отже, сучасні виклики кліматичних змін, необхідність підвищення врожайності та поліпшення якості зерна, а також потреба у впровадженні ефективних і адаптивних технологічних прийомів обумовлюють актуальність досліджень щодо застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування ячменю ярого в умовах північно-східного Лісостепу України.

Зв'язок дисертаційного дослідження з науковими планами та темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до тематичних планів науково-дослідних робіт Сумського національного аграрного університету та є складовою частиною наукової теми, зареєстрованої в УкрІНТЕІ (номер державної реєстрації 0124U002342) «Особливості вирощування зернових, олійних та енергетичних культур за сучасних змін клімату в умовах Лівобережного Лісостепу України».

Метою досліджень є встановлення впливу сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин на формування врожайності та якості зерна ячменю ярого в умовах північно-східного Лісостепу України.

Відповідно до поставленої мети було передбачено вирішити такі **завдання**:

- визначити особливості росту та розвитку рослин ячменю ярого залежно від сортових особливостей і застосування регуляторів росту рослин;
- дослідити формування морфологічних і фотосинтетичних показників (висота рослин, інтенсивність куціння, площа листкової поверхні, вміст хлорофілу) під впливом досліджуваних факторів;
- установити закономірності формування елементів структури врожаю (кількість зерен у колосі, маса зерна в колосі) залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин;
- оцінити вплив досліджуваних факторів на рівень урожайності та якісні показники зерна ячменю ярого (маса 1 000 зерен, вміст білка);
- визначити економічну та енергетичну ефективність застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування ячменю ярого.

Об'єкт досліджень – процес формування продуктивності та якості зерна ячменю ярого залежно від сортових особливостей і застосування регуляторів росту рослин.

Предмет досліджень – ячмінь ярий (сорти Командор, Аграрій, Акордіне, Алісіана, Богун), регулятори росту рослин, морфологічні та фотосинтетичні показники, елементи структури врожаю, урожайність, якість зерна, погодні умови, економічна та енергетична ефективність.

Методи дослідження. Під час проведення досліджень застосовували загальнонаукові (аналіз, синтез, узагальнення) та спеціалізовані (агрономічні) методи. Візуальний – для проведення фенологічних спостережень за фазами росту й розвитку рослин ячменю ярого; вимірювально-вагові – для визначення висоти рослин, інтенсивності куціння, кількості листків, площі листкової поверхні, маси зерна в колосі та маси 1 000 зерен; біохімічні – для визначення вмісту хлорофілу в листках і білка в зерні; інструментальні – для оцінки азотного статусу рослин за допомогою N-тестера; статистичний – для проведення дисперсійного аналізу та оцінки достовірності отриманих результатів; розрахунково-порівняльний – для визначення економічної та енергетичної ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування ячменю ярого.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах північно-східного Лісостепу України проведено комплексні дослідження щодо вивчення впливу регуляторів росту рослин на формування врожайності та якості зерна ячменю ярого залежно від сортових особливостей. *Оптимізовано* елементи технології вирощування ячменю ярого на основі диференційованого застосування регуляторів росту рослин із урахуванням генотипових особливостей сорту. *Набули подальшого розвитку* питання впливу погодних умов на процеси росту й розвитку рослин, формування морфологічних і фотосинтетичних показників, елементів структури врожаю, урожайності та якості зерна залежно від сортових особливостей і застосування регуляторів росту рослин. Обґрунтовано економічну та енергетичну ефективність вирощування ячменю ярого за використання регуляторів росту рослин у технології його вирощування.

Практичне значення одержаних результатів. Виробництву рекомендовано елементи технології вирощування ячменю ярого, що передбачають диференційований підбір сортів та застосування регуляторів росту

рослин, які забезпечують підвищення врожайності та поліпшення якості зерна в умовах північно-східного Лісостепу України.

Основні положення досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені у фермерських господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема у ФГ «Назарко», ТОВ «Ташань» та СФГ «Еліта» на загальній площі понад 60 га.

Підтверджено їх ефективність, зокрема: прибуток становив 22 621–30 443 грн/га, додатковий прибуток – 7 092–11 891 грн/га, рівень рентабельності – 85–118 %. Загальний економічний ефект від упровадження перевищив 580 тис. грн.

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок здобувача полягає у проведенні аналізу та узагальненні вітчизняних і зарубіжних наукових джерел за темою дослідження, самостійному виконанні польових і лабораторних експериментів, обробленні та інтерпретації отриманих результатів із застосуванням методів математичної статистики. Автором сформульовано основні наукові положення, висновки та практичні рекомендації виробництву. Узагальнення результатів досліджень і підготовка положень, що виносяться на захист, здійснювалися за участю наукового керівника.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційних досліджень оприлюднено на всеукраїнських та міжнародних науково-практичних конференціях, зокрема: Всеукраїнській науковій конференції студентів та аспірантів (м. Суми, 2022 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Гончарівські читання» (м. Суми, 2023 р.); V Міжнародній науково-практичній онлайн-конференції «Тенденції та виклики сучасної аграрної науки в умовах війни: теорія і практика» (м. Київ, 2023 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство» (м. Київ, 2024 р.); Міжнародній науково-практичній конференції викладачів, аспірантів і студентів Сумського НАУ (м. Суми, 2024 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові основи адаптивного землеробства» (м. Дніпро, 2024 р.); міжнародних

наукових конференціях у м. Стокгольм (Швеція, 2024 р.), м. Варна (Болгарія, 2026 р.) та м. Вільнюс (Литва, 2026 р.), а також інших наукових заходах.

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладено у 15 наукових працях, із них 5 статей у наукових фахових виданнях України (категорія «В») та 10 тез доповідей у матеріалах всеукраїнських і міжнародних науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків та рекомендацій виробництву, списку опублікованих наукових праць та використаних джерел, додатків. Матеріали роботи викладені на 213 сторінках та містять 19 таблиць, 26 рисунків та 34 додатки. Список використаних джерел містить 260 найменувань, із яких 80 латиницею.

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПИТАННЯ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

1.1. Сучасний стан і тенденції розвитку вирощування ячменю ярого в Україні та світі

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare L.*) є однією з найбільш універсальних і стратегічно важливих зернових культур світового землеробства [15, 34, 114]. За обсягами виробництва він стабільно посідає четверте місце у світі, забезпечуючи значну частку глобального балансу фуражного та продовольчого зерна [29, 74]. Висока біологічна пластичність культури, її посухостійкість та здатність до ефективної вегетації за порівняно короткий період (70–100 днів) дають змогу вирощувати ячмінь у широкому географічному ареалі – від полярного кола до високогірних районів Тибету та посушливих зон Північної Африки [67, 108, 114]. У структурі світового зерновиробництва ячмінь є критичним компонентом, поступаючись за валовими зборами лише кукурудзі, пшениці та рису [72, 97].

Господарська цінність ячменю ярого визначається багатовекторністю його використання [41, 56, 62]. У тваринницькій галузі він є базовим енергетичним кормом: 1 кг зерна містить 1,28 кормових одиниць та близько 120 г перетравного протеїну, що робить його незамінним у раціонах для свинарства та птахівництва [41, 62]. У харчовій промисловості ячмінь є основною сировиною для виробництва перлової та ячної круп, а також сурогатів кави. Окремим високорентабельним напрямом є пивоварна індустрія, де до якості ячмінного солоду ставлять жорсткі технологічні вимоги (вміст білка 9–11 %, висока енергія проростання) [95, 104, 125]. Така багатофункціональність забезпечує стабільну ліквідність культури на міжнародних торгових майданчиках, зокрема на біржах CBOT та Euronext [14, 55].

За даними міжнародних аналітичних агенцій (FAOSTAT, USDA), глобальні посівні площі ячменю в останні десятиліття демонструють динаміку до поступової оптимізації [97, 129]. Якщо на межі XX–XXI століть світовий клин ячменю перевищував 70 млн га, то в сучасний період він стабілізувався в межах

50–60 млн га [72, 97]. Ця тенденція зумовлена жорсткою міжвидовою конкуренцією за орні землі: у регіонах із достатнім зволоженням аграрії все частіше віддають перевагу кукурудзі та сої, які мають вищу стелю врожайності за умов інтенсифікації. Водночас ячмінь залишається пріоритетним у регіонах із ризикованим землеробством, де його стабільність є запорукою кормової безпеки [23, 29, 31].

Детальний аналіз динаміки світових посівних площ ячменю за період 2010–2024 рр. (рис. 1.1) демонструє виражену тенденцію до поступової трансформації структури зернового клину [72, 97].

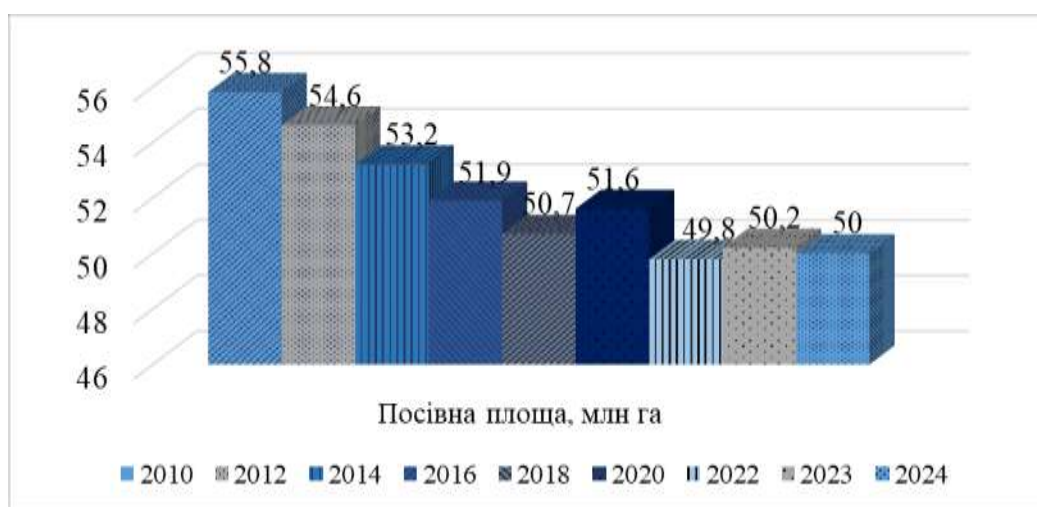


Рис. 1.1. Динаміка посівних площ ячменю у світі (2010–2024 рр.), млн/га

Джерело: сформовано за даними FAOSTAT

Згідно з даними моніторингу, у 2010 році світові посіви культури становили 55,8 млн га, проте протягом наступних чотирнадцяти років спостерігалось їх плавне скорочення, що призвело до стабілізації показника на рівні 50,0 млн га у 2024 році [97, 129]. Критична точка редукації площ була зафіксована в 2022 році (49,8 млн га), що стало наслідком сукупної дії низки факторів: глобальної дестабілізації логістичних ланцюгів, стрімкого зростання вартості енергоносіїв та добрив, а також активного перерозподілу орних земель на користь кукурудзи та олійних культур у країнах Північної та Південної Америки [37, 38, 57].

Попри загальносвітову тенденцію до зменшення територій вирощування, ячмінь впевнено зберігає статус домінантної та стратегічно важливої культури у провідних аграрних регіонах світу [29, 74, 114]. Ключовим гравцем залишається

Європейський Союз, де під ячменем зосереджено близько 10,3–10,5 млн га. У структурі посівів країн ЄС (зокрема Франції, Німеччини та Іспанії) ячмінь є базовою культурою, що забезпечує як внутрішні потреби потужного сектору тваринництва, так і експортний попит солодової промисловості [86, 108].

Значні площі під культурою традиційно відводять в Австралії, де вони варіюють у межах 4,0–5,0 млн га. Для австралійського агросектору ячмінь є однією з найбільш адаптивних культур до умов обмеженого зволоження, а вирощене зерно складає вагомий частку світового експорту пивоварної сировини в країни Азійсько-Тихоокеанського регіону [92, 114]. У Канаді посіви ячменю стабілізувалися на рівні 2,8–3,5 млн га, де він зосереджений переважно у степових провінціях (Альберта, Саскачеван) як холодостійка альтернатива іншим зерновим. Також вагомий внесок у світову структуру площ забезпечують країни Північної Африки та Близького Сходу (зокрема, Туреччина, де площі становлять близько 3,0–3,8 млн га), де ячмінь є основою продовольчої стійкості в умовах посушливого клімату [80, 113].

Стабільність територіального розміщення посівів у цих ключових регіонах на тлі загального глобального скорочення свідчить про високу технологічну цінність ячменю [33, 34]. Це підтверджує, що сучасна селекція та вдосконалення агротехнічних прийомів дозволяють підтримувати високу рентабельність культури навіть за умов мінливої кон'юнктури ринку та кліматичних викликів [21, 90, 128].

Валовий збір зерна ячменю є інтегральним показником, що залежить від площі посіву та рівня технологічного забезпечення (урожайності) [33, 76]. Упродовж досліджуваного періоду обсяги світового виробництва демонстрували високу варіабельність, зумовлену глобальними кліматичними змінами, зокрема частими посухами в основних регіонах вирощування [66, 92, 117].

Згідно з даними рис. 1.2, у 2010 році світовий валовий збір становив 123,5 млн т [97, 129]. Надалі спостерігалася тенденція до зростання обсягів виробництва завдяки впровадженню сортів інтенсивного типу та поліпшенню систем захисту рослин [21, 85, 128]. У 2016 році збір досяг 147,1 млн т, а у 2020

році було зафіксовано історичний максимум досліджуваного періоду – 157,0 млн т. У 2021–2023 роках виробництво дещо знизилося через аномальну спеку в Північній Америці та Європі, досягнувши позначки 143,0 млн т у 2023 році. Однак за підсумками 2024 року відмічено відновлення до 148,0 млн т, що підтверджує високий адаптивний потенціал культури [92, 118, 141].

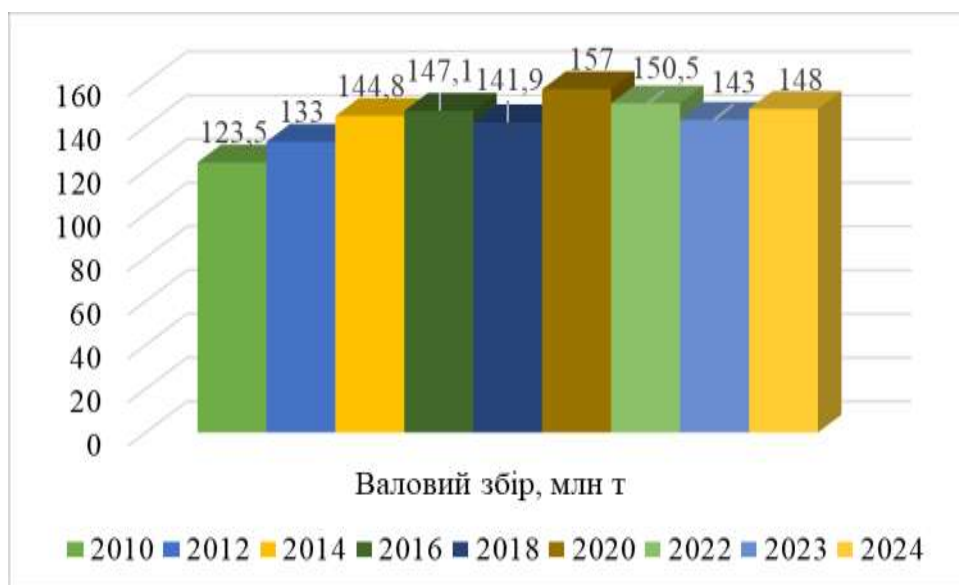


Рис 1.2. Динаміка валового виробництва ячменю у світі (2010–2024 рр.), млн/т

Джерело: сформовано за даними FAOSTAT, USDA.

Стабілізація валових зборів на тлі скорочення площ свідчить про інтенсивний шлях розвитку галузі: середня світова врожайність зросла з 2,2–2,4 т/га на початку 2010-х до 2,9–3,1 т/га у 2024 році. В окремих країнах ЄС (Німеччина, Франція) цей показник стабільно перевищує 6,0–7,0 т/га, що свідчить про значні резерви для вітчизняного агровиробництва [15, 24, 54]. Отже, сучасний стан світового ринку ячменю характеризується переходом до якісних показників інтенсифікації, де вирішальну роль відіграє науково обґрунтоване вдосконалення технологій вирощування для нівелювання негативного впливу навколишнього середовища [2, 53, 88].

Крім показників валового збору, важливою характеристикою культури є географія її вирощування. Значне поширення ячменю ярого у світі пояснюється його високою витривалістю: він легко пристосовується до різних типів ґрунтів і

здатний економніше використовувати вологу. Найбільші площі посівів зосереджені в регіонах із помірним кліматом, де поєднання тепла та опадів дозволяє найкраще розкрити врожайність сучасних сортів [87, 109, 114].

Специфіка поширення ячменю зумовлена його здатністю витримувати низькі температури на початку росту та стійкістю до засухи в період дозрівання. Завдяки цьому ячмінь посідає важливе місце в регіонах із нестійким зволоженням, де вирощування пшениці чи кукурудзи часто є занадто ризикованим [67, 80, 141]. Разом із тим сучасний ринок ставить нові вимоги до якості зерна: поступово зростає попит на пивоварний ячмінь, що змушує аграріїв удосконалювати технології живлення та захисту рослин [86, 95, 104].

Загальні світові тенденції – скорочення площ за одночасного підвищення вимог до якості зерна – чітко проявляються і в Україні. Для нашої держави ячмінь ярий традиційно є однією з трьох найголовніших зернових культур. Він забезпечує стабільну кормову базу для тваринництва та має вагоме значення для експорту [37, 38, 57].

Перехід до аналізу національного виробництва дозволяє детальніше розглянути, як саме змінювалося місце ячменю в українському агросекторі протягом останніх п'ятнадцяти років.

Аналіз трансформації структури посівних площ зернових культур в Україні (рис. 1.3) свідчить про глибокі зміни. Протягом останніх п'ятнадцяти років спостерігається стійка тенденція до скорочення питомої ваги ячменю яркого: якщо у 2010 році культура займала 18,4 % площ, то станом на 2025 рік її частка знизилася до 9,2 %. Такий перерозподіл зумовлений посиленням позицій кукурудзи на зерно, частка якої зросла з 17,8 % до 34,5 %. Головними причинами депресії площ ячменю є вища рентабельність кукурудзи та пшениці, а також інтенсивне впровадження технологій для цих культур [23, 55].

На особливу увагу заслуговує динаміка 2022–2025 років. Попри виклики воєнного стану, ячмінь ярий стабілізувався в межах 9–10 % структури. У 2025 році зафіксовано показник 9,2 %, що підтверджує роль культури як основного

страхового резерву. Саме ячменем найчастіше пересівають загиблі озимі посіви, що дозволяє господарствам уникнути збитків [24, 77].

Водночас досягнення мінімальних значень посівних площ гостро ставить питання ефективності використання кожного гектара. Оскільки територіальний ресурс обмежений, пріоритетним напрямом стає максимальна реалізація біологічного потенціалу сучасних сортів, який сьогодні становить 6,5–7,5 т/га, проте фактично використовується лише наполовину [21, 24, 77]. Головною перешкодою є чутливість ячменю до стресів у критичні фази розвитку. Це підтверджує необхідність пошуку та впровадження інноваційних технологічних рішень, спрямованих на стимулювання ростових процесів та підвищення адаптивності рослин до несприятливих умов довкілля [47, 65, 140].

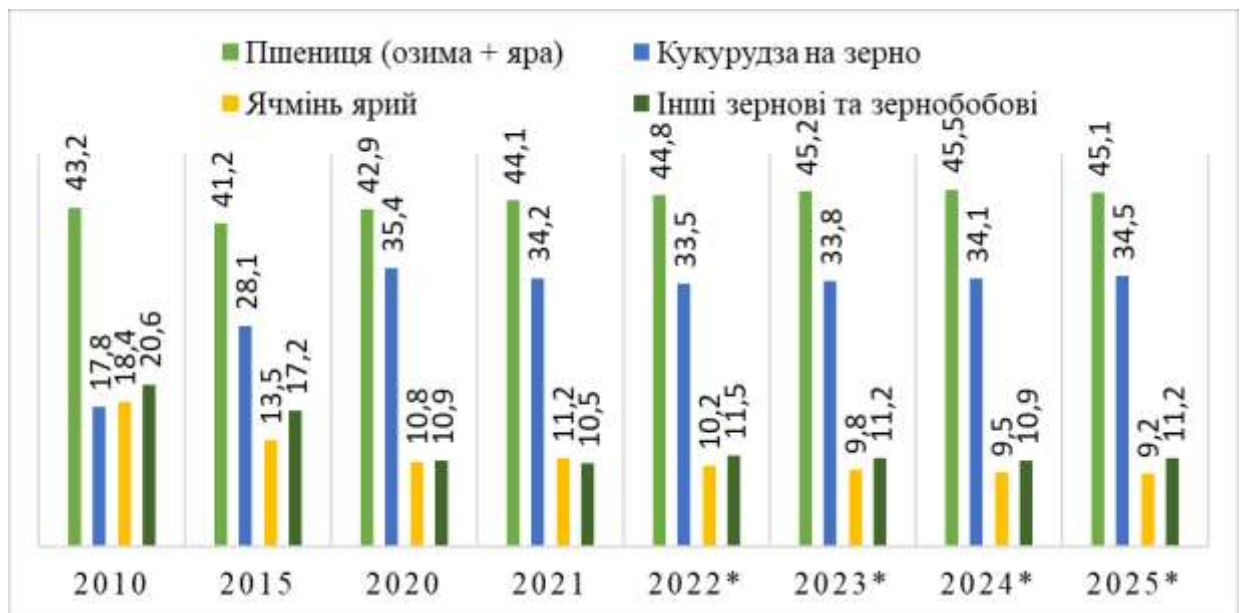


Рис. 1.3. Динаміка посівних площ ячменю ярого в структурі зернових культур України (2010–2025 рр.), %

Джерело: сформовано за даними Державної служби статистики України

Значення ячменю ярого для сучасного аграрного сектору України зумовлене комплексом його біологічних та господарських характеристик, серед яких ключове місце посідають висока адаптивність до різних типів ґрунтів та здатність формувати стабільний урожай за мінливих гідротермічних умов [15, 33, 56]. У системі вітчизняного рослинництва культура традиційно виконує роль

стабілізувального фактора завдяки інтенсивному стартовому росту та здатності ефективно засвоювати запаси весняної вологи до настання пікових літніх температур. Це робить ячмінь незамінним для зон Степу та південного Лісостепу, де дефіцит опадів часто обмежує продуктивність інших злаків [15, 16, 54].

Незважаючи на поступове скорочення питомої ваги культури в загальному зерновому кліні, вона залишається фундаментом агровиробництва, реалізуючи економічну, кормову та агроекологічну функції. Економічна значущість ячменю виражається у формуванні експортного потенціалу та забезпеченні сировиною переробної та пивоварної промисловості [38, 55, 104]. У тваринництві він є базовим енергетичним кормом із оптимальним амінокислотним складом, що гарантує високу продуктивність галузі. Важливою є і фітосанітарна роль ячменю в сівозміні: через короткий вегетаційний період він рано звільняє поле, що дозволяє вчасно підготувати ґрунт під наступні культури, водночас перериваючи цикли розвитку спільних для злаків хвороб та шкідників. Крім того, ячмінь є головним страховим ресурсом для оперативного пересіву озимини в разі її загибелі [1, 35].

Просторова диференціація посівів у межах України чітко корелює з природно-кліматичним районуванням, проте сучасні зміни клімату та ринкової кон'юнктури вимагають переосмислення підходів до його територіального розміщення. Саме розподіл посівів за областями України дає змогу оцінити специфіку адаптації культури до умов конкретної місцевості та врахувати варіативність природно-кліматичних факторів у поєднанні з безпековими викликами останніх років [14, 33, 66]. Детальна характеристика територіального розподілу посівних площ ячменю ярого в розрізі адміністративних одиниць України за період 2015–2025 років наведена в таблиці 1.1. Аналіз наведених даних свідчить про глибоку трансформацію географії вирощування культури. Найбільші масиви посівів традиційно були зосереджені у Степовій зоні, яка історично вважалася «ячмінним поясом» України [15, 34, 77]. Зокрема, у 2015–2016 рр. лідерами за площами були Дніпропетровська (213,6 тис. га), Запорізька (180,8 тис. га) та Харківська (166,7 тис. га) області.

Проте упродовж досліджуваного періоду в цих регіонах відбулося критичне скорочення площ [25, 37]. Найбільш різкий спад зафіксовано у Запорізькій (з 180,8 до 7,1 тис. га) та Херсонській (з 154,9 до 6,5 тис. га) областях. Окрім економічних чинників, такий спад безпосередньо спричинений зовнішніми факторами – воєнними діями та тимчасовою окупацією значних територій півдня України, що унеможливило проведення повноцінних польових робіт.

Таблиця 1.1

Посівні площі ячменю ярого в розрізі областей України у 2015–2025 рр.,

тис. га

Територіальний розріз	2015	2016	2018	2019	2021	2022	2023	2024	2025
Україна	1761,9	1863,3	1624,9	1558,3	1337	965,8	884	834,8	794
Вінницька	79,3	83,2	75,5	74,9	59	53,2	53,6	53,9	49,5
Волинська	27,9	28,2	27,9	27,1	24,9	23,7	21,3	19,5	15,3
Дніпропетровська	172,7	213,6	179	155,9	143,3	133,7	116,7	92,4	97,2
Донецька	106,5	114,6	116,3	110,8	102,4	23,1	36	34	32,4
Житомирська	25,5	22,9	23,8	21,6	20,9	19,7	19,2	21,9	15,4
Закарпатська	1,8	1,6	1,4	1	0,9	0,7	0,8	0,8	0,8
Запорізька	174,5	180,8	148,5	128	107,4	58,2	9	8,4	7,1
Івано-Франківська	17,1	20,4	20,2	18,8	16,6	14	13,2	12,5	12,1
Київська	63,1	66,3	66,6	70	62,1	56	53,1	49,3	46,8
Кіровоградська	71,8	69,9	61,2	55	53,5	53,5	46,4	43,4	42,5
Луганська	49,3	55,2	45,1	41	34	19,3	15,4	14,6	14,5
Львівська	24,1	25,9	25,4	26	15,8	12,9	12,7	12,7	12,6
Миколаївська	96,5	118,3	89,2	81,9	79,5	46,7	45,6	49,1	45,4
Одеська	106	99,2	61,6	48,7	56,4	46,2	37,1	43,9	38,5
Полтавська	103,4	99,5	85,9	88,4	79,2	80,5	73,1	68,3	70,7
Рівненська	42,5	43,4	45,7	45,3	39,6	37,1	36,7	36,9	35,1
Сумська	57,4	52,6	45,1	51	30,8	30,2	21	16,4	16,5
Тернопільська	76,1	84,3	99,4	92,4	67	60,1	61,4	64,1	58,5
Харківська	166,7	157,9	139,6	148,5	121	62,3	82,8	60,2	63,6
Херсонська	133,9	154,9	96,1	105,9	91,2	12,9	4	7,3	6,5
Хмельницька	73,2	80,9	83,4	86,8	58,5	52,1	56,3	65,2	54,9
Черкаська	51	48,1	46,9	38,1	39,8	39,6	38,7	34,4	31
Чернівецька	12,2	13,7	15,9	12,9	13,6	13	13,5	12,5	12,4
Чернігівська	29,4	27,9	25,2	28,3	19,6	17,2	16,4	13,1	15,1

Джерело: сформовано за даними Державної служби статистики України (офіційний портал)

У Лісостеповій зоні ситуація є більш стабільною, хоча загальна тенденція до зменшення площ зберігається. Ячмінь продовжує відігравати значну роль у Полтавській (70,7 тис. га у 2025 р.), Вінницькій (49,5 тис. га) та Київській (46,8 тис. га) областях. Стабільність у цій зоні пояснюється кращим зволоженням та розвиненим тваринництвом, яке потребує надійної кормової бази [15, 41, 56].

У західних регіонах України площі вирощування ячменю ярого традиційно менші, але характеризуються найвищою стійкістю до коливань. Наприклад, у Тернопільській та Хмельницькій областях площі стабільно тримаються в межах 55–65 тис. га [33, 74].

Загалом по Україні зафіксовано понад дворазове скорочення посівних площ ячменю ярого: з 1761,9 тис. га у 2015 році до 794,4 тис. га у 2025 році. Така динаміка зумовлена впливом кліматичних змін у бік потепління, коливаннями ринкових цін на зерно, а також воєнними діями, що обмежили доступ до значних територій у традиційних зонах вирощування [23, 37, 66]. Це підтверджує актуальність нашого дослідження, адже в умовах істотного зменшення площ критично важливим стає пошук шляхів стабілізації виробництва за рахунок вищої віддачі з кожного гектара. За таких обставин головним завданням є впровадження технологій, які дозволяють культурі краще адаптуватися до спеки та посухи, забезпечуючи стабільну продуктивність [7, 32, 88].

Разом із динамікою посівних площ та особливостями регіонального розміщення стратегічним індикатором ефективності вирощування ячменю ярого є рівень його урожайності, який найбільш комплексно відображає ступінь реалізації біологічного потенціалу культури під впливом агрокліматичних умов та загальний стан галузі [21, 33, 114]. В Україні цей показник характеризується значною варіабельністю як у часовому, так і в просторовому розрізі, що зумовлено генетичною пластичністю сучасних сортів, рівнем технологічного забезпечення господарств та інтенсивністю антропогенного навантаження на агроценози. Аналіз середньостатистичних даних свідчить, що середня урожайність культури в Україні у період 2015–2025 рр. змінювалася в межах від 27,5 до 36,5 ц/га. Найнижчий рівень продуктивності відмічено в 2018 році

(27,5 ц/га), що було спричинено жорсткою дефіцитністю опадів у фази кушіння та виходу в трубку, тоді як у 2025 році зафіксовано максимальне значення за весь досліджуваний період – 36,5 ц/га. Така позитивна динаміка на тлі територіальної трансформації посівів свідчить про поступову інтенсифікацію виробництва та перехід до більш адаптивних моделей землеробства [2, 53, 63].

Для детального вивчення характеру змін продуктивності ячменю ярого в різних природно-кліматичних зонах необхідно розглянути динаміку показників у розрізі адміністративних одиниць, що дозволить ідентифікувати найбільш перспективні регіони для стабільного зерновиробництва. Детальна характеристика рівнів урожайності ячменю ярого за областями України протягом 2015–2025 років наведена в таблиці 1.2.

Статистичні дані демонструють глибоку регіональну диференціацію продуктивності культури, де найбільш стабільні та високі показники традиційно зосереджені в межах західних і центральних регіонів Лісостепу [15, 33, 54].

Зокрема, у 2025 році абсолютними лідерами стали Хмельницька (54,0 ц/га), Тернопільська (47,0 ц/га) та Вінницька (44,0 ц/га) області, що пояснюється синергічним ефектом сприятливого поєднання родючих ґрунтів і стабільного вологозабезпечення впродовж вегетації. Водночас у південно-східних регіонах, зокрема у Дніпропетровській, Запорізькій та Луганській областях, рівень урожайності залишається істотно нижчим (23,0–25,5 ц/га), що є прямим наслідком жорсткого впливу абіотичних стресорів – дефіциту ґрунтової вологи та критично високих температур у період наливу зерна. Особливо висока залежність продукційних процесів від погодних факторів простежується в Одеській області, де зафіксовано найбільшу амплітуду міжрічних коливань [80, 92, 113].

Загалом проведений аналіз дозволяє констатувати, що на тлі дворазового скорочення посівних площ – із 1761,9 тис. га у 2015 році до 794,4 тис. га у 2025 році – галузь демонструє тенденцію до якісного зростання врожайності. Це свідчить про поступове зміщення центрів виробництва у зони з мінімальним кліматичним ризиком та підвищення ефективності використання ресурсного потенціалу.

Таблиця 1.2.

Урожайність ячменю ярого в Україні (2015–2025 рр.), т/га

Територіальний розріз	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Україна	28,5	31,3	32,4	27,5	32,4	31,8	34,3	31,5	34,2	34,1	36,5
Вінницька	37	44,5	43	34,9	42,8	36,2	43,4	33,5	42,9	42,7	44,0
Волинська	32,3	29,4	32,2	30,5	31,4	30,5	29,3	29,1	27,7	28,1	29,0
Дніпропетровська	23,8	24,5	26,3	19,4	27	27,6	27,1	25,5	24,7	21,5	24,5
Донецька	21,4	25,8	29,6	16,7	27,2	29,2	29,5	22,7	27,9	17,3	20,5
Житомирська	37,6	37,4	34,6	32	32,5	35,1	37,2	32,3	34,2	36	37,5
Закарпатська	23,6	23,2	25,2	22,2	23	30,2	29,5	27,7	25,5	27,4	28,5
Запорізька	21,1	25,2	24,6	16,1	25,4	26,1	30	25	23,5	21,8	23,0
Івано-Франківська	38,8	40,8	43	35,5	37,9	36,9	39,1	37,5	38,1	39,4	40,0
Київська	40,7	43,8	35,9	35,2	42,8	37,4	39,4	31,5	43,5	42	44,0
Кіровоградська	24,7	28,3	26,2	23,3	29,6	27,9	31,9	30,4	31	31	32,5
Луганська	18,9	23,2	24,4	18,5	22	25,2	27,9	24	23,7	21,7	23,0
Львівська	36,9	38,1	38,3	37,1	35,6	32,6	36	32,9	33,2	33,3	34,5
Миколаївська	23,2	23,2	24,4	17,9	25,4	24,1	30,3	21,1	23,7	24,3	25,5
Одеська	22,1	29,8	29,8	21,5	22	15,2	36,4	22,5	27,7	33,1	34,5
Полтавська	31,7	32,4	33,1	33,3	33,7	34,8	34,9	33,1	34	31,7	33,5
Рівненська	38,6	38,8	39,9	37,9	38,1	36,9	37,3	37,2	36,8	37,5	38,5
Сумська	30,7	29,5	38,8	40,3	39	40,9	37,4	36,4	34,6	36,9	40,0
Тернопільська	41,3	44,1	50	41,7	44,2	40,6	42,3	41,7	44,7	45,9	47,0
Харківська	25,9	31,3	34,4	30,8	31,7	38,8	36	34,2	31	25,3	33,5
Херсонська	24,1	26,1	24,1	19,5	26,5	26,4	32,9	—	27,4	28,8	30,5
Хмельницька	43,6	47,8	50,9	42,8	42,1	39,9	43,6	43,5	48,7	52,4	54,0
Черкаська	38,8	38,6	33,4	33,5	39,2	36,8	38,8	38,1	41,5	42,4	43,5
Чернівецька	35,4	32,3	38,8	30,6	31,5	27,9	32,9	27	36,3	38,4	39,5
Чернігівська	35,5	37,1	42,4	39,3	40,2	43	38,6	39,4	38,5	40,3	41,5

Джерело: сформовано за даними Державної служби статистики України (офіційний портал)

Сучасний стан вирощування ячменю ярого в Україні характеризується високою чутливістю до екологічних факторів та економічної кон'юнктури, що визначає стратегічну необхідність подальшої адаптації технологій, упровадження інноваційних засобів захисту рослин від стресових факторів довкілля та раціоналізації структури посівного клину для стабілізації валових зборів зерна в умовах сучасних глобальних викликів [7, 32, 78, 88].

1.2. Ботаніко-біологічні особливості ячменю ярого

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) – це одна з найбільш екологічно пластичних культур, що належить до родини Тонконогових (Poaceae). У сучасному рослинництві вид *H. vulgare* L. класифікують за кількістю плідних колосків на три підвиди: багаторядний (*subsp. vulgare*), дворядний (*subsp. distichon*) та проміжний (*subsp. intermedium*) [21, 41, 56]. В агровиробництві України домінують сорти дворядного ячменю, оскільки вони забезпечують формування крупного та вирівняного зерна з високими технологічними показниками. Висока адаптивність культури до різних ґрунтово-кліматичних зон зумовлена специфікою її морфофізіологічної будови, яка починається з формування потужної кореневої системи [43, 48].

Коренева система ячменю мичкуватого типу складається з первинних (зародкових) та адвентивних (вузлових) коренів. Важливою біологічною особливістю культури є те, що зародкові корені залишаються активними протягом усього життя рослини. Вони часто відіграють вирішальну роль у забезпеченні проростків вологою під час весняних посух. Хоча окремі корені можуть проникати в ґрунт на глибину до 1,0–1,2 м, основна їх частина локалізована в орному шарі (0–30 см). Через таку поверхневу архітектуру ячмінь дуже чутливо реагує на стан верхнього шару ґрунту, його аерацію та наявність доступних поживних речовин у початковій фазі росту [40, 48, 56].

Стебло та листковий апарат формують надземну біомасу рослини й визначають її продуктивність. Стебло представлено порожнистою соломиною, що складається з 4–6 міжвузлів. Його висота (50–100 см) та міцність є сортовими ознаками, які безпосередньо впливають на стійкість посіву до вилягання. Листки ячменю мають типову для злаків лінійну форму, проте їх відмінною ознакою є потужні серпоподібні вушка (*auriculae*). Особливу роль у фотосинтезі відіграє верхній, прапорцевий листок [40, 65, 96]. Завдяки високій асиміляційній активності у фазу наливу він забезпечує значну частку поживних речовин для

майбутнього врожаю. Збереження функціональності цього листка є критично важливим для отримання високої маси 1 000 зерен [47, 116].

Генеративні органи та зернівка завершують цикл розвитку рослини. Суцвіття представлено складним колосом, де на кожному уступі стрижня розміщуються по три колоски. У дворядного ячменю розвивається лише центральний колосок, що забезпечує морфологічну однорідність продукції. Ячмінь є самозапильною культурою, що гарантує стабільність сортових характеристик у поколіннях. Плід – зернівка – складається з оболонки, ендосперму та зародка. Ендосперм є основним сховищем крохмалю (60–65 %) та білків (10–14 %). Кінцевий хімічний склад зерна та його якість формуються під впливом сорту та агротехнічних заходів, зокрема використання регуляторів росту, які допомагають рослині максимально реалізувати свій біологічний потенціал [9, 42, 45].

Біологічні особливості. Екологічна пластичність ячменю ярого базується на його специфічних вимогах до основних абіотичних чинників, серед яких провідне місце посідає світловий режим [43, 48]. Як культура довгого світлового дня ячмінь виявляє високу чутливість до тривалості фотоперіоду: за умов подовження світлового дня істотно скорочується вегетативний період завдяки прискоренню переходу рослин від куцїння до диференціації генеративних органів. Висока інтенсивність інсоляції на початкових етапах онтогенезу сприяє кращій реалізації потенційної озерненості колоса, тоді як дефіцит світла (наприклад, за надмірної густоти посіву) призводить до етіоляції нижніх міжвузлів та загрози подальшого вилягання [18, 47, 96].

Щодо температурного режиму, ячмінь класифікується як холодостійку рослину з низьким біологічним мінімумом для початкових етапів органогенезу. Мінімальна температура проростання насіння становить 1–3 °С, що забезпечує можливість проведення надранніх строків сівби для максимально ефективного використання весняних запасів вологи [15, 67, 108]. Оптимальний діапазон для появи дружних, рівномірних сходів перебуває в межах 15–20 °С, а для активного наростання вегетативної біомаси та стабільного проходження фотосинтетичних

процесів – 18–22 °С. Проте культура виявляє значну вразливість до термічного стресу, особливо у фазі наливу зерна. Підвищення температури понад 30 °С за умов низької відносної вологості повітря провокує явище «запалу» зерна. Цей процес зумовлений порушенням балансу, за якого інтенсивність транспірації значно перевищує швидкість надходження води до зернівки, що призводить до передчасного припинення відкладання запасних речовин (крохмалю та білків), формування щуплого зерна та різкого зниження його натуральної маси [95, 110, 141].

Водний режим є визначальним фактором у реалізації біологічного потенціалу врожайності. Попри відносну посухостійкість, яка зумовлена здатністю рослин ефективно використовувати вологу ранньовесняного періоду, ячмінь має два чітко виражені «критичні періоди» щодо вологозабезпечення. Перший охоплює етапи від кушіння до початку виходу в трубку, коли дефіцит води обмежує формування продуктивних пагонів та викликає часткову дегенерацію квіток у колосі. Другий період припадає на фазу наливу зерна, коли водний дефіцит скорочує тривалість роботи асиміляційного апарату. Середній транспіраційний коефіцієнт ячменю становить 350–450 одиниць, проте цей показник є динамічним та істотно зростає за умов повітряної посухи або недостатнього мінерального живлення [65, 96, 110].

Едафічні вимоги культури визначаються фізіологічними особливостями її мичкуватої кореневої системи, яка має порівняно низьку засвоювальну здатність. Ячмінь потребує родючих, структурних ґрунтів із високою концентрацією легкодоступних нутрієнтів у верхньому горизонті. Найбільш придатними є чорноземи та темно-сірі лісові ґрунти з нейтральною або слаболужною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,0–7,5). Висока чутливість до кислотності ґрунту (рН нижче від 5,5) зумовлена пригніченням росту корневих волосків та загальним порушенням обміну речовин. Крім того, ячмінь гостро реагує на кореневу гіпоксію, що виникає внаслідок перезволоження або надмірного ущільнення ґрунту, що призводить до пригнічення азотного метаболізму та зниження загальної життєздатності рослин [41, 56, 64].

Отже, формування високої продуктивності ячменю ярого є інтегральним результатом гармонійної взаємодії генетичного потенціалу сорту з комплексом агрокліматичних факторів упродовж усього періоду вегетації [2, 53, 108].

Ріст і розвиток ячменю ярого являє собою складний детермінований процес послідовної зміни фенологічних фаз та етапів органогенезу, кожен із яких характеризується специфічними морфофізіологічними змінами. Для уніфікації ідентифікації цих стадій у сучасній аграрній науці та міжнародній практиці використовують шкалу ВВСН, назва якої походить від перших літер розробників – провідних наукових інституцій Німеччини: Biologische Bundesanstalt (Біологічне відомство), Bundessortenamt (Федеральне відомство сортів) та Chemische Industrie (Хімічна індустрія) [58, 68].

Система ВВСН базується на десятковому кодуванні, де весь цикл вегетації поділений на десять основних макростадій (від 0 до 9), кожна з яких додатково деталізується мікростадіями. Це дає змогу досліднику з високою точністю фіксувати морфологічні ознаки: наприклад, код «13» показує фазу трьох листків, а «32» – наявність другого вузла стебла. Такий підхід забезпечує можливість чіткої кореляції етапів органогенезу з критичними моментами формування елементів продуктивності та проведенням технологічних заходів [71].

Важливо зазначити, що тривалість кожної фази за шкалою ВВСН не є сталою величиною й істотно залежить від генетичного потенціалу сорту та гідротермічних умов вирощування. Перехід від вегетативної до генеративної фази розвитку супроводжується глибокою внутрішньою перебудовою організму, де кожен етап диференціації тканин безпосередньо впливає на структуру майбутнього врожаю. Зокрема, макростадії кушіння (ВВСН 20–29) та виходу в трубку (ВВСН 30–39) є визначальними для закладання кількості продуктивних пагонів та озерненості колоса [58, 71].

Морфологічна ідентифікація за шкалою ВВСН є невід'ємною складовою моніторингу посівів, оскільки вона дозволяє виявити найбільш вразливі періоди в онтогенезі ячменю, коли рослина гостро реагує на вплив абіотичних стресів. Отже, використання цієї міжнародної класифікації в дослідженні забезпечує

високу достовірність результатів та можливість їх порівняння зі світовими науковими даними.

Життєвий цикл культури починається з макростадії проростання та появи сходів (ВВСН 00–19). Цей процес ініціюється за активізації гідролітичних ферментів ендосперму, що забезпечує мобілізацію запасних речовин для росту зародка. Поява проростка на поверхні ґрунту супроводжується інтенсивним формуванням зародкових коренів, які на цьому етапі відіграють провідну роль у поглинанні вологи та закладають фундамент для подальшої автотрофної трофіки рослини [40, 47].

Перехід до макростадії кушіння (ВВСН 20–29) є одним із найбільш критичних етапів онтогенезу, оскільки саме в цей період у пазухах нижніх листків закладаються бічні пагони та формується вузол кушіння – основний орган підземного розгалуження. Від інтенсивності проходження цих процесів залежить не лише густина продуктивного стеблостою, а й закладання зачатків майбутнього суцвіття, що визначає потенціальну потужність генеративної сфери рослини [18, 43].

Наступний етап – вихід у трубку (ВВСН 30–39) – знаменує початок лінійної елонгації міжвузлів стебла та активного морфогенезу колоса всередині листкової піхви. У цей період відбувається остаточне формування колоскових і квіткових горбків, що безпосередньо лімітує майбутню озерненість. Ця стадія характеризується найвищою фізіологічною потребою рослин у збалансованому мінеральному живленні та оптимальному вологозабезпеченні, оскільки будь-який абіотичний стрес у цей час призводить до незворотної редукції структурних елементів урожаю [39, 64].

Фаза колосіння (ВВСН 50–59) супроводжується виходом суцвіття з піхви прапорцевого листка, після чого настає фаза цвітіння (ВВСН 60–69). Біологічною особливістю ячменю є схильність до самозапилення, яке часто відбувається ще в закритому колосі до його виходу з піхви прапорцевого листка (явище клейстогамії). Такий механізм забезпечує стабільне формування зерна навіть за

несприятливих погодних умов, оскільки органи розмноження залишаються захищеними під час запилення [84, 108].

Завершальний етап онтогенезу охоплює макростадії наливу та досягання зерна (ВВСН 70–99). У цей період спостерігається інтенсивний ретранспорт пластичних речовин із вегетативних органів (переважно з прапорцевого листка та верхніх міжвузлів) до зернівок, що формуються. Процес наливу визначає кінцеву масу 1 000 зерен та їх технологічні показники якості, які значною мірою залежать від тривалості функціонування фотосинтетичного апарату та активності алеїронового шару [47, 96, 116].

Між основними елементами структури врожаю – кількістю продуктивних стебел на одиниці площі, озерненістю колоса та масою зерна – існує тісна біологічна кореляція, що базується на компенсаторних механізмах рослини. Зокрема, надмірне зростання одного показника часто нівелюється зниженням іншого, що підкреслює важливість дотримання оптимальних параметрів вирощування для повної реалізації генетичного потенціалу сорту [2, 53, 56].

1.3. Сортові особливості та сучасний асортимент ячменю ярого

У сучасному землеробстві сорт розглядають як самостійний біологічний фактор інтенсифікації, що визначає межі продуктивності агрофітоценозу. Генетичний потенціал сорту є фундаментом, на якому будується вся технологія вирощування, адже саме генотип визначає морфологічні ознаки рослин, тривалість етапів органогенезу та здатність культури протистояти стресовим чинникам довкілля [2, 21, 53]. За даними численних наукових досліджень, внесок сорту у формування загальної врожайності ячменю ярого в умовах України становить 30–50 %, що за своїм значенням дорівнює впливу системи мінерального живлення та засобів захисту рослин разом узятих [15, 24, 77].

Продуктивність сорту є складною інтегральною ознакою, що реалізується через елементи структури врожаю: кількість продуктивних стебел на одиниці площі, озерненість колоса та масу 1 000 зерен. Наукові дискусії останніх років

зосереджені на пошуку оптимальної моделі сорту, здатної поєднувати високу потенційну врожайність (на рівні 8,0–10,0 т/га) із високою екологічною пластичністю [2, 53, 74]. Дослідники зазначають, що сучасні сорти інтенсивного типу характеризуються високим коефіцієнтом кущіння та стійкістю до вилягання, що дозволяє витримувати значні дози азотних добрив, проте вони часто виявляються чутливими до різких коливань гідротермічного режиму [40, 67, 90].

Важливою характеристикою сучасного асортименту є адаптивність – здатність генотипу зберігати стабільність врожаю за несприятливих умов. В умовах глобального потепління особливої ваги набуває жаро- та посухостійкість. Сорти з високою екологічною пластичністю здатні нівелювати негативний вплив посухи за рахунок морфологічних особливостей (потужної кореневої системи, воскового нальоту) та фізіологічних механізмів регуляції водного обміну [39, 112, 117].

Ефективність реалізації генетичного потенціалу в різних ґрунтово-кліматичних зонах України залишається дискусійним питанням, оскільки варіабельність погоди може зумовлювати недобір урожаю в межах 20–40 % навіть за дотримання всіх технологічних вимог [15, 66, 141].

Сучасний Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, постійно оновлюється, відображаючи динаміку селекційного процесу. Станом на 2022–2024 роки до Реєстру внесено понад 160 сортів ячменю ярого. Характерною рисою вітчизняного ринку насіння є домінування сортів української селекції, частка яких становить близько 68 % [24, 25, 77].

Провідними науковими центрами, що формують сортовий склад, є Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААН та Селекційно-генетичний інститут (м. Одеса). Важливу роль у регіональній адаптації відіграють також розробки Вінницької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН, чиї сорти максимально пристосовані до умов центрального Лісостепу [54, 64].

Водночас близько 32 % асортименту представлено зарубіжними сортами, переважно європейської селекції (KWS Lochow GmbH, Limagrain, Saaten-Union).

Іноземні генотипи демонструють виняткову продуктивність за умови високого агрофону та інтенсивних технологій, проте вітчизняні сорти часто переважають їх за показниками адаптивності та стійкості до місцевих комплексів збудників хвороб [25, 86, 104].

Аналіз сучасного асортименту ячменю ярого в Україні свідчить про виражену тенденцію до господарської універсалізації генотипів. Найбільшу частку в структурі Державного реєстру – близько 65–70 % – займають універсальні зернові сорти. Вони поєднують високу потенційну врожайність із придатністю як для продовольчого використання, так і для годівлі тварин. Згідно з реєстром до цієї групи належать такі поширені вітчизняні сорти, як Адапт, Сталкер та Геліос, що вже стали класичними для українських полів. Також із ними впевнені позиції займають сорти Святогор, Командор та Козацький, які характеризуються високою адаптивністю до сучасних умов вирощування [24, 77].

Пивоварні сорти, частка яких становить 20–25 %, мають чітке цільове призначення, що в реєстрі позначається аббревіатурою «пв». Генетично вони орієнтовані на низький вміст білка (до 11,5 %) та високу екстрактивність. У цьому сегменті широко представлені сорти іноземної селекції, зокрема Квенч (Quench), Себастьян, Гладдіс та КВС Ірина, які демонструють високі технологічні показники на броварнях. Водночас серед українських розробок на особливу увагу заслуговують сорти Сонцедар та Достойний, які поєднують пивоварні кондиції зі стійкістю до несприятливих чинників середовища, що дозволяє використовувати їх як фураж за недотримання пивоварних стандартів [26].

Спеціалізовані фуражні сорти (маркування «ф») займають 10–15 % реєстрового складу. Їх селекційна модель спрямована на максимальний вихід енергії та сирого протеїну. До цієї групи належать такі сорти, як Вакула та Ковчег, що завдяки своїй багаторядності забезпечують високу кормову цінність. Також у реєстрі представлені сорти, які поєднують зерновий та фуражний напрями (зерн-ф), зокрема Авгій та Гідний, що дозволяє аграріям гнучко реагувати на ринковий попит [26, 56].

Сучасний асортимент ячменю ярого характеризується значною різноманітністю за термінами дозрівання, що дозволяє господарствам диференційовано підбирати сорти для різних природно-кліматичних зон із урахуванням ризиків настання літньої посухи.

Згідно з даними Державного реєстру основу асортименту складають середньостиглі сорти (сс), до яких належать Галактик, Патріот, Тівер, Святогор та Взірець. Вони характеризуються найвищим потенціалом урожайності завдяки тривалому періоду вегетації, що дозволяє їм найбільш повно реалізувати генетичний потенціал у зонах достатнього зволоження, зокрема у Поліссі та Західному Лісостепу, де умови сприяють формуванню виповненого зерна з великою масою 1 000 насінин [24, 54, 77].

Значну частку реєстру також займають середньоранні сорти (ср), представлені такими генотипами, як Адапт, Геліос, Достойний та Сталкер. Ці сорти є найбільш універсальними для умов нестійкого зволоження, оскільки вдало поєднують високу продуктивність із прискореним проходженням критичних фаз розвитку, що підвищує їх стійкість до температурних коливань на початку літа [15, 25].

Стратегічно важливими для південних регіонів України залишаються ранньостиглі сорти (р), зокрема Вакула та Авгій, головна перевага яких полягає у здатності «тікати» від піку літньої засухи та суховіїв за рахунок інтенсивного наливу зерна в ранні терміни. Це дозволяє ефективно нівелювати варіабельність урожайності, яка під впливом критичних температур може коливатися в межах 20–40 % [24, 26].

Окрему увагу в структурі сучасного сортового складу привертають сорти, що характеризуються високою екологічною стабільністю незалежно від групи стиглості. Подальший розвиток галузі безпосередньо пов'язаний із упровадженням адаптивних сортів «страхового» типу, таких як Командор, Козацький та Сонцедар, які забезпечують надійність виробництва в умовах кліматичних змін та різних рівнів інтенсифікації агротехнологій. Отже, науково обґрунтований підбір сорту з урахуванням його цільового напрямку використання

та групи стиглості залишається ключовим резервом підвищення рентабельності та стабільності вирощування ячменю ярого в сучасних умовах України [2, 53, 74].

Підсумовуючи аналіз сучасного асортименту, необхідно констатувати, що сорт у сучасному зерновиробництві трансформувався з пасивного елемента технології в активний засіб виробництва, здатний самотійно нівелювати до 30 % негативного впливу абіотичних стресів [33, 74, 114].

Генетичний прогрес у селекції ячменю ярого останнього десятиліття забезпечив зростання потенційної продуктивності нових генотипів на рівні 1,2–1,5 % щорічно, що робить регулярне оновлення сортового складу (сортозаміну) критично необхідним для збереження конкурентоспроможності господарства [21, 53, 77].

Сучасний ринок насіння в Україні, де частка сортів вітчизняної селекції утримується на рівні 68 %, демонструє високу життєздатність локальних установ, чії розробки часто переважають іноземні аналоги за показниками пластичності та витривалості до специфічних патогенів [21, 26, 33].

Отже, інтеграція високопродуктивних сортів у виробничий процес є не лише біологічною потребою, а й стратегічним економічним рішенням, що дає змогу оптимізувати використання ресурсів та гарантувати стабільний вихід зерна з заданими якісними параметрами незалежно від флуктуацій клімату. Це визначає необхідність подальшого поглибленого вивчення взаємодії конкретних генотипів із технологічними факторами вирощування для повної реалізації їх біопотенціалу.

1.4. Значення регуляторів росту у формуванні врожайності та якості зерна ячменю ярого

Сучасний розвиток рослинництва характеризується зростанням вимог до підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та стабільності їх вирощування в умовах глобальних змін клімату [7, 32, 66]. Як зазначають у своїх дослідженнях В. Ф. Камінський та О. М. Ганженко, погодні та кліматичні чинники сьогодні є визначальними у формуванні врожайності зернових культур,

що зумовлює необхідність постійної адаптації та удосконалення технологій їх вирощування. У зв'язку з цим, за твердженням О. О. Іваценка, особливого науково-практичного значення набуває розроблення та впровадження агрономічних прийомів, спрямованих на оптимізацію ростових процесів рослин для більш повної реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів [31, 32].

Важливу роль у цих процесах відіграють фізіологічно активні речовини, здатні регулювати ріст і розвиток рослин, впливати на інтенсивність обмінних процесів, фотосинтетичну діяльність та стійкість до несприятливих факторів середовища. Дослідженнями встановлено, що їх застосування сприяє активізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах і підвищенню ефективності використання факторів середовища. Використання таких речовин розглядають як один із перспективних напрямів підвищення ефективності сучасного рослинництва [9, 42, 45].

Регулятори росту рослин (РРР) займають важливе місце в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Їх застосування сприяє поліпшенню формування елементів структури врожаю, підвищенню стійкості рослин до абіотичних стресів та оптимізації фізіологічних процесів, що в кінцевому підсумку забезпечує зростання продуктивності на 10–18 %. Особливої актуальності використання регуляторів росту набуває під час вирощування ячменю ярого, який характеризується коротким вегетаційним періодом та високою чутливістю до умов вирощування у критичні фази розвитку [15, 66, 117].

Установлено, що дія стресових факторів у періоди кушіння, виходу в трубку та наливу зерна істотно обмежує реалізацію продуктивного потенціалу культури, що зумовлює необхідність застосування регуляторів росту. Їх використання дає змогу підвищити ефективність використання ресурсів (води та поживних елементів), поліпшити фізіологічний стан рослин і сприяти формуванню стабільного врожаю з високими показниками якості зерна [80, 92, 113].

Регулятори росту рослин – це біологічно активні речовини природного або синтетичного походження, які у малих концентраціях здатні впливати на фізіологічні процеси, ріст і розвиток рослинного організму. За даними

досліджень, навіть незначні кількості таких речовин можуть істотно змінювати інтенсивність ростових процесів та напрям розвитку рослин. У природних умовах ріст і розвиток рослин регулюються ендогенними фітогормонами, такими як ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизова кислота та інші сполуки [71, 109].

Підтверджено, що застосування екзогенних регуляторів росту дає змогу цілеспрямовано впливати на гормональний баланс рослин, активізуючи або стримуючи окремі фізіологічні реакції залежно від потреб культури. У такому разі критично важливо, щоб усі препарати, які застосовують у виробництві, були внесені до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, що підтверджує їх екологічну безпеку та регламентовану ефективність [78, 138].

Регулятори росту відіграють важливу роль у рослинному організмі, оскільки вони беруть участь у регуляції поділу та росту клітин, формуванні органів, фотосинтетичній діяльності, а також у підвищенні стійкості рослин до несприятливих умов середовища. Дослідження свідчать, що їх застосування сприяє підвищенню адаптивності рослин та більш повній реалізації їх продуктивного потенціалу. Регулятори росту рослин класифікують за різними ознаками, серед яких найбільш поширеними є класифікації за походженням та механізмом дії. За походженням розрізняють природні та синтетичні регулятори росту. Природні речовини, такі як екстракти морських водоростей чи продукти життєдіяльності грибів, є аналогами або похідними фітогормонів і характеризуються м'якою, регуляторною дією. Синтетичні препарати створюються штучно та зазвичай мають більш виражений і цілеспрямований ефект, що дає змогу жорстко регулювати окремі фази онтогенезу [42, 45, 92].

За механізмом дії регулятори росту поділяють на стимулятори, ретарданти та антистресанти. Стимулятори росту активізують фізіологічні процеси, сприяють розвитку кореневої системи, збільшуючи її поглинальну здатність на 15–20 %, підвищують інтенсивність фотосинтезу та формування біомаси. Ретарданти, навпаки, пригнічують надмірний ріст рослин, зменшують видовження стебла та сприяють формуванню більш компактної і стійкої до вилягання рослини. Це

досягається за допомогою блокування синтезу гіберелінів, що дозволяє оптимізувати архітектоніку посівів і зменшити ризик втрат урожаю внаслідок вилягання на 20–30 %. Антистресанти підвищують стійкість рослин до дії несприятливих факторів, зокрема посухи та високих температур. Їх застосування сприяє стабілізації фізіологічних процесів, зокрема підтриманню тургору та активності ферментів антиоксидантного захисту [80, 92, 117].

Механізм дії РРР ґрунтується на їх здатності впливати на основні біохімічні реакції, функціонуючи як модифікатори внутрішніх регуляторних систем. Одним із ключових аспектів є вплив на гормональний баланс: препарати можуть стимулювати або пригнічувати активність ауксинів та цитокінінів, що визначає напрям формування органів. Також вони впливають на обмін речовин, змінюючи ферментативну активність, що сприяє інтенсифікації метаболізму та підвищенню ефективності використання елементів живлення з ґрунту та добрив. Важливим результатом є стимуляція розвитку кореневої системи та підвищення вмісту хлорофілів а та b, що забезпечує активніше накопичення сухої речовини [9, 71].

Застосування РРР є важливим елементом сучасних технологій ячменю ярого, оскільки вони сприяють підвищенню продуктивної кущистості за рахунок стимуляції розвитку бічних пагонів. РРР сприяють кращому розвитку генеративних органів і зменшенню редукції квіток, а маса зерна, що формується у період наливу, оптимізується завдяки подовженню функціонування асиміляційного апарату. У сукупності це забезпечує підвищення продуктивності фотосинтезу та створює передумови для формування врожаю на рівні 0,4–0,7 т/га вище за контроль [40, 96, 116].

В умовах сучасних кліматичних змін антистресова дія РРР набуває першочергового значення, оскільки вони підтримують водний баланс рослин і зменшують негативний вплив дефіциту вологи. До того ж застосування регуляторів впливає на хімічний склад зерна: для кормових цілей вони можуть підвищувати вміст білка, а для пивоварного – оптимізувати його рівень, поліпшуючи при цьому виповненість та масу 1 000 зерен [95, 104, 125].

Ефективність регуляторів росту рослин значною мірою залежить від умов їх застосування, зокрема погодних факторів, строків обробки та норм витрати препаратів. Найбільш доцільним є їх використання у критичні фази розвитку ячменю ярого – період кушіння та початок виходу в трубку, коли закладаються основні елементи структури врожаю. Проте недотримання регламентів застосування може мати зворотний ефект і призводити до пригнічення ростових процесів, що підкреслює важливість використання лише зареєстрованих препаратів, які відповідають установленим агротехнологічним вимогам [18, 47].

Результати численних наукових досліджень свідчать про високу ефективність застосування регуляторів росту рослин у сучасних технологіях вирощування зернових культур. Зокрема, за даними Білюка А. П., використання біологічно активних речовин сприяє підвищенню продуктивності рослин та більш повній реалізації їх генетичного потенціалу. За результатами досліджень Bulgari та ін., Salvo та ін., а також Rouphael і Colla, застосування біостимуляторів є ефективним засобом підвищення стійкості рослин до абіотичних стресів. Дослідження Dockter та ін., а також Гамаюнової В. В. та Касаткіної Т. О. підтверджують поліпшення водного режиму та підвищення ефективності фотосинтетичної діяльності під дією PPP. За даними Marschner, регулятори росту покращують засвоєння елементів живлення, тоді як результати досліджень Стасика О. О. та ін. доводять їх позитивний вплив на формування асиміляційної поверхні рослин [6, 16, 88].

Позитивний вплив регуляторів росту на продуктивність зернових культур підтверджено у роботах Zahir та ін., тоді як Колісник О. М. підкреслює важливість урахування біологічних особливостей культури. За даними Дмитрашака М. Я. та Філя Т. П., застосування стимуляторів забезпечує істотний приріст урожайності ячменю ярого, що узгоджується з результатами Артем'євої К. С. щодо підвищення фотосинтетичного потенціалу [3, 27]. Дослідження Вергелеса П. М. доводять агроекологічну ефективність PPP, тоді як Буряк Ю. І. та Чернобаб О. В. зазначають, що результативність їх використання визначається комплексом

факторів, серед яких ключову роль відіграють сортові особливості та погодні умови [7, 10].

На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва особливої актуальності набуває підвищення ефективності вирощування зернових культур, зокрема ячменю ярого, який має важливе продовольче, кормове та технологічне значення. В умовах посилення кліматичних змін, що супроводжуються зростанням частоти посушливих періодів, температурними коливаннями та іншими стресовими чинниками, забезпечення стабільної врожайності та високої якості зерна є одним із ключових завдань сучасного рослинництва [66, 80, 92].

У цьому контексті застосування регуляторів росту рослин є важливим інструментом оптимізації фізіологічних процесів, підвищення адаптивності рослин та реалізації їх продуктивного потенціалу. Доведено, що використання цих препаратів сприяє активізації ростових процесів, поліпшенню формування елементів структури врожаю, підвищенню фотосинтетичної активності та ефективності використання елементів живлення, що в кінцевому результаті позитивно впливає на врожайність і якість зерна [42, 58, 88].

Разом з тим ефективність регуляторів росту значною мірою залежить від сортових особливостей ячменю ярого, умов вирощування та технологічних параметрів їх застосування. У зв'язку з цим особливої уваги потребує диференційований підхід до використання регуляторів росту з урахуванням генотипових властивостей сортів і специфіки ґрунтово-кліматичних умов, зокрема північно-східного Лісостепу України [15, 54, 64].

Отже, регулятори росту рослин необхідно розглядати як ефективний інструмент інтенсифікації технології вирощування ячменю ярого, проте їх застосування потребує науково обґрунтованого та диференційованого підходу з урахуванням біологічних особливостей культури та умов вирощування. Водночас актуальним залишається поглиблення наукових уявлень щодо особливостей їх дії в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, що має важливе значення для підвищення стабільності врожайності та поліпшення якості зерна.

Висновки до Розділу 1

1. Проведений аналіз сучасного стану вирощування ячменю ярого у світі та в Україні засвідчив його важливе значення у формуванні продовольчої та кормової безпеки. Установлено тенденцію до підвищення врожайності за умов скорочення посівних площ, що свідчить про інтенсифікацію виробництва. Водночас ефективність вирощування культури значною мірою залежить від погодних умов та економічних чинників.

2. Узагальнення ботаніко-біологічних особливостей ячменю ярого показало, що формування його продуктивності визначається взаємодією генетичних властивостей рослин із умовами вирощування. Найбільш критичними для формування врожаю є фази кушіння, виходу в трубку та наливу зерна, у які рослини найбільш чутливі до дії стресових факторів.

3. Установлено, що сорт є одним із ключових факторів формування врожайності ячменю ярого, який значною мірою визначає рівень реалізації продуктивного потенціалу культури. Сучасні сорти характеризуються високими показниками продуктивності, проте їх ефективність залежить від адаптивності до конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

4. Аналіз наукових джерел свідчить, що застосування регуляторів росту рослин є важливим елементом сучасних технологій вирощування ячменю ярого. Їх використання сприяє активізації фізіологічних процесів, поліпшенню формування елементів структури врожаю, підвищенню стійкості рослин до абіотичних стресів та покращенню показників якості зерна.

5. Узагальнення результатів досліджень свідчить, що підвищення ефективності вирощування ячменю ярого в сучасних умовах можливе за рахунок комплексного поєднання адаптивних сортів із технологічними прийомами, спрямованими на оптимізацію росту й розвитку рослин. Важливого значення набуває використання регуляторів росту як інструменту стабілізації врожайності та підвищення якості зерна в умовах змін клімату.

Список використаних джерел до Розділу 1

1. Агроекономічне та екологічне оцінювання сівозміни / за ред. О. В. Харченка, Ю. Г. Міщенко. Суми : Мрія, 2015. 70 с.
2. Адаптивні технології вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В. Ф. Петриченка. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. 608 с.
3. Артем'єва К. С. Ефективність позакореневих підживлень рідкими органо-мінеральними добривами посівів ячменю ярого. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. № 83. С. 110–113.
4. Артем'єва К. С. Застосування КАС та рідких органомінеральних добрив на її основі для підживлення ячменю ярого на чорноземі типовому. *Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Дніпро, 2017. С. 72–74.
5. Біднина І. О., Влащук О. С., Козирєв В. В., Томницький А. В. Ефективність спільного застосування добрив і мікробних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2013. № 60. С. 54–56.
6. Білюк А. П. Біологізація технології – засіб підвищення врожайності та якості зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2007. № 3. С. 10–13.
7. Буряк Ю. І., Чернобаб О. В. Регулятори росту рослин – важливий елемент сучасних технологій вирощування насіння зернових колосових культур. *Стан та перспективи розвитку насінництва в Україні*. Київ, 2008. С. 196–200.
8. Василенко М. Г. Органо-мінеральні добрива і регулятори росту рослин в органічному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02>.
9. Василенко М. Г., Стадник А. П., Душко П. М. та ін. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин.

Агроекологічний журнал. 2018. № 1. С. 96–101. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.161350>

10. Вергелес П. М. Агроекологічна ефективність застосування регуляторів росту в агроценозі ячменю ярого. Вінниця, 2025.

11. Веремеєнко С. І., Ткачук С. О., Трушева С. С. Вплив мікродобрив та регуляторів росту рослин на врожайність та якість зерна ячменю ярого. *Наукові горизонти.* 2020. № 1 (86). С. 14–21.

12. Вінюков О. О., Балян А. В., Ліхушина Г. А., Бондарева О. Б., Скнипа Н. Л. Економічна ефективність використання регуляторів росту при вирощуванні зернових культур на різних фонах живлення в посушливих умовах східної частини Північного Степу України. *Вісник аграрної науки.* 2024. Т. 102, № 5. С. 61–69. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-07>.

13. Вінюков О., Ліхушина Г., Бондарева О., Вискуб Р. Шляхи вдосконалення адаптивної технології вирощування ячменю ярого в посушливих умовах Північного Степу України. Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ»: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 10 жовтня 2025 р., м. Оксфорд, Велика Британія. Оксфорд, 2025. С. 103–107. DOI: <https://doi.org/10.36074/logos-10.10.2025.020>.

14. Волощук Ю. О., Шедловська О. В. Стратегічні орієнтири розвитку ринку зерна. *Подільський вісник: сільське господарство, інженерія, економіка.* 2024. № 42. С. 74–81. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-1.11>.

15. Гамаюнова В. В., Касаткіна Т. О. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на Півдні України. *Наукові горизонти.* 2018. № 7–8 (70). С. 131–138.

16. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В., Бакланова Т. В., Кувшинова А. О., Касаткіна Т. О., Нагірний В. В. Збільшення зерновиробництва в зоні Степу України за рахунок вирощування ячменю та оптимізації його живлення. *Наукові горизонти.* «Scientific Horizons», №2(87), 2020. С. 15–23.

17. Гирка А. Д., Андрейченко О. Г., Кулик І. О. Вплив біопрепаратів і регуляторів росту на продуктивність рослин ячменю ярого голозерного та

плівчастого в умовах північного Степу. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2012. № 3. С. 65–68.

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

19. Господаренко Г. М., Любич В. В., Гавриленко В. С., Тригуб О. В., Іллічов Ю. Г. Агрохімічне, енергетичне та економічне оцінювання ефективності застосування добрив під ячмінь ярий голозерний : збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2025. Вип. 106, ч. 1. С. 456–465. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2025-106-1-455-465>.

20. Господаренко Г. М., Любич В. В., Притуляк Р. М., Гавриленко В. С. Агрохімічні параметри родючості ґрунту під ячменем. 2025. №107 (№ 1). pp. 445–454. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2025-107-1-445-455>.

21. Гудзенко В. М. Розширення генетичного різноманіття для селекції ячменю. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 25–37.

22. Давидчук М. І., Кравченко О. В., Вороний О. О. Вплив мінеральних добрив на продуктивність і якість ячменю. *Наукові праці Чорноморського державного університету ім. Петра Могили. Серія: Екологія*. 2012. Т. 179, Вип. 167. С. 76–77.

23. Данчева О. М., Акінфієва А. Сучасний стан та особливості функціонування ринку зерна в Україні: виклики та перспективи розвитку. *Scientific Bulletin of the Odessa National Economic University*. 2025. № 6 (331). С. 67–74. DOI: <https://doi.org/10.32680/2409-9260-2025-6-331-67-74>.

24. Демидов О., Гудзенко В. Ячмінь ярий: реалізація потенціалу продуктивності. *Пропозиція*. 2017. № 2. С. 66–69.

25. Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/>.

26. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні: станом на 22.09.2022 р. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ, 2022. URL: <https://test.data.gov.ua/dataset/22d2fe72-1f3b-414c-9ba5-e28af3917719>.

27. Дмитрашак М. Я., Філь Т. П. Урожайність ячменю ярого залежно від застосування стимуляторів росту. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 4.
28. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Аграрна освіта, 2014. 332 с.
29. Загребельна І. Л., Косенко В. М. Світовий ринок зернових культур: тенденції, структурні зміни та інноваційні чинники конкурентоспроможності. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2026. № 27. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18830701>.
30. Іванов С. О., Рожков А. О. Формування елементів продуктивності рослин пшениці озимої залежно від впливу стимуляторів росту на основі гумінових речовин за різних фонів мінерального живлення в умовах Східного Лісостепу України. *Агробіологія*. 2025. № 2. С. 47–58. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-199-2-47-57>.
31. Івановський А. Теоретичні основи функціонування ринку зернових. *Економічний дискурс*. 2022. Вип. 1–2. С. 34–43.
32. Іващенко О. О. Ефективність застосування регуляторів росту рослин у сучасному землеробстві. *Землеробство*. 2010. № 82. С. 45–49.
33. Камінський В. Ф., Ганженко О. М. Стан та перспективи виробництва зернових культур в Україні в умовах глобальних змін клімату. *Землеробство*. 2021. Вип. 1. С. 5–14.
34. Камінський В. Ф., Породько М. А. Ячмінь у зерновій групі України: збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2018. Вип. 4. С. 81–89.
35. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф. Використання земельних ресурсів в агропромисловому виробництві України. *Землеробство*. 2013. Вип. 85. С. 3–13.
36. Конончук О. Б., Пида С. В., Герц А. І., Брошак І. С. Продуктивність і ураження хворобами посівів озимого ячменю на чорноземі типовому залежно від попередника й обробки фунгіцидом. *Захист і карантин рослин*. 2022. № 1. С. 133–139. DOI: <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2022-1-133-139>.

37. Коробова Н., Вдовенко Н., Головніна О. Формування та функціонування ринку зерна в умовах нових викликів із застосуванням хмарних технологій в обліково-аналітичних системах аналізу та аудиту витрат. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences*. 2025. № 6 (348). С. 605–610. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-348-6-82>.
38. Кот О. В., Бутенко О. П., Проскурніна Н. В., Могилевський Р. О. Експортний потенціал зернового сектору України в умовах геополітичних обмежень. 2026. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2026.7.143>.
39. Ленъ О. І. Забезпеченість рослин ячменю ярого елементами живлення. *Вісник ПДАА*. 2010. № 4. С. 182–185.
40. Леонтьюк І. Б. Фізіологічні основи формування продуктивності зернових культур. Київ : Нічлава, 2008.
41. Лихочвор В. В. Зернові культури. Технологія вирощування та контроль якості. Львів : Українські технології, 2018. 320 с.
42. Любич В. В., Сулима А. С. Формування якості зерна ячменю озимого за різних видів і доз добрив з використанням регулятора росту. *Селекція агрокультур в умовах змін клімату: напрями та пріоритети*: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 12 вересня 2025 р., м. Одеса. Одеса, 2025. С. 36.
43. Маренич М. М. Фізіологічні основи формування продуктивності зернових культур. Полтава : ПДАА, 2014. 235 с.
44. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
45. Мельник С. І., Коваленко О. О. Вплив регуляторів росту на продуктивність зернових культур. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 4. С. 28–32.
46. Миськів Г. В., Миськів О. М. Діяльність агропідприємств України в системі глобальної продовольчої безпеки. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2026. № 59. С. 92–97. DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2026-59-12>.

47. Моргун В. В., Швартау В. В., Кіризій Д. А. Фізіологічні основи отримання високої продуктивності зернових культур. Київ, 2009. 42 с.
48. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин. Київ : Либідь, 2005. 808 с.
49. Ніценко В. Державне регулювання ринку насіння зернових культур. Herald of Khmelnytskyi National University. *Economic sciences*. 2026. № 1 (350). С. 399–405. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2026-350-53>.
50. Носко Б. С. Родючість ґрунтів і ефективність добрив. Київ : Урожай, 1990. 224 с.
51. Павлишин С. Сучасні тенденції розвитку ринку зерна в Україні та світі. *Інноваційна економіка*. 2025. № 2. С. 144–154. DOI: <https://doi.org/10.37332/2309-1533.2025.2.16>.
52. Паламарчук В. Д., Доронін В. А., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Основи насіннєзнавства. Вінниця : ТОВ «Друк», 2022. 392 с.
53. Паламарчук В. Д., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця, 2015. 452 с.
54. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В. Продуктивність сортів ячменю ярого залежно від оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. Plant Varieties Studying and Protection. 2018. Т. 14, № 3. С. 310–315. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.3.2018.145304>.
55. Пенькова О. Г., Лементовська В. А., Бортник Т. І. Кон'юнктура ринку зерна в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. *Економічна парадигма*. 2024. № 1 (91). С. 151–159. DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2024-11-10407>.
56. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 732 с.
57. Приказюк Н., Стельмах Д., Діденко І. Управління ризиками експортної логістики зернових культур в Україні. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. 2024. № 1 (226). С. 138–149. DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2667.2024/226-1/17>.

58. Присяжнюк О. І., Ермантраут Е. Р., Шевченко І. Л. Методологія проведення польового досліджу: практичні поради. Київ : Нілан-ЛТД, 2016. 142 с.
59. Рибалка О. І., Поліщук С. С., Червоніс М. В., Моргун Б. В., Моргун В. В. Голозерний харчовий ячмінь (*Hordeum vulgare* L. var. nudum) – генетичні та селекційні дослідження. *Фізіологія рослин і генетика*. 2023. Т. 55, № 6. С. 463–492.
60. Роль регуляторів росту в імунно-захисних реакціях рослин: посібник українського хлібороба /С. П. Пономаренко, А. І. Медков, В. А. Циганкова та ін. 2012. Т. 2. С. 317–320.
61. Романчук Л. Д., Голуб В. О., Кравчук-Ободзінська Т. В. Біотехнологічні підходи до підвищення екологічної безпеки виробництва харчової продукції в умовах кліматичних змін (на прикладі злакових культур). *Екологічні науки*. 2025. № 5 (62), ч. 2. С. 179–182. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.5-62.2.29>.
62. Рослинництво з основами кормовиробництва : навчальний посібник. /Г. Жатов, О. М. Царенко, В. І. Троценко, Г. О. Жатова. Суми : ВТД «Університетська книга», 2003. 384 с.
63. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства. Київ : Урожай, 2001. 400 с.
64. Система удобрення сільськогосподарських культур в землеробстві початку ХХІ століття / за ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка. Київ, 2016. 400 с.
65. Стасик О. О., Кіризій Д. А., Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53, № 2. С. 160–184.
66. Столяр С., Трембіцька О., Кропивницький Р. Кліматичні зміни та продуктивність фітоценозів. Житомир : Поліський національний університет, 2025. 286 с.
67. Ткаченко С. О., Петренко І. В. Біологічні особливості ячменю ярого. Київ, 2021. 120 с.
68. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2015. 110 с.

69. Ткачук О. П. Вплив позакореневих підживлень на тривалість міжфазних періодів ячменю ярого. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 3 (26). С. 216–244. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-3-17.

70. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. Захист рослин: терміни і поняття. Київ : Урожай, 2001. 392 с.

71. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів. Херсон : Айлант, 2009. 372 с.

72. ФАО. Перспективи врожаю та продовольча ситуація – Трирічний глобальний звіт, № 1, березень 2026 р. Рим : ФАО, 2026. URL: <https://www.fao.org/markets-and-trade/publications/crop-prospects-and-food-situation/en>.

73. Фізіологія рослин: досягнення та перспективи розвитку / за ред. В. В. Швартау. Київ : Логос, 2016. 928 с.

74. Хайда Ю. І., Шайнюк Б. Л. Ринок зерна в ретроспективі та перспективі: глобальний аналіз. *Інновації та сталий розвиток*. 2023. № 4. С. 30–40. DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2023.4.30.40>.

75. Хахула В., Батажок С., Івановський А., Машкін Ю. Формування попиту на ринку зерна: проблеми та шляхи вирішення. Інститут бухгалтерського обліку, контроль та аналіз в умовах глобалізації. 2024. Вип. 1–2. С. 84–93. DOI: <https://doi.org/10.35774/ibo2024.01-02.08410>.

76. Черемісіна С. Г., Россоха В. В. Ефективність виробництва зернових культур в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи підвищення. *Економіка АПК*. 2021. № 6. С. 54–67. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202106054>.

77. Черчель В. Ю., Алдошин А. В., Лященко О. І. Ячмінь – стан виробництва, нові сорти і можливості. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2014. № 6. С. 42–47.

78. Шевчук О. А., Кришталь О. О., Шевчук В. В. Екологічна безпека та перспективи застосування синтетичних регуляторів росту у рослинництві. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 1. С. 34 – 38.

79. Adams P., Ho L. C. Effects of environment on nutrient uptake and distribution in plants. *Journal of Horticultural Science*. 1993. Vol. 68. P. 345–352.
80. Ajalli J., Salehi M. Evaluation of drought stress indices in barley (*Hordeum vulgare L.*). *Annals of Biological Research*. 2012. Vol. 3(12). P. 5515–5520.
81. Albrizio R., Todorovic M., Matic T., Stellacci A. M. Effects of water and nitrogen on barley yield and quality. *Field Crops Research*. 2010. Vol. 115. P. 179–190.
82. Ali Q., Ashraf M., Anwar F. Seed composition and oil quality of barley. *Journal of Food Science*. 2010. Vol. 75. P. 97–102.
83. Ashraf M., Foolad M. R. Roles of glycine betaine in stress tolerance of plants. *Environmental and Experimental Botany*. 2007. Vol. 59. P. 206–216.
84. Badr A., Müller K., Schäfer-Pregl R. On the origin and domestication history of barley. *Molecular Biology and Evolution*. 2000. Vol. 17. P. 499–510.
85. Bailey-Serres J. Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*. 2019. Vol. 575. P. 109–118.
86. Blake T., Blake V. C., Bowman J. Barley feed uses and quality improvement. In: *Barley: Production, Improvement, and Uses*. 2011. P. 522–530.
87. Blum A. *Plant Breeding for Stress Environments*. Boca Raton: CRC Press, 2011. 223 p.
88. Bulgari R., Franzoni G., Ferrante A. Biostimulants application in agriculture: A review. *Agronomy*. 2019. Vol. 9(11). 716 p.
89. Calvo P., Nelson L., Kloepper J. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 2014. Vol. 383. P. 3–41.
90. Chaves M. M., Flexas J., Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*. 2009. Vol. 103. P. 551–560.
91. Davies P. J. *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Dordrecht: Springer, 2010. 802 p.
92. Dawson I. K., Russell J., Powell W. Barley: a translational model for adaptation to climate change. *New Phytologist*. 2015. Vol. 206. P. 913–931.

93. Dinnes D. L. Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern soils. *Agronomy Journal*. 2002. Vol. 94. P. 153–171.
94. Dockter C., Hansson M. Improving barley yield and stability by optimising development and architecture. *Journal of Experimental Botany*. 2015. Vol. 66(12). P. 3495–3505.
95. Eagles H. A. Environmental effects on malting quality of barley in South-Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1995. Vol. 46. P. 831–844.
96. Evans J. R. Improving photosynthesis. *Plant Physiology*. 2013. Vol. 162. P. 1780–1793.
97. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Electronic resource]. URL: <https://www.fao.org/faostat/>
98. Ferrante A., Sabatino L. Biostimulants in crop production. *Agronomy*. 2021. Vol. 11(3). 540 p.
99. Flexas J., Medrano H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: Stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals of Botany*. 2002. Vol. 89. P. 183–189.
100. Foyer C. H., Noctor G. Redox homeostasis and antioxidant signaling: A metabolic interface between stress perception and physiological responses. *The Plant Cell*. 2005. Vol. 17. P. 1866–1875.
101. Geng L., Li M., Zhang G., Ye L. Barley as a functional food crop: production, processing and health benefits. *Food Quality and Safety*. 2022. Vol. 6.
102. Gill S. S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in plants under abiotic stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2010. Vol. 48. P. 909–930.
103. Gozdowski D. Yield components of spring barley under different nitrogen fertilization. *Plant, Soil and Environment*. 2011. Vol. 57. P. 220–225.
104. Halford N. G. Improving grain quality and safety. *Journal of Experimental Botany*. 2015. Vol. 66(12). P. 3383–3385.

105. Hasanuzzaman M. Plant response to abiotic stress: Role of exogenous phytoprotectants. *Abiotic Stress Responses in Plants*. Springer, 2012. P. 25–51.
106. Khan W. et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2009. Vol. 28. P. 386–399.
107. Kurepin L. V. Phytohormonal basis of biostimulant action and the interaction with plant responses to abiotic stress. In: *Seaweed Sustainability*. Academic Press, 2015. P. 189–219.
108. Lakew B., Henry R. J. *Barley: Production, Improvement, and Uses*. Blackwell Publishing Ltd., 2011. 552 p.
109. Larcher W. *Physiological Plant Ecology*. 4th ed. Springer, 2003. 514 p.
110. Lawlor D. W., Cornic G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell & Environment*. 2002. Vol. 25. P. 275–294.
111. Ma Y., Freitas H., Zhang C. Biochemical and molecular mechanisms of plant responses to abiotic stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2016. Vol. 109. P. 1–12.
112. Marschner H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed. Academic Press, 1995. 889 p.
113. Mohammadi R. Drought tolerance in barley: genetic variation and environmental effects. *Field Crops Research*. 2010. Vol. 115. P. 1–10.
114. Newton A. C. *Crops that feed the world 4. Barley: a resilient crop? Food Security*. 2011. Vol. 3. P. 141–178.
115. Oosterhuis D. M. Plant growth regulators in agriculture. In: *Handbook of Plant and Crop Physiology*. CRC Press, 2000. P. 780–795.
116. Parry M. A. Raising yield potential of wheat. II. Increasing photosynthetic capacity and efficiency. *Journal of Experimental Botany*. 2011. Vol. 62. P. 453–467.
117. Passioura J. B. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *Journal of Experimental Botany*. 2007. Vol. 58. P. 113–117.
118. Prasad P. V. Effects of high temperature stress on cereal grains. In: *Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement*. 2011. P. 120–135.

119. Rademacher W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. *Annual Plant Reviews*. 2015. Vol. 48. P. 1–34.
120. Rademacher W. Plant growth retardants: Professional tools for the plant sciences. *Annual Review of Plant Biology*. 2015. Vol. 66. P. 669–698.
121. Reynolds M. P. Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany*. 2009. Vol. 60. P. 1899–1918.
122. Rouphael Y., Colla G. Biostimulants in agriculture. *Agronomy*. 2020. Vol. 10(3). 404 p.
123. Shahbaz M., Ashraf M. Improving salinity tolerance in agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2013. Vol. 32. P. 215–249.
124. Sharma H. S. S. et al. Biostimulants derived from seaweed and polyamines. *Journal of Applied Phycology*. 2014. Vol. 26. P. 485–490.
125. Shewry P. R., Halford N. G. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*. 2002. Vol. 53. P. 947–958.
126. Taiz L., Zeiger E. *Plant Physiology*. 5th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2010. 782 p.
127. Taiz L., Zeiger E., Møller I., Murphy A. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Sunderland: Sinauer, 2015. 761 p.
128. Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*. 2010. Vol. 327. P. 818–822.
129. USDA. *World Agricultural Production*. Circular Series WAP 2–24. Washington: United States Department of Agriculture, 2024.
130. Vurukonda S. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*. 2016. Vol. 184. P. 13–24.
131. Wang W., Vinocur B., Altman A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures. *Planta*. 2003. Vol. 218. P. 1–14.
132. Wang X., Cai J., Liu F. Pre-anthesis high temperature acclimation alleviates damage to the flag leaf in barley. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 120. P. 1–9.

133. Wani S. H. et al. Phytohormones and their metabolic engineering for abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Cell Reports*. 2016. Vol. 35. P. 1627–1651.
134. Yamaguchi S. Gibberellin metabolism and its regulation. *Annual Review of Plant Biology*. 2008. Vol. 59. P. 225–251.
135. Yan K. et al. Photosynthetic responses of plants to abiotic stress. *Photosynthetica*. 2013. Vol. 51. P. 1–15.
136. Zahir Z. A., Arshad M., Frankenberger W. T. Plant growth regulators in agriculture: Microbial production and functions. *Advances in Agronomy*. 2004. Vol. 81. P. 97–168.
137. Zhang X., Chen J., Shi Y. Genetic improvement of barley. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. 1251 p.
138. Zhang X., Ervin E. H. Cytokinin-containing extracts from seaweed and plant growth regulators. *Crop Science*. 2008. Vol. 48. P. 113–120.
139. Zhao G. L. et al. Nitrogen effects on grain protein and yield components of winter barley. *Agronomy Journal*. 2009. Vol. 101. P. 460–468.
140. Zhu J.-K. Abiotic stress signaling and responses in plants. *Cell*. 2016. Vol. 167. P. 313–324.
141. Zlatev Z., Lidon F. C. An overview on drought-induced changes in plant growth, water relations and photosynthesis. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2012. Vol. 24. P. 57–72.
142. Zörb C., Ludewig U., Hawkesford M. J. Perspective on wheat yield and quality with reduced nitrogen supply. *Journal of Experimental Botany*. 2018. Vol. 69. P. 1745–17.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальна частина роботи виконувалась впродовж 2023–2025 рр. на дослідних полях Сумського національного аграрного університету, які розміщені в Лісостеповій природно-кліматичній зоні.

Дослідження виконано в межах наукової теми, зареєстрованої в УкрІНТЕІ (номер 0124U002342) «Особливості вирощування зернових, олійних та енергетичних культур за сучасних змін клімату в умовах Лівобережного Лісостепу України».

Основні елементи досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в господарствах Сумської та Полтавської областей, зокрема в СФГ «Еліта», ФГ «Назарко» та ТОВ «Ташань» на загальній площі 62 га.

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводили на дослідних ділянках навчально-науково-виробничого комплексу Сумського НАУ. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий, глибокий, середньосуглинковий, сформований на лесових породах. Агрохімічний аналіз і групування ґрунтів за фізико-хімічними властивостями здійснювали за загальноприйнятими методиками ґрунтово-агрохімічних досліджень [2, 29], що забезпечило достовірність оцінки родючості.

Установлено, що вміст гумусу в ґрунті є високим і становить 4,2–4,4 % (за Тюрнімом), реакція ґрунтового розчину – слабокисла (рН 6,0–6,1). Вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) становив 133,7 мг/кг ґрунту, фосфору – 205,6 мг/кг, калію – 78,0 мг/кг (за Чириковим). Отримані показники використано для розрахунку норм внесення мінеральних добрив.

Метеорологічні дані для характеристики умов досліджень отримували в Інституті сільського господарства Північного Сходу НААН України, що розташований на відстані близько 5 км від дослідної ділянки.

Загальні тенденції до підвищення температурного режиму та збільшення кількості теплових ресурсів, що спостерігаються в Сумській області впродовж останніх 10–15 років, створюють нові виклики та можливості для вирощування ячменю ярого. Хоча ця культура традиційно є однією з провідних у регіоні, зміна клімату вимагає посиленої уваги до її фізіологічної стійкості та здатності до формування врожаю в умовах, які стають більш посушливими та жаркими [1, 6].

Якщо раніше ці тенденції актуалізували дослідження щодо теплолюбних культур, як-от соя чи нут, то тепер вони роблять критично важливим вибір сортів ячменю, здатних ефективно використовувати весняну вологу та мінімізувати втрати від високих температур у період наливання зерна. Отже, дослідження сортових особливостей, зокрема фотосинтетичної активності ячменю, набувають особливої актуальності в контексті кліматичних змін [24].

За середніми багаторічними даними метеорологічних спостережень, найбільша кількість атмосферних опадів упродовж основних місяців вегетації ячменю ярого припадає на літній період. Так, максимальні показники опадів зафіксовано у липні – 70,66 мм та червні – 60,91 мм, що має істотне значення для формування та наливу зерна. У травні кількість опадів становила 63,88 мм, що ствило сприятливі умови для інтенсивного росту рослин і розвитку вегетативної маси. Найменша середня багаторічна кількість опадів спостерігається у квітні – 35,74 мм, що відповідає початковому етапу вегетації культури та може зумовлювати ризик тимчасового дефіциту вологи в період сходів і кушіння.

Температурний режим упродовж вегетаційного періоду характеризується поступовим зростанням середньомісячних температур від весни до середини літа. Так, у квітні середня температура повітря становить 10,25 °С, що відповідає умовам початкового росту ячменю ярого. У травні температурні показники підвищуються до 17,32 °С, забезпечуючи активізацію фізіологічних процесів та формування продуктивних пагонів. У червні середня температура досягає 20,43 °С, а найвищі значення фіксуються у липні – 22,62 °С, що істотно впливає на інтенсивність фотосинтезу та процеси наливу зерна.

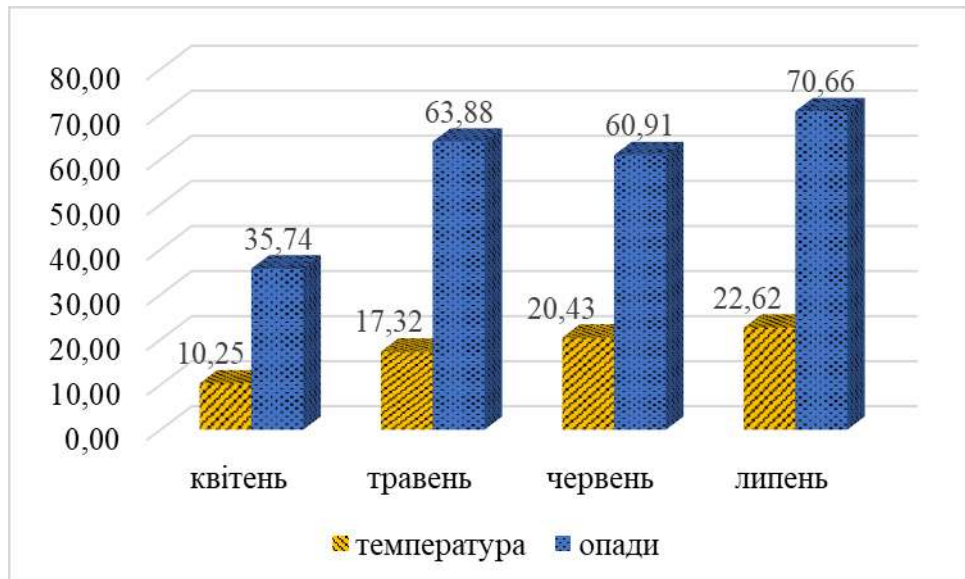


Рис. 2.1. Характеристика середніх багаторічних метеорологічних показників опадів (мм) та температури (°C)

Загалом середні багаторічні метеорологічні показники температури та зволоження відповідають біологічним потребам ячменю ярого і формують типовий агрокліматичний фон північно-східного Лісостепу України, на якому доцільно оцінювати вплив сортових особливостей і регуляторів росту на продуктивність культури.

Для забезпечення достовірності аналізу погодно-кліматичні умови нашої дослідної ділянки не вимірювалися безпосередньо, а були охарактеризовані за офіційними даними. Ми використовували інформацію, надану Інститутом сільського господарства Північного Сходу НААН України, чия метеостанція розташована на відстані лише чотирьох кілометрів від місця проведення польових експериментів.

За період вегетації ячменю ярого в 2023 році простежувалася значна нерівномірність розподілу атмосферних опадів за місяцями, що формувало контрастні умови зволоження в окремі фази росту й розвитку культури (рис. 2.2). Загальна кількість опадів упродовж вегетаційного періоду становила 202,7 мм, а місячні значення опадів варіювали в межах 17,4–80,2 мм, що свідчить про істотну мінливість гідротермічних умов та їх нерівномірний розподіл у часі.

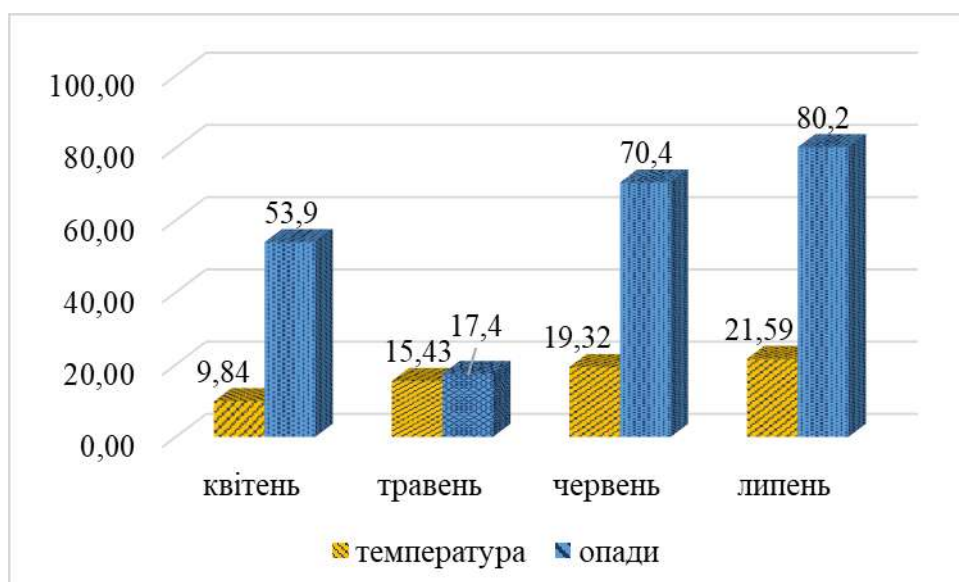


Рис 2.2. Метеорологічні параметри періоду вегетації ячменю ярого в 2023 році (середньомісячна кількість опадів (мм) та температура (°C))

Початковий період вегетації характеризувався відносно сприятливими умовами. У квітні середньомісячна температура повітря становила 9,84 °C, а кількість опадів – 53,9 мм, що забезпечило достатнє зволоження ґрунту, сприяло своєчасному проростанню насіння, появі дружних сходів і формуванню первинної кореневої системи рослин.

У травні, який відповідає критичній фазі куцїння, відбулося істотне погіршення умов вологозабезпечення: за підвищення температури повітря до 15,43 °C кількість опадів зменшилася до 17,4 мм. Дефіцит вологи в цей період обмежував процеси куцїння, знижував інтенсивність утворення продуктивних пагонів і призводив до формування меншої густоти продуктивного стеблостою. Оскільки саме у фазі куцїння закладаються основні елементи структури врожаю, водний стрес мав визначальний негативний вплив на потенціал продуктивності культури.

У подальшому погодні умови покращилися. У червні кількість опадів зросла до 70,4 мм за середньомісячної температури 19,32 °C, а у липні досягла максимального значення – 80,2 мм за температури 21,59 °C. Такі умови були сприятливими для інтенсивного росту надземної маси, формування генеративних органів, проходження фаз колосіння та наливу зерна.

Проте підвищене зволоження у другій половині вегетації не забезпечило повної реалізації продуктивного потенціалу рослин. Це зумовлено тим, що кількість продуктивних стебел і потенційна кількість колосів визначаються у більш ранніх фазах розвитку, насамперед у періоді кушіння. Відтак дефіцит вологи у травні призвів до незворотного зниження елементів структури врожаю, яке не могло бути компенсоване подальшим поліпшенням гідротермічних умов.

Отже, незважаючи на достатню суму активних температур (1882,8 °C) і загальну кількість опадів, що формально відповідало сприятливим умовам та зумовлювало відносно високі значення гідротермічного коефіцієнта, вирішальне значення мало їх співвідношення у критичні фази розвитку культури. Нерівномірний розподіл опадів, зокрема їх дефіцит у фазі кушіння, зумовив зниження продуктивності та формування найнижчого рівня врожайності ячменю ярого.

Веgetаційний період 2024 року проходив за умов домінування підвищених температур на тлі обмеженого вологозабезпечення, що формувало специфічний гідротермічний режим росту й розвитку ячменю ярого (рис. 2.3). Загалом такі умови характеризувалися зниженими значеннями гідротермічного коефіцієнта, однак їх вплив на продуктивність культури визначався не лише загальним рівнем зволоження, а й особливостями його розподілу за фазами розвитку.

Початок вегетації відбувався за відносно сприятливих умов. У квітні середньомісячна температура повітря становила 12,93 °C, а кількість опадів – 47,7 мм, що забезпечило достатнє зволоження ґрунту для проростання насіння, появи дружних сходів і формування первинної кореневої системи рослин. У травні температура повітря підвищилася до 16,04 °C, а кількість опадів становила 33,6 мм, що, хоча й було нижче від оптимального рівня, проте забезпечувало відносно задовільні умови вологозабезпечення у фазі кушіння. Це сприяло формуванню достатньої кількості продуктивних пагонів і закладанню основних елементів структури врожаю.

У червні спостерігалось подальше підвищення температури повітря до 22,58 °C за помірної кількості опадів (50,5 мм), що загалом було сприятливим для

інтенсивного росту надземної маси та формування генеративних органів. Водночас підвищений температурний режим сприяв прискоренню проходження фенологічних фаз розвитку культури.

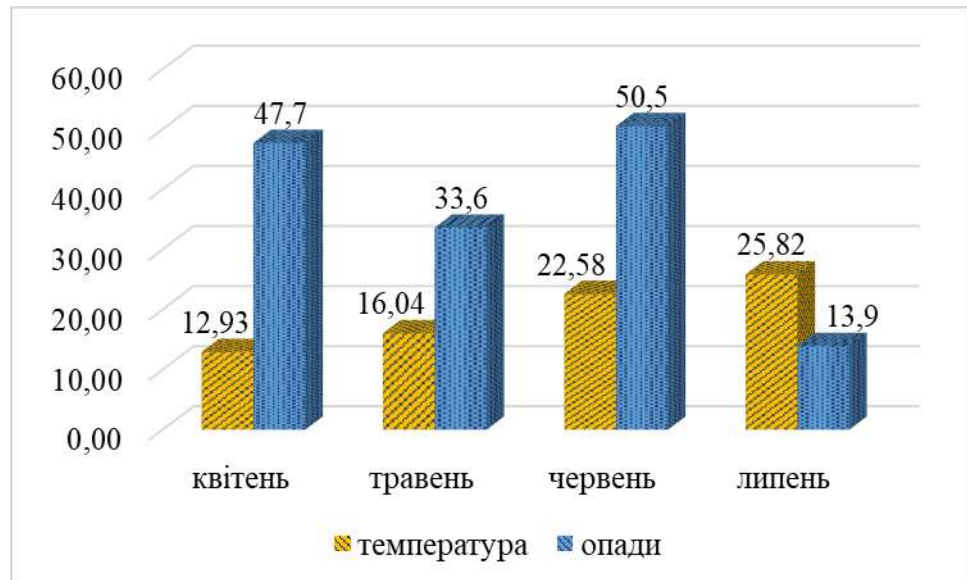


Рис. 2.3. Метеорологічні параметри періоду вегетації ячменю ярого в 2024 році (середньомісячна кількість опадів (мм) та температура (°C))

Липень характеризувався найвищими температурами за період вегетації (25,82 °C) та різким зменшенням кількості опадів до 13,9 мм, що зумовлювало розвиток повітряно-грунтової посухи у фазі колосіння – наливу зерна. Такі умови могли обмежувати процеси наливу зерна та впливати на його виповненість, проте не мали визначального впливу на формування кількості продуктивних стебел.

Загалом поєднання високої суми активних температур (2 227,3 °C) із низькою сумою опадів (1 44,7 мм) зумовило зниження гідротермічного коефіцієнта та формування умов водного стресу, особливо у другій половині вегетації. Разом з тим, на відміну від 2023 року, вологозабезпечення у критичний період кушіння було відносно кращим, що забезпечило формування достатньої густоти продуктивного стеблостою.

Отже, незважаючи на загалом посушливі умови та нижчі значення гідротермічного коефіцієнта, більш сприятливий розподіл опадів упродовж ранніх фаз розвитку культури сприяв кращому формуванню елементів структури

врожаю, що й обумовило вищий рівень продуктивності ячменю ярого порівняно з 2023 роком.

Умови вегетації ячменю ярого в 2025 році формувалися за відносно збалансованого поєднання теплових ресурсів і вологозабезпечення, що зумовлювало помірно сприятливий гідротермічний фон для росту й розвитку культури (рис. 2.4).

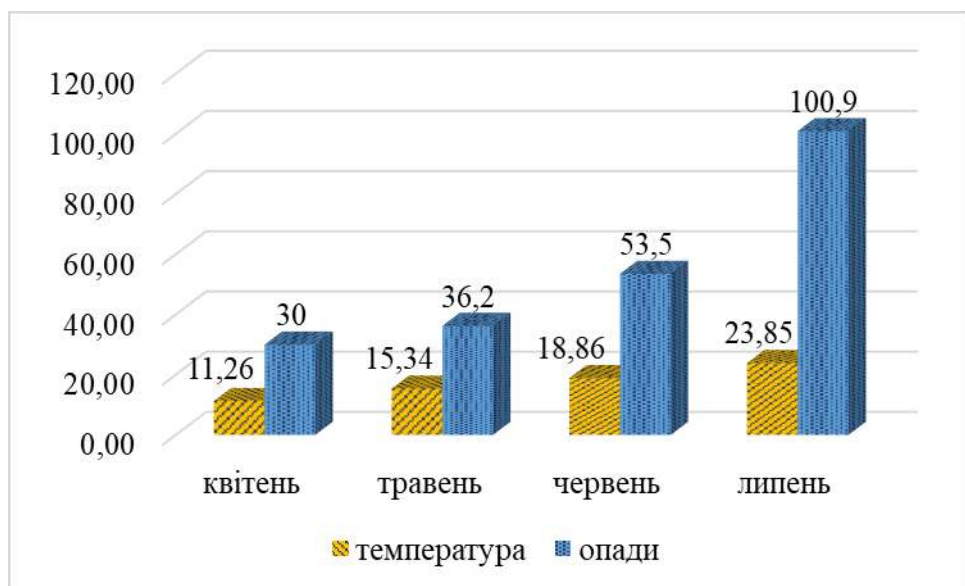


Рис. 2.4. Метеорологічні параметри періоду вегетації ячменю ярого в 2025 році (середньомісячна кількість опадів (мм) та температура (°C))

Весняний період характеризувався достатнім забезпеченням теплом і вологою. У квітні середньомісячна температура повітря становила 11,26 °C за кількості опадів 30 мм, що створило сприятливі умови для проростання насіння, формування сходів і початкового розвитку кореневої системи. У травні температурний режим залишався помірним (15,34 °C), а кількість опадів становила 36,2 мм, що відповідало біологічним потребам культури у фазі куціння та сприяло формуванню продуктивних пагонів і оптимальної густоти стеблостою.

У подальшому погодні умови залишалися сприятливими. У червні середньомісячна температура становила 18,86 °C, а кількість опадів – 53,5 мм, що забезпечувало інтенсивний ріст надземної маси та формування генеративних органів. У липні зафіксовано найвищі температури за період вегетації (23,85 °C) у

поєднанні зі значною кількістю опадів (100,9 мм), що забезпечувало достатнє водозабезпечення рослин у фазі колосіння – наливу зерна. Водночас надмірне зволоження могло локально впливати на аерацію ґрунту, проте не мало критичного негативного значення.

Загалом метеорологічні умови 2025 року характеризувалися достатньою сумою активних температур (2 023,5 °С) та помірною кількістю опадів (182,4 мм), що забезпечило формування оптимального (нормального) гідротермічного коефіцієнта. Важливо, що вологозабезпечення було відносно рівномірним і відповідало біологічним потребам культури у критичні фази розвитку, зокрема в періоді кушіння та формування генеративних органів.

Отже, оптимальне поєднання тепла й вологи та їх рівномірний розподіл протягом вегетаційного періоду забезпечили ефективне формування елементів структури врожаю, створили умови для максимальної реалізації продуктивного потенціалу ячменю ярого, що й зумовило найвищий рівень урожайності серед досліджуваних років.

З метою порівняльної оцінки умов зволоження в роки досліджень було використано гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), який відображає комплексну дію температурного режиму та кількості атмосферних опадів у період вегетації. Аналіз отриманих значень ГТК свідчить про істотну мінливість умов зволоження впродовж 2023–2025 рр.

Порівняння отриманих показників із середніми багаторічними значеннями (1994–2022 рр.), для яких сума активних температур становила 2087,6 °С, сума опадів – 334,2 мм, а ГТК – 1,08, показало, що в роки досліджень спостерігалось істотне зменшення кількості опадів на фоні підвищеного або близького до середнього теплового забезпечення. Це зумовлювало варіабельність гідротермічних умов та різний ступінь забезпеченості ячменю ярого вологою в окремі роки.

Таблиця 2.1

**Сума активних температур, сума опадів та гідротермічний коефіцієнт
за роки досліджень (квітень–липень, 2023–2025 рр.)**

Рік	Сума активних температур, °С	Сума опадів, мм	ГТК	Рік за зволоженням
2023	1882,8	202,7	1,07	Нормальний
2024	2227,3	144,7	0,65	Сухий
2025	2023,5	182,4	0,9	Нормальний
Середнє багаторічне (1994–2022)	2087,6	334,2	1,08	Нормальний

Разом із тим встановлено, що рівень продуктивності культури визначався не лише абсолютними значеннями гідротермічного коефіцієнта, а й особливостями розподілу опадів упродовж вегетаційного періоду. Так, у 2023 році за формально нормального рівня зволоження (ГТК 1,07) нерівномірний розподіл опадів, зокрема їх дефіцит у фазі кушіння, призвів до зниження кількості продуктивних пагонів і врожайності. У 2024 році, незважаючи на низьке значення ГТК (0,65), відносно краще вологозабезпечення у критичний період кушіння сприяло формуванню достатньої густоти продуктивного стеблостою та підвищенню врожайності порівняно з попереднім роком. Найбільш сприятливі умови склалися у 2025 році, коли за нормального значення ГТК (0,90) та відносно рівномірного розподілу опадів було забезпечено оптимальне проходження критичних фаз розвитку культури, що зумовило формування найвищого рівня продуктивності.

Отже, визначено, що вирішальне значення у формуванні врожайності ячменю ярого має не стільки загальний рівень гідротермічного коефіцієнта, скільки забезпеченість рослин вологою у критичні фази розвитку та рівномірність її надходження протягом вегетаційного періоду.

2.2. Схема досліду та методики проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводили на дослідних полях Навчально-науково-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету, розташованих у межах північно-східного Лісостепу України, упродовж 2023–2025 років. Метою досліджень було встановлення впливу сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин на формування врожаю й показників якості зерна ячменю ярого в умовах вибраної природно-кліматичної зони.

Об'єкт дослідження – процес оптимізації формування врожайності ячменю ярого залежно від сортових особливостей, регуляторів росту рослин та погодних умов.

Предмет дослідження – сорти ячменю ярого, регулятори росту з антистресовою дією, врожайність зерна та показники його якості, погодні умови, економічна та енергетична ефективність досліджуваних елементів технології вирощування.

За темою дисертаційної роботи проведено двофакторний польовий дослід [7, 23, 25].

Схема досліду. Фактор А – сорти ячменю ярого (Командор, Аграрій, Алісіана, Акордіне, Богун,); фактор В – регулятори росту: контроль (без застосування регуляторів); (Келпак – 2 л/га,); (Блек Джек – 3 л/га); (Агростимулін – 20 мл/га), Гуміфілд – 45 г/га,); (Ярило Аміно Мікс – 0,5 л/га); (Терпал – 2 л/га). Параметри досліду: $l_a = 5$, $l_b = 7$; $n = 3$, площа облікової ділянки 15 м². Ділянки розміщені методом організованих повторень.

Технологія вирощування ячменю ярого в дослідках була загальноприйнятою для умов Лісостепу України й відповідала зональним рекомендаціям, за винятком елементів, які були предметом дослідження.

Попередником культури були зернові колосові. Після збирання попередника проводили лушення стерні дисковими боронами АГ–2,4. Калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту. Основний обробіток ґрунту здійснювали за

допомогою зяблевої оранки плугом ПЛН–3–35. Навесні, після настання фізичної стиглості ґрунту, проводили закриття вологи важкими боронами БЗТС–1,0.

Передпосівний обробіток ґрунту передбачав культивуацію агрегатом КПС–2,4 з одночасним внесенням мінеральних добрив розкидним способом. Сівбу ячменю ярого здійснювали звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см. Норма висіву становила 4,5 млн схожих насінин на 1 га. Посів проводили селекційною сівалкою КЛЕН–1,5 на глибину 4 см. Строки сівби – I декада квітня за умови прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 10–12 °С.

Догляд за посівами передбачав прикочування за допомогою агрегату ККШ 6. Для контролю бур'янів на важких ґрунтах застосовували гербіцид Аксіал у нормі 1 л/га.

Препарати, передбачені схемою досліду (регулятори росту рослин), вносили у визначені фази розвитку культур відповідно до шкали ВВСН із використанням спеціально обладнаного обприскувача Steige. Норма витрати робочого розчину становила 300 л/га.

Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин ячменю ярого проводили відповідно до «Методики державного сортовипробування...» [18]. Основні обліки виконували під час настання таких фаз розвитку: кущення, вихід у трубку, колосіння та воскова стиглість, використовуючи попередньо марковані рослини.

Площу листової поверхні визначають для оцінки фотосинтетичної діяльності рослин. Для цього використовують зразки рослин, відібраних у різні фази росту й розвитку під час обліку стану посівів.

Серед відомих методів найчастіше застосовують метод висічок. Він полягає у відборі 10–15 типових рослин, із яких зрізають листки та визначають їх загальну масу. Далі листову масу формують у шари, за допомогою спеціального пробивача отримують висічки однакової площі. Висічки зважують, після чого загальну площу листової поверхні розраховують за співвідношенням маси всіх листків до маси відібраних висічок із урахуванням їх кількості та площі однієї висічки [15, 28].

Розрахунки проводили за формулою $\Pi=(M \cdot n \cdot K)/m$:

де Π – загальна площа листа в пробі, cm^2 ;

M – маса листа в пробі, г;

n – площа однієї висічки, cm^2 ;

K – кількість висічок, шт;

m – маса висічок, г.

Отримане значення дає змогу визначити середню площу листа однієї рослини, а з урахуванням густоти стояння – розрахувати загальну листкову поверхню посіву на одиницю площі.

Уміст хлорофілу визначали у спиртових витяжках із подальшим вимірюванням на спектрофотометрі ULAB–102 (Китай) [28]. Посівні якості насіння, зокрема лабораторну схожість і масу 1 000 насінин, оцінювали відповідно до вимог ДСТУ 4138–2002 [20].

Облік урожаю здійснювали суцільним методом із кожної облікової ділянки з одночасним визначенням елементів структури врожаю [8, 25]. Уміст білка встановлювали за допомогою інфрачервоного аналізатора SupNir–270 (Китай) [10] на основі аналізу відібраних модельних снопів. Дослідження структури врожаю проводили згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [18].

Збирання врожаю виконували подільно комбайном Massey Ferguson, після чого зерно доводили до 100 % чистоти та стандартної вологості 14 %. Статистичне оброблення експериментальних даних проводили методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу з використанням програм Excel і Statistica 10 [9, 13].

Економічну й енергетичну ефективність застосування досліджуваних регуляторів росту оцінювали за загальноприйнятими методиками Медведовського А. К. та Іваненка П. І. та ін. [14, 16].

2.3. Матеріали для проведення досліджень

Оскільки в Україні зареєстровано значну кількість оригінаторів сортів ячменю ярого, для проведення досліджень було використано сорти як вітчизняної, так і іноземної селекції. Добір сортового матеріалу здійснювали з урахуванням їх поширеності у виробництві, адаптивності до ґрунтово-кліматичних умов та господарсько-цінних ознак. Усі використані сорти ячменю ярого на момент відбору були занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [5].

Командор. Сорт ячменю ярого Командор створений в Україні в Селекційно-генетичному інституті – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення НААН. Внесений до Державного реєстру сортів рослин України в 2007 році. Сорт належить до середньостиглої групи, тривалість вегетаційного періоду становить 76–79 діб.

Сорт рекомендований для вирощування в умовах Полісся та Лісостепу. За даними державного сортовипробування, урожайність у зазначених зонах становить 5,5–7,4 т/га. У конкурсному сортовипробуванні середній урожай за три роки досягав 74,4 ц/га, що перевищувало стандарт на 17,1 ц/га.

Рослини середньорослі, висотою 65–70 см, формують вирівняний стеблостій із високою кущистістю. Сорт характеризується високою стійкістю до вилягання (8–9 балів), осипання (7–8 балів) та посухи (до 7 балів). Відзначається високою стійкістю до основних хвороб, зокрема борошнистої роси, карликової іржі та гельмінтоспоріозу (до 9 балів).

Колос дворядний, довжиною 8–10 см, нещільний, неламкий. Зерно солом'яно-жовте, вирівняне (до 96 %), еліптичної форми. Маса 1 000 зерен становить 48–50 г.

Сорт належить до пивоварного напряму використання та придатний для вирощування за умов інтенсивного землеробства, характеризується високою адаптивністю та стабільністю формування врожаю [5].

Аграрій. Сорт ячменю ярого Аграрій створений в Інституті рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН. До Державного реєстру сортів рослин України сорт внесено в 2014 році. Сорт належить до середньостиглої групи, тривалість вегетаційного періоду становить близько 85 діб.

Сорт рекомендований для вирощування в зонах Степу, Лісостепу та Полісся. Характеризується високою екологічною пластичністю та адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов. Потенційна врожайність сорту досягає 8,5 т/га, у виробничих умовах – 6,27–7,12 т/га.

Рослини середньорослі, висотою 60–70 см, формують вирівняний стеблостій із високою кущистістю. Сорт характеризується високою стійкістю до вилягання (9 балів) та осипання (8 балів), що забезпечує надійність посівів.

Колос дворядний, різновид нутанс. Зерно вирівняне, з масою 1 000 зерен 44–46 г. Уміст білка становить 12,5–14,0 %, натура зерна – близько 670 г/л.

Сорт відзначається високою стійкістю до основних хвороб, зокрема чорної та кам'яної сажки, гельмінтоспоріозу (до 9 балів), а також до борошнистої роси та карликової іржі (8–9 балів).

Сорт Аграрій належить до зернового напряму використання, характеризується стабільною продуктивністю та придатний для вирощування за умов напівінтенсивних технологій [5].

КВС Алісіана – середньостиглий сорт ячменю ярого іноземної селекції, створений методом самозапилення компанією KWS Lochow GmbH (Німеччина). До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, внесений у 2011 році. Сорт рекомендований для вирощування в умовах Полісся, Лісостепу та Степу.

Сорт характеризується високим потенціалом продуктивності та стабільністю формування врожаю в широкому діапазоні ґрунтово-кліматичних умов. Відзначається високою екологічною пластичністю та невибагливістю до попередників і ґрунтів, що забезпечує його ефективне використання в різних технологіях вирощування.

Рослини низькорослі, висотою близько 60 см, формують вирівняний стеблостій із середньою щільністю колосу. Сорт відзначається високою стійкістю до вилягання (9 балів), осипання (9 балів) та посухи (8 балів), що забезпечує надійність посівів і зменшення втрат урожаю.

Зерно характеризується високою крупністю та доброю виповненістю, маса 1 000 зерен є високою (51–54 г). Натура зерна перевищує середній рівень, що свідчить про високі товарні якості. Уміст білка є низьким, що відповідає вимогам пивоварного напряму використання. Сорт відзначається високою екстрактивністю солоду, високим числом Хартонга, високим ступенем зброджування та низькою в'язкістю, що визначає його придатність для пивоварної промисловості.

Сорт належить до зернового та пивоварного напряму використання, характеризується високою стійкістю до основних хвороб, що дозволяє зменшити витрати на засоби захисту рослин.

Завдяки поєднанню високої продуктивності, адаптивності та якості зерна сорт КВС Алісіана є ефективним для використання в умовах інтенсивного землеробства [5].

Акордіне – середньоранній сорт ячменю ярого іноземної селекції, створений методом самозапилення компанією Saaten-Union GmbH (Німеччина). Офіційно внесений до переліку сортів, дозволених до поширення в Україні, у 2019 році. Тривалість вегетаційного періоду становить 82–87 діб.

Сорт рекомендований для вирощування в умовах Полісся та Лісостепу. Характеризується високою адаптивністю до умов нестійкого зволоження та стабільністю формування врожаю. За даними виробничих посівів, урожайність може досягати 60 ц/га, у державному сортовипробуванні – 24,8–55,2 ц/га.

Рослини низькорослі, висотою 54–65 см, формують вирівняний стеблостій із середньою інтенсивністю кущіння. Сорт відзначається високою стійкістю до вилягання (8–9 балів), осипання (8–9 балів) та посухи (7–9 балів), що забезпечує технологічність вирощування та зменшення втрат урожаю.

Зерно добре виповнене та вирівняне (95,1–97,3 %), маса 1 000 зерен становить 48–52 г. Уміст білка – у межах 12,0–12,9 %, що відповідає вимогам до зернового використання.

Сорт характеризується високою стійкістю до основних хвороб, зокрема борошнистої роси, гельмінтоспоріозу та сажкових хвороб (8–9 балів), що забезпечує зниження потреби в захисних заходах.

Сорт належить до зернового напряму використання, добре реагує на підвищений агрофон, зокрема на внесення азотних добрив, і придатний для вирощування в умовах інтенсивних технологій [5].

МШ Богун – сорт ячменю ярого вітчизняної селекції, створений у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Реєстрацію сорту в Державному реєстрі сортів рослин України здійснено в 2017 році. Сорт належить до середньостиглої групи, тривалість вегетаційного періоду становить 84–92 доби.

Рекомендований для вирощування в умовах Полісся, Лісостепу та Степу, характеризується стабільною продуктивністю. Урожайність у державному сортовипробуванні становить 26,1–49,8 ц/га, за багаторічними даними – 25,3–39,4 ц/га.

Рослини середньорослі, висотою 62–72 см, формують вирівняний стеблостій із помірною інтенсивністю кушіння. Сорт відзначається високою стійкістю до вилягання (8,1–9,0 балів), осипання (8,6–9,0 балів) та посухи (8,3–8,8 балів), що забезпечує надійність посівів і зменшення втрат урожаю.

Зерно добре виповнене та вирівняне (92,0–96,6 %), маса 1 000 зерен становить 40–46 г. Уміст білка – у межах 11,8–13,2 %, що визначає придатність сорту для зернового використання.

Сорт характеризується високою стійкістю до основних хвороб, зокрема борошнистої роси (до 9,0 балів), гельмінтоспоріозу (8,0–9,0 балів) та сажкових хвороб (8,8–9,0 балів), що сприяє зменшенню витрат на захист рослин.

МПП Богун належить до зернового напрямку використання, відзначається доброю адаптивністю до різних умов вирощування та придатний для застосування в сучасних технологіях землеробства.

Для оцінення впливу регуляторів росту на формування продуктивності ячменю ярого в дослідженні використано низку препаратів. Усі вони внесені до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [5].

До переліку використаних регуляторів росту належать:

Келпак – біологічний регулятор росту рослин природного походження, призначений для позакореневого застосування на сільськогосподарських культурах, зокрема зернових. Препарат містить комплекс природних фітогормонів – ауксини (11 мг/л) та цитокініни (0,03 г/л), а також біологічно активні сполуки, що беруть участь у регуляції обмінних процесів рослинного організму. Келпак стимулює розвиток кореневої системи, активізує ростові процеси, поліпшує поглинання води та елементів живлення, підвищує фотосинтетичну активність і стійкість рослин до абіотичних стресів.

Препарат застосовують позакоренево у вигляді водного розчину з нормою витрати 1,0–3,0 л/га залежно від фази розвитку та умов вирощування. Для зернових колосових, зокрема й для ячменю ярого, найбільш ефективним є внесення від фази кушіння до колосіння. Келпак можна використовувати як самотійно, так і в бакових сумішах із більшістю засобів захисту рослин і мікродобривами за умови перевірки сумісності. Рекомендована норма витрати робочого розчину становить 200–300 л/га. Застосування препарату сприяє підвищенню життєздатності рослин, оптимізації формування елементів структури врожаю та поліпшенню кількісних і якісних показників урожайності [4].

Блек Джек – біологічно активний препарат на основі гумінових і фульвокислот, призначений для стимуляції росту та розвитку сільськогосподарських культур і підвищення ефективності використання поживних речовин. Препарат містить гумінові кислоти (19–21 %) та фульвокислоти (3–5 %), які активізують фізіолого-біохімічні процеси в рослинах,

сприяють розвитку кореневої системи, поліпшують засвоєння макро- та мікроелементів і підвищують адаптаційну здатність рослин до несприятливих умов середовища.

Блек Джек застосовують переважно позакоренево, а також можливе використання для обробки насіння. Рекомендована норма витрати за позакореневого внесення становить 1–4 л/га залежно від культури та фази розвитку. Для ячменю ярого оптимальними строками застосування є фаза кущіння та початок виходу в трубку. Препарат сумісний з більшістю засобів захисту рослин і мінеральними добривами за умови попередньої перевірки на сумісність. Норма витрати робочого розчину становить 200–300 л/га. Застосування Блек Джека сприяє поліпшенню ростових показників, підвищенню стійкості рослин до абіотичних стресів і формуванню більш стабільних показників урожайності [4].

Ярило Аміно Мікс є рідким концентрованим добривом із вираженою стимулювальною та антистресовою дією, який призначений для позакореневого підживлення сільськогосподарських культур. До складу препарату входять вільні амінокислоти в концентрації 200 г/л, які активно залучаються до фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі.

Завдяки високому вмісту амінокислот препарат швидко проникає у тканини рослин, активізує обмінні процеси, сприяє синтезу білків, вуглеводів і фітогормонів, регулює гормональний баланс та підвищує інтенсивність фотосинтезу. Його застосування забезпечує підвищення стійкості рослин до дії абіотичних стресів (низькі температури, посуха, гербіцидне навантаження), сприяє швидшому відновленню ростових процесів та покращує формування генеративних органів.

Обробку рослин препаратом проводять упродовж вегетації за допомогою позакореневого внесення. Обробку доцільно проводити у фазі кущіння та на початку виходу в трубку, що збігається з періодом інтенсивного росту та формування генеративних органів.

Рекомендована норма витрати препарату становить 0,5–1,0 л/га за норми витрати робочого розчину 200–300 л/га, що забезпечує рівномірне покриття листкової поверхні та ефективне засвоєння активних речовин.

Застосування препарату сприяє підвищенню інтенсивності ростових процесів, поліпшенню фізіологічного стану рослин та більш повній реалізації їх продуктивного потенціалу [4].

Агростимулін – регулятор росту рослин природного походження, призначений для стимуляції ростових процесів і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. До складу препарату входить комплекс біологічно активних речовин, зокрема солі гумінових кислот, вільні амінокислоти, а також природні фітогормони (ауксини, гібереліни, цитокініни) у поєднанні з 2,6-диметилпіридин-1-оксидом (26 г/л) та мікроелементами (Zn, Cu, Mn, Mg, Ca, Fe, Na, K) у фізіологічно обґрунтованих концентраціях. Завдяки такому складу Агростимулін активізує ферментативні та обмінні процеси в рослинному організмі, стимулює розвиток кореневої системи та поліпшує засвоєння елементів живлення.

Препарат застосовують переважно позакоренево у вигляді водного розчину, можливе також використання для передпосівної обробки насіння. Рекомендована норма витрати за позакореневого внесення становить 20–40 мл/га залежно від культури та фази розвитку. Для ячменю ярого найбільш ефективним є застосування у фазі кущіння та на початку виходу в трубку. Агростимулін сумісний із більшістю засобів захисту рослин і мінеральними добривами за умови попередньої перевірки на сумісність. Норма витрати робочого розчину становить 200–300 л/га. Застосування препарату сприяє підвищенню життєздатності рослин, їх стійкості до абіотичних стресів і оптимізації формування елементів структури врожаю [4].

Препарат **Гуміфілд** належить до регуляторів росту природного походження та застосовується для стимуляції ростових процесів, підвищення ефективності використання елементів живлення й формування продуктивності рослин. Основу препарату становлять гумінові речовини, зокрема солі гумінових кислот

(≈ 750 г/кг), фульвокислоти (≈ 80 г/кг), амінокислоти, макро- та мікроелементи, які активізують ґрунтову мікрофлору, поліпшують доступність поживних речовин і стимулюють розвиток кореневої системи.

Під впливом препарату посилюються ферментативні та обмінні процеси, підвищуються фотосинтетична активність і загальна життєздатність рослин. Гуміфілд застосовують для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення у період вегетації.

Рекомендована норма витрати за позакореневого внесення становить 45–50 г/га за норми робочого розчину 200–300 л/га. Для ячменю ярого найбільш ефективним є застосування у фазі кущіння та на початку виходу в трубку. Препарат сумісний із більшістю мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Його використання сприяє поліпшенню розвитку кореневої системи, підвищенню стійкості рослин до стресових факторів та оптимізації формування елементів структури врожаю [4].

Терпал є регулятором росту рослин із ретардантною дією, який містить етефон (155 г/л) та мепікват-хлорид (305 г/л) і широко застосовується в технологіях вирощування зернових культур для регулювання ростових процесів, підвищення стійкості рослин до вилягання та оптимізації формування елементів структури врожаю. Його дія пов'язана з впливом на біосинтез гіберелінів – фітогормонів, що визначають інтенсивність росту стебла. Унаслідок цього зменшується надмірне видовження міжвузлів, формується більш компактна, вирівняна та міцна надземна маса, посилюється розвиток кореневої системи і підвищується механічна міцність стебла. Це забезпечує підвищення стійкості рослин до вилягання, особливо за умов інтенсивного мінерального живлення, загущених посівів або надмірного зволоження. Препарат застосовують позакоренево в період вегетації, оптимально у фазі кущіння – початок виходу в трубку, коли відбувається активний ріст стебла та закладаються елементи продуктивності, за потреби можливе повторне внесення.

Рекомендована норма витрати препарату становить 1,0–2,0 л/га за норми витрати робочого розчину 200–300 л/га, що забезпечує ефективну дію препарату.

Терпал характеризується доброю сумісністю з більшістю засобів захисту рослин і мінеральними добривами, що дає змогу використовувати його в бакових сумішах (за умови попередньої перевірки на сумісність).

Застосування препарату забезпечує регулювання ростових процесів, поліпшення архітектоніки рослин та більш ефективного використання елементів живлення, що сприяє формуванню стійкого до вилягання травостою. Це створює передумови для повнішої реалізації продуктивного потенціалу культури та забезпечує стабільний рівень урожайності за різних умов вирощування [4].

Висновки до розділу 2

1. Умови проведення досліджень відповідали типовим гідрометеорологічним показникам північно-східної частини Лісостепу України, що є сприятливими для вирощування ячменю ярого в цій ґрунтово-кліматичній зоні. Погодні фактори, які склалися протягом вегетаційних періодів досліджень, забезпечили можливість отримати достовірні експериментальні дані та провести комплексну й об'єктивну оцінку досліджуваних сортів ячменю ярого. Аналіз здійснювали за сукупністю господарсько-цінних ознак, рівнем адаптивності до умов вирощування, показниками продуктивності та якісними характеристиками зерна.

2. У дослідженнях використовували сорти різного походження, створені різними оригінаторами та занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Вони відрізнялися між собою морфологічними показниками, біологічними властивостями, тривалістю вегетаційного періоду, а також рівнем стійкості до абіотичних і біотичних чинників середовища. Залучення до експерименту сортів із різним генетичним потенціалом дало змогу більш повно оцінити їх реакцію на умови вирощування та визначити ступінь реалізації продуктивних можливостей у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

3. Застосовані методичні підходи до проведення польових і лабораторних досліджень забезпечили високий рівень наукової обґрунтованості отриманих результатів. Використання загальноприйнятих та стандартизованих методик сприяло дотриманню точності обліків, відтворюваності експерименту та можливості коректного статистичного аналізу даних. Це зі свого боку створило належні передумови для ґрунтового теоретичного узагальнення результатів і формулювання об'єктивних висновків щодо ефективності вирощування досліджуваних сортів.

Список використаних джерел до розділу 2

1. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ : Нора-прінт, 2014. 168 с.
2. Балюк С. А., Кучер А. В. Стан родючості ґрунтів України: показники, динаміка, управління. Харків : Смугаста типографія, 2019. 188 с.
3. Біологічно активні речовини в рослинництві : підручник / З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренко, В. П. Карпенко, І. Б. Леонтюк. Київ : Нічлава, 2008. 352 с.
4. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.02.2022 р. № 135. URL: <https://mepr.gov.ua/>.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні: станом на 22.09.2022 р. / Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ, 2022. URL: <https://test.data.gov.ua/dataset/22d2fe72-1f3b-414c-9ba5-e28af3917719>.
6. Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ : Ніка-Центр, 2010. 620 с.
7. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська та ін. ; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
8. Ермантраут Е. Р., Госп П., Шелестов В. В. Офіційна методика проведення польових дослідів з зерновими та зернобобовими культурами. Київ, 2014.
9. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica : метод. вказівки. Київ, 2007. 55 с.

10. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії: ДСТУ 4117:2007. [Чинний від 2017-08-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 7 с.
11. Зернові, бобові та продукти їхнього розмелу. Визначення вмісту азоту та розрахунок вмісту сирого білка. Метод К'ельдаля. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
12. Ковальчук М. І. Економічний аналіз у сільському господарстві : навч.-метод. посіб. Київ : КНЕУ, 2002. 282 с.
13. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології : навч. посіб. / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Скляр, С. М. Панченко. Суми : Університетська книга, 2000. 203 с.
14. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
15. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. Київ : Нічлава, 2003. 320 с.
16. Методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідних робіт. Київ : ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2010. 72 с.
17. Методика випробування і застосування регуляторів росту рослин / С. П. Пономаренко, М. С. Соцька, В. П. Мусатенко. Київ : ВГЛ «Обрії». 2012. 60 с.
18. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / за ред. В. В. Волкодава. Київ : Алефа, 2000. Вип. 1. 100 с.
19. Моргун В. В., Швартау В. В., Кіризій Д. А. Фізіологічні основи отримання високої продуктивності зернових злаків. Фізіологія рослин: Проблеми та перспективи розвитку. Київ, 2009. Т. 1. С. 11–42.
20. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: ДСТУ 4138–2002. [Чинний від 2004-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2003. 173 с.

21. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / за ред. В. М. Зубця. Київ : Логос, 2004. 776 с.
22. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур: довідник / за ред. В. В. Кириченка, Ю. Г. Красиловця. Харків : Магда LTD, 2006. 252 с.
23. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз ; за ред. В. О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.
24. Польовий А. М. Сільськогосподарська метеорологія. Одеса : «ТЕС», 2012. 630 с.
25. Присяжнюк О. І., Ермантраут Е. Р., Шевченко І. Л. Методологія проведення польового дослідження: практичні поради. Київ : Нілан-ЛТД, 2016. 142 с.
26. Продукція рослинництва. Методи відбору проб. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017.
27. Ткачик С. О. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2015. 110 с.
28. Фізіологія рослин: методи лабораторного практикуму / М. М. Мусієнко, П. С. Славний, М. С. Кур'ята. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 392 с.
29. Чорноземи та умови їх ефективного використання / за ред. М. І. Полупана. Київ : Аграрна наука, 2015. 230 с.
30. Ячмінь. Технічні умови: ДСТУ 3769:2017. [Чинний від 01.08.2017]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 18 с.

РОЗДІЛ 3

РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Формування морфологічних параметрів рослин ячменю ярого є одним із визначальних чинників, що обумовлюють рівень їх індивідуальної продуктивності, конкурентоспроможність у фітоценозі та загальну адаптивність до мінливих умов довкілля. Процес морфогенезу є результатом складної взаємодії генетичної програми сорту та модифікувального впливу зовнішніх факторів, серед яких у сучасних інтенсивних технологіях рослинництва особливе місце посідає застосування екзогенних регуляторів росту.

Сортові особливості ячменю ярого детермінують базову архітекtonіку рослин: темпи наростання вегетативної маси, динаміку лінійного росту, довжину міжвузлів та габітус куща. Ці морфометричні показники є фундаментальними індикаторами стану посіву, оскільки вони безпосередньо корелюють із фотосинтетичним потенціалом та здатністю рослин ефективно перерозподіляти асимілянти до репродуктивних органів. Водночас використання регуляторів росту дозволяє цілеспрямовано коригувати фізіологічні процеси за допомогою оптимізації гормонального статусу, що веде до зміни темпів росту та формування більш стійкої до вилягання морфоструктури.

Поряд із дослідженнями ячменю, науковці відзначають подібні закономірності й у інших зернових злаків. Так, у працях Каленської С. М. показано, що регулятори росту на посівах пшениці озимої забезпечують оптимізацію кущіння та поліпшення архітекtonіки рослин, що підвищує їх стійкість до несприятливих умов без зниження фотосинтетичної активності [11, 7, 27]. Схожі тенденції характерні й для вівса, де використання біопрепаратів сприяло не лише збільшенню кількості листків, а й продовженню періоду їх функціональної активності [13].

3.1. Сортові особливості формування морфологічних параметрів рослин ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин

Важливе значення у формуванні продуктивності ячменю ярого мають морфологічні показники рослин, які відображають інтенсивність ростових процесів та реакцію культури на дію генетичних і технологічних чинників. За даними вітчизняних і зарубіжних досліджень, кількість пагонів, розвиток листкового апарату та накопичення сухої речовини є чутливими індикаторами впливу як сортових особливостей, так і біологічно активних речовин [2, 16]. Зокрема, у дослідженнях, проведених у степових умовах України, доведено, що застосування регуляторів росту сприяє підвищенню продуктивної кущистості та формуванню більш потужного стеблостою [6, 23]. Аналогічні результати отримано у працях Іщенко О. В. та Горобця О. В., де відзначено істотне збільшення кількості пагонів і листків у критичні фази органогенезу під впливом біостимуляторів [4, 6].

Оцінку впливу досліджуваних факторів було розпочато з аналізу динаміки висоти рослин, яка є базовим показником інтенсивності ростових процесів та важливим елементом формування структури посіву. Висота рослин значною мірою залежала як від спадкових характеристик досліджуваних сортів, так і від специфіки дії застосованих регуляторів росту, що зумовило необхідність їх комплексного вивчення та статистичного аналізу.

Аналіз результатів досліджень свідчить про істотний вплив як сортових особливостей, так і застосування регуляторів росту рослин на формування висоти рослин ячменю ярого (табл. 3.1). Установлено, що вже у фазі трубкування спостерігається диференціація досліджуваних сортів за інтенсивністю росту.

Серед досліджуваних сортів найменшу висоту рослин у цій фазі формували сорти Алісіана (29,7–35,5 см), тоді як сорти Акордіне та Богун характеризувалися більш інтенсивним ростом і формували рослини висотою до 38,2 та 37,2 см відповідно. Різниця між сортами перевищувала значення НР₀₅ для фактора А (0,47 см), що свідчить про статистичну достовірність установлених відмінностей.

Таблиця 3.1

Висота рослин ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин, см (середнє за 2023–2025 рр.)

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Висота рослин, см (трубкування)	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В	Висота рослин, см (колосіння),	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Командор	Контроль	30,7	32,9	32,9	59,4	56,9	57,2
	Келпак	34,7		34,8	58,5		58,6
	Блек Джек	32,9		35,2	56,8		59,0
	Агростимулін	33,4		36,0	56,5		59,4
	Гуміфілд	32,3		34,9	56,6		58,6
	Ярило Аміно Мікс	31,4		34,3	56,8		59,3
	Терпал	34,7		32,0	54,0		56,0
Аграрій	Контроль	34,7	34,4		54,9	57,3	
	Келпак	34,9			56,7		
	Блек Джек	36,9			61,0		
	Агростимулін	36,4			58,2		
	Гуміфілд	35,4			56,9		
	Ярило Аміно Мікс	32,4			58,0		
	Терпал	30,2			55,4		
Акордіне	Контроль	36,6	36,5		56,5	57,9	
	Келпак	37,8			57,7		
	Блек Джек	36,9			58,0		
	Агростимулін	37,5			60,0		
	Гуміфілд	36,2			58,1		
	Ярило Аміно Мікс	38,2			58,9		
	Терпал	32,6			56,2		
Алісіана	Контроль	29,7	32,8		53,0	55,7	
	Келпак	32,9			55,8		
	Блек Джек	32,8			56,0		
	Агростимулін	35,5			57,6		
	Гуміфілд	34,2			58,4		
	Ярило Аміно Мікс	34,0			56,7		
	Терпал	30,3			52,3		
Богун	Контроль	32,6	35,0		62,2	63,7	
	Келпак	33,9			64,5		
	Блек Джек	36,8			63,4		
	Агростимулін	37,2			65,1		
	Гуміфілд	36,1			63,1		
	Ярило Аміно Мікс	35,8			66,0		
	Терпал	32,3			62,0		
НІР₀₅	АВ = 1,24		А = 0,47	В = 0,56	АВ = 2,83	А = 1,07	В = 1,26

Застосування регуляторів росту загалом сприяло підвищенню висоти рослин порівняно з контролем, однак ефект їх дії залежав від біологічних особливостей сорту. У більшості варіантів приріст висоти перевищував НІР₀₅ для фактора В (0,56 см), що підтверджує істотність впливу застосованих препаратів.

Найбільш виражену стимулювальну дію у фазі трубкування виявили препарати Блек Джек, Агростимулін та Ярило Аміно Мікс, за використання яких у більшості сортів відзначено підвищення висоти рослин. Водночас застосування Терпалу в окремих випадках обумовлювало стримування ростових процесів, що проявлялося в зниженні висоти рослин, причому ці відмінності також були статистично обґрунтованими.

У фазі колосіння відмічено подальше наростання висоти рослин у всіх варіантах досліджу. Також зберігалася сортова специфічність реакції: максимальні значення показника формували рослини сорту Богун (до 66,0 см), тоді як у сорту Алісіана вони залишалися найнижчими (52,3–58,4 см). Установлені відмінності між сортами перевищували НІР₀₅ для фактора А (1,07 см), що підтверджує їх достовірність.

Дія регуляторів росту в цій фазі також була неоднорідною: найбільш ефективними виявилися Агростимулін та Ярило Аміно Мікс, тоді як Терпал здебільшого сприяв зменшенню висоти рослин. Різниця між варіантами обробки перевищувала НІР₀₅ для фактора В (1,26 см), що свідчить про істотний вплив регуляторів росту на формування цього показника.

Необхідно відзначити, що дія регуляторів росту мала виражений диференційований характер залежно від сорту, що підтверджується варіюванням показників у межах досліджу. Взаємодія факторів А і В також була статистично значущою, оскільки відмінності між варіантами перевищували НІР₀₅ для взаємодії АВ (1,24 см у фазі трубкування та 2,83 см у фазі колосіння). Це свідчить про істотну роль поєднання сортових особливостей і застосування регуляторів росту у формуванні висоти рослин ячменю ярого.

За результатами досліджень було проведено дисперсійний аналіз, який дав змогу встановити ступінь впливу кожного з досліджуваних чинників на формування висоти рослин ячменю ярого у фазі трубкування (рис. 3.1).

Аналіз отриманих даних свідчить, що визначальна роль у формуванні висоти рослин належала взаємодії факторів А і В, частка впливу якої домінувала й становила 70,50 %. Це свідчить про високу специфічність реакції кожного

конкретного сорту на дію вибраних препаратів, що зумовлює необхідність індивідуального підходу до підбору регуляторів росту для оптимізації архітектури посіву.

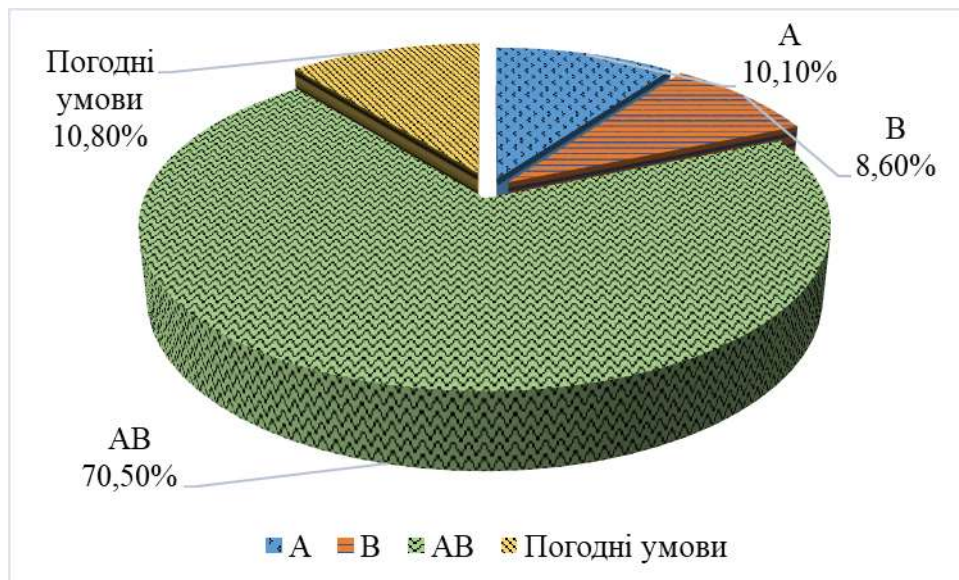


Рис. 3.1. Частка впливу факторів на формування висоти рослин у фазі трубкування ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Вплив погодних умов років проведення досліджень становив 10,80 %. Такий порівняно невисокий показник свідчить про те, що використання сучасних агротехнологічних заходів (регуляторів росту) дозволяє певною мірою нівелювати мінливість кліматичних чинників та стабілізувати ростові процеси.

Частка впливу генетичних особливостей сорту (фактор А) становила 10,10%, що підкреслює важливість підбору вихідного матеріалу. Вплив безпосередньо регуляторів росту (фактор В) як самостійного чинника був найменшим і становив 8,60 %.

Отже, результати аналізу демонструють, що максимальний ефект у керуванні ростовими процесами ячменю ярого досягається саме завдяки вдалому поєднанню сорту та конкретного регулятора росту, оскільки їх синергічна взаємодія (AB) у 7–8 разів перевищує вплив кожного фактора окремо.

Динаміка формування висоти рослин на етапі колосіння свідчить про подальше перерозподілення часток впливу досліджуваних чинників, що відображено за результатами дисперсійного аналізу (рис. 3.2).

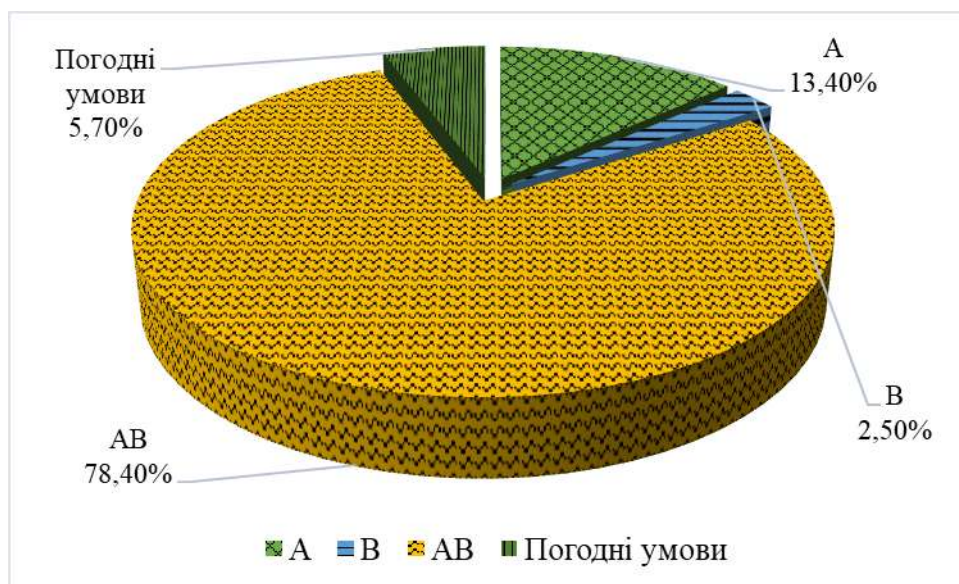


Рис. 3.2. Частка впливу факторів на формування висоти рослин у фазі колосіння ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Установлено, що визначальна роль у цей період належала взаємодії факторів (АВ), частка якої зросла до 78,40 %. Це свідчить про те, що морфологічні показники ячменю на пізніх етапах розвитку визначаються переважно індивідуальною реакцією сорту на дію препарату. Вплив сорту (фактор А) становив 13,40 %, що пояснюється чітким проявом сортових особливостей у фазі колосіння. Частка погодних умов становила лише 5,70 %, що підтверджує стабілізувальний ефект вибраної технології. Найменший самостійний вплив зафіксовано за фактором В (регулятори росту) – 2,50 %, що свідчить про роль препаратів саме як каталізаторів сортового потенціалу через їх потужну взаємодію з генотипом.

Важливим елементом структури продуктивності ячменю ярого є інтенсивність кущіння, що характеризується кількістю пагонів на рослині.

Отримані результати (табл. 3.2) свідчать про істотну залежність цього показника від сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин.

У фазі трубкування кількість пагонів у досліджуваних сортів варіювала в межах 1,2–2,1 шт. Найменші значення зафіксовано в сорту Аграрій (1,2–1,9 шт.), тоді як сорти Акордіне та Алісіана характеризувалися більш інтенсивним кушінням, формуючи до 2,1 пагонів на рослину за дії окремих регуляторів росту. Відмінності між сортами перевищували HP_{05} для фактора А, що свідчить про їх статистичну достовірність.

Застосування регуляторів росту здебільшого сприяло підвищенню кількості пагонів порівняно з контролем, причому найбільш виражений ефект спостерігався за використання Гуміфілду, Келпаку та Ярило Аміно Мікс. Приріст показника у варіантах обробки переважно перевищував HP_{05} для фактора В, що підтверджує істотність впливу застосованих препаратів на інтенсивність кушіння.

У фазі колосіння відмічено певне зменшення кількості пагонів у частини варіантів, що пов'язано з природною редукцією непродуктивних стебел. Водночас у низки сортів за дії регуляторів росту зберігалася вища кількість пагонів порівняно з контролем. Зокрема, у сорту Аграрій максимальне значення (2,0 шт.) отримано за застосування Келпаку, а в сорту Акордіне – за використання Терпалу (2,0 шт.). Установлені відмінності між варіантами перевищували HP_{05} для фактора В, що підтверджує їх достовірність.

Сорт Богун відзначався менш стабільною реакцією на дію препаратів, оскільки кількість пагонів у фазі колосіння змінювалася в межах 1,3–1,8 шт. Для сорту Командор характерним було відносно помірне кушіння (1,3–1,9 шт. у фазі трубкування) з незначними коливаннями під впливом регуляторів росту.

Необхідно відзначити, що дія регуляторів росту мала диференційований характер залежно від сорту, що підтверджується варіюванням показників у межах дослідження. Взаємодія факторів А і В також була статистично значущою, оскільки відмінності між варіантами перевищували HP_{05} для взаємодії АВ, що свідчить про істотну роль поєднання сортових особливостей і застосування регуляторів росту у формуванні інтенсивності кушіння.

Таблиця 3.2

Кількість пагонів рослин ячменю ярого залежно від сортових особливостей та застосування регуляторів росту, шт (середнє за 2023–2025 рр.)

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Кількість пагонів, шт. (трубкування)	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В	Кількість пагонів, шт. (колосіння)	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Командор	Контроль	1,3	1,7	1,4	1,7	1,6	1,6
	Келпак	1,8		1,8	1,6		1,7
	Блек Джек	1,8		1,8	1,6		1,6
	Агростимулін	1,7		1,7	1,4		1,7
	Гуміфілд	1,8		1,9	1,7		1,7
	Ярило Аміно Мікс	1,9		1,9	1,3		1,6
	Терпал	1,9		1,7	1,6		1,8
Аграрій	Контроль	1,2	1,6		1,6	1,7	
	Келпак	1,7			2,0		
	Блек Джек	1,9			1,6		
	Агростимулін	1,7			1,8		
	Гуміфілд	1,7			1,7		
	Ярило Аміно Мікс	1,7			1,5		
	Терпал	1,6			1,8		
Акордіне	Контроль	1,3	1,8		1,5	1,8	
	Келпак	2,0			1,9		
	Блек Джек	1,8			1,5		
	Агростимулін	1,7			1,8		
	Гуміфілд	2,1			1,9		
	Ярило Аміно Мікс	1,9			1,8		
	Терпал	1,6			2,0		
Алісіана	Контроль	1,7	1,8		1,6	1,8	
	Келпак	1,8			1,6		
	Блек Джек	1,8			1,7		
	Агростимулін	1,9			1,9		
	Гуміфілд	2,1			1,7		
	Ярило Аміно Мікс	1,9			1,9		
	Терпал	1,7			1,9		
Богун	Контроль	1,6	1,8		1,4	1,5	
	Келпак	1,8			1,4		
	Блек Джек	1,8			1,8		
	Агростимулін	1,6			1,6		
	Гуміфілд	1,7			1,3		
	Ярило Аміно Мікс	2,0			1,7		
	Терпал	1,8			1,7		

Загалом встановлено, що застосування регуляторів росту рослин сприяє активізації процесів куціння, однак ступінь їх ефективності визначається сортовими особливостями ячменю ярого та фазою розвитку рослин.

У подальшому важливим є оцінити вплив досліджуваних факторів на формування листкового апарату, який відіграє ключову роль у процесах фотосинтезу та забезпеченні продуктивності рослин. Дані, наведені в табл. 3.3, характеризують вплив сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин на формування листкового апарату ячменю ярого в різні фази розвитку.

У фазі трубкування кількість листків на одній рослині змінювалася в межах 7,9–9,5 шт. залежно від сорту та варіантів обробки. Найменші значення відмічено в сорту Командор, тоді як сорти Аграрій, Акордіне та Алісіана формували більш розвинений листковий апарат – до 9,5 листків на рослину. Установлені відмінності між сортами перевищували НІР₀₅ для фактора А (0,22 шт.), що свідчить про їх статистичну достовірність.

Застосування регуляторів росту здебільшого сприяло збільшенню кількості листків порівняно з контролем, причому найвищі показники отримано за використання препарату Ярило Аміно Мікс. Приріст показника у варіантах обробки переважно перевищував НІР₀₅ для фактора В (0,26 шт.), що підтверджує істотний вплив препаратів на формування листкового апарату.

У фазі колосіння відмічено закономірне зменшення кількості листків у всіх досліджуваних варіантах, що пов'язано з природними процесами старіння та відмирання нижніх листків. Водночас вплив регуляторів росту зберігався, забезпечуючи вищі значення показника порівняно з контрольними варіантами, причому різниця між варіантами перевищувала НІР₀₅ для фактора В (0,17 шт.).

Серед сортів найбільшу кількість листків у фазі колосіння формували рослини Алісіана (до 8,9 шт.) та Акордіне (до 8,2 шт.), тоді як сорт Богун характеризувався найменшими значеннями (6,2–7,8 шт.). Відмінності між сортами перевищували НІР₀₅ для фактора А (0,14 шт.), що підтверджує істотний вплив генотипу на формування листкового апарату.

Найбільш ефективним серед досліджуваних препаратів виявився сорт Ярило Аміно Мікс, який забезпечував максимальні показники в більшості сортів, тоді як дія Терпалу була менш вираженою.

Таблиця 3.3

**Середня кількість листків на одній рослині ячменю ярого у фазах
трубкування та колосіння залежно від сорту та регуляторів росту, шт.**

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Кількість листків, шт. (трубкування)	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В	Кількість листків, шт (колосіння)	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Командор	Контроль	7,9	8,0	8,4	7,2	7,4	7,0
	Келпак	8,1		8,8	7,6		7,3
	Блек Джек	8,0		8,8	7,5		7,4
	Агростимулін	8,1		8,7	7,6		7,5
	Гуміфілд	7,9		8,6	7,1		7,1
	Ярило Аміно Мікс	8,3		9,0	7,7		8,1
	Терпал	8,0		8,5	7,4		7,1
Аграрій	Контроль	8,5	9,0		7,4	7,6	
	Келпак	8,7			7,7		
	Блек Джек	9,5			7,8		
	Агростимулін	9,2			7,5		
	Гуміфілд	9,1			7,6		
	Ярило Аміно Мікс	9,3			7,9		
	Терпал	8,7			7,5		
Акордіне	Контроль	8,9	9,1		7,5	7,7	
	Келпак	9,3			7,8		
	Блек Джек	9,2			7,9		
	Агростимулін	9,1			7,6		
	Гуміфілд	9,1			7,0		
	Ярило Аміно Мікс	9,4			8,2		
	Терпал	8,7			7,5		
Алісіана	Контроль	8,6	9,0		6,8	7,4	
	Келпак	9,1			7,0		
	Блек Джек	8,8			7,4		
	Агростимулін	9,1			7,8		
	Гуміфілд	9,0			7,2		
	Ярило Аміно Мікс	9,5			8,9		
	Терпал	8,8			6,9		
Богун	Контроль	8,0	8,3		6,2	6,6	
	Келпак	8,6			6,3		
	Блек Джек	8,4			6,4		
	Агростимулін	8,2			6,9		
	Гуміфілд	8,1			6,4		
	Ярило Аміно Мікс	8,7			7,8		
	Терпал	8,1			6,3		
НІР₀₅	АВ = 0,58		А = 0,22	В = 0,26	АВ = 0,38	А = 0,14	В = 0,17

Взаємодія факторів А і В була статистично значущою, оскільки відмінності між варіантами перевищували НІР₀₅ для взаємодії АВ (0,58 шт. у фазі трубкування та 0,38 шт. у фазі колосіння), що свідчить про визначальну роль поєднання

сортових особливостей і застосування регуляторів росту у формуванні листкового апарату ячменю ярого.

Результати дисперсійного аналізу формування кількості листків у фазі трубкування свідчать про переважний вплив взаємодії досліджуваних чинників (рис. 3.3).

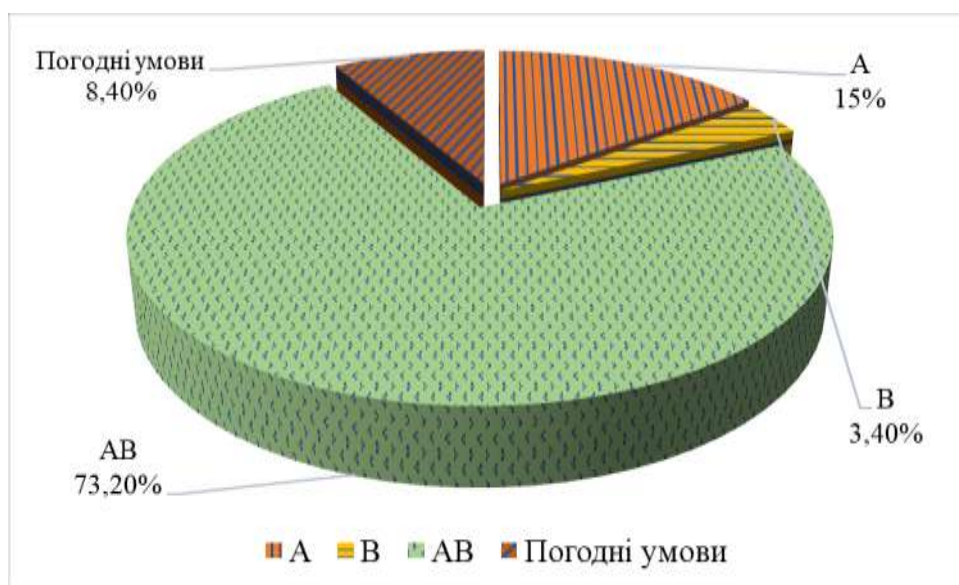


Рис. 3.3. Частка впливу факторів на формування кількості листків рослин у фазі трубкування ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Установлено, що основна частка впливу належала поєднанню факторів (АВ) і становила 73,2 %. Генетичні особливості сорту (фактор А) визначали 15,0 % варіативності ознаки, що свідчить про істотну роль спадкового потенціалу у формуванні асиміляційної поверхні. Вплив погодних умов становив 8,4 %, а самостійна дія регуляторів росту (фактор В) зафіксована на рівні 3,4 %.

Отже, кількість листків у фазі трубкування найбільшою мірою залежить від взаємодії сортових особливостей і застосування регуляторів росту, що свідчить про виражений синергічний ефект досліджуваних факторів.

Станом на фазу колосіння структура факторного аналізу кількості листків зазнала певних змін, хоча основна роль взаємодії генотипу з дією препаратів (АВ) залишилася стабільно високою – 72,20 % (рис. 3.4).

Необхідно відзначити, що на цьому етапі зросло значення регуляторів росту як самостійного чинника до 9,10 %, що свідчить про посилення їх ролі в підтриманні функціонального стану листкового апарату на пізніх етапах органогенезу. Це, ймовірно, пов'язано з їх здатністю впливати на фізіолого-біохімічні процеси, зокрема уповільнювати старіння листків, підтримувати інтенсивність фотосинтетичної діяльності та підвищувати адаптивність рослин до дії стресових факторів.

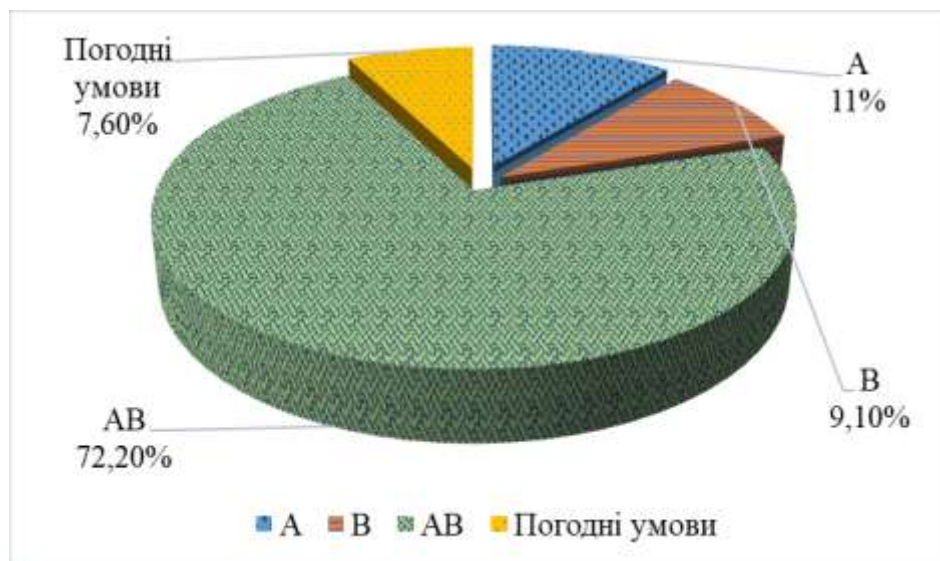


Рис. 3.4. Частка впливу факторів на формування кількості листків рослин у фазі колосіння ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Частка впливу сортових особливостей дещо знизилася до 11,00 %, що може свідчити про часткове вирівнювання генотипових відмінностей під впливом агротехнічних заходів. Водночас погодні умови залишалися найменш впливовим фактором (7,60 %), що свідчить про відносну стабільність формування листкового апарату в умовах проведених досліджень.

Проведені дослідження засвідчили, що формування морфологічних параметрів ячменю ярого значною мірою визначається сортовими особливостями та застосуванням регуляторів росту рослин. Використання препаратів сприяло

збільшенню висоти рослин, інтенсивності куціння та кількості листків, що свідчить про поліпшення умов формування вегетативної маси.

Найбільш виражений позитивний ефект забезпечили препарати Ярило Аміно Мікс та Агростимулін, тоді як застосування Терпалу в окремих випадках обмежувало ростові процеси. Серед сортів більш інтенсивним ростом і розвитком відзначалися Акордіне та Аграрій, тоді як сорт Богун характеризувався нижчими значеннями досліджуваних показників. Отримані результати підтверджують доцільність використання регуляторів росту для оптимізації морфологічної структури посівів ячменю ярого.

3.2. Формування листкової поверхні та фотосинтетичної діяльності рослин ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин

Основою продукційного процесу сільськогосподарських культур є формування потужного фотосинтетичного апарату, здатного максимально ефективно трансформувати енергію сонячної радіації в органічну речовину. У посівах ячменю ярого рівень накопичення біомаси та кінцева врожайність зерна безпосередньо залежать від параметрів листкової поверхні, її просторового розміщення та тривалості активного функціонування асиміляційної системи [1, 5].

Оптимізація фотосинтетичного потенціалу є багатофакторним завданням. Генетичні особливості сучасних сортів визначають архітектоніку рослин та базову площу листя, проте повнота реалізації цього потенціалу лімітується зовнішніми чинниками. У цьому контексті застосування регуляторів росту є дієвим механізмом екзогенного впливу на фізіологічний стан посівів, дозволяючи не лише збільшувати геометричні розміри листкових пластинок, а й підвищувати вміст фотосинтетичних пігментів, зокрема хлорофілу, що пролонгує період активного фотосинтезу [4, 22, 27].

Аналіз сучасних наукових розробок підтверджує, що фундаментом високої врожайності ячменю є оптимальний розвиток фотосинтетичного апарату.

Дослідники Іщенко В. А., Козелець Г. М. та Губарев О. Д. наголошують на ефективності позакореневої корекції біометричних показників. Згідно з їх даними розширення асиміляційної площі за рахунок додаткового живлення є критичним фактором стабілізації врожайності, особливо в умовах дефіциту вологи [6].

У працях Камінського В. Ф. та Григоренка О. М., а також Рожкова А. О. і Пузіка В. К. встановлено, що використання комплексних біостимулювальних препаратів і мікродобрив поліпшує засвоєння елементів живлення, послаблює негативний вплив стресових чинників і сприяє підтриманню високої фотосинтетичної активності рослин [8, 18]. Поряд із позитивним впливом біологічно активних препаратів у дослідженнях відзначається, що ефективність їх застосування значною мірою залежить від сортових особливостей культури [7, 27].

У наукових дослідженнях відзначено, що тривалість функціонування листкового апарату є важливим чинником накопичення сухої речовини та реалізації продуктивного потенціалу рослин, оскільки ефективність наливу зерна значною мірою залежить від активності асиміляційної поверхні [11, 15]. Також встановлено, що інтенсивність фотосинтетичних процесів має сортоспецифічний характер і може посилюватися під впливом біостимулювальних препаратів [4, 27].

Перспективність поєднання мінерального живлення з регуляторами росту також доведена у працях Карпенка В. П. та Притуляк Р. М. Вони відзначають синергічний ефект такої взаємодії, що проявляється не лише у збільшенні площі листків, а й у зростанні питомої щільності хлорофілу – ключового показника для ярих форм ячменю [9].

Отже, управління фотосинтетичним потенціалом через підбір генотипів та застосування стимулювальних препаратів є актуальним вектором досліджень. У межах нашої роботи особлива увага приділяється вивченню динаміки цих процесів у сортів ячменю ярого в специфічних умовах північно-східного Лісостепу [13, 19].

Площа листкової поверхні є ключовим індикатором потужності фотосинтетичного апарату агрофітоценозу, що визначає ефективність поглинання

ФАР та накопичення органічної речовини. У наших дослідженнях особливу увагу приділено динаміці розвитку листкової поверхні у період від виходу в трубку до колосіння, коли формуються основні елементи продуктивності ячменю ярого [1, 11, 28].

Результати, наведені в табл. 3.4, підтверджують істотний вплив сортових особливостей та регуляторів росту на формування асиміляційної поверхні.

Установлено, що у контрольних варіантах площа листкової поверхні змінювалася залежно від сорту в межах 30,69–37,67 тис. м²/га. Найменші значення відмічено в сорту Богун (30,69 тис. м²/га), тоді як найбільші – у сорту Акордіне (37,67 тис. м²/га), що свідчить про виражені генотипові відмінності у формуванні асиміляційного апарату. Різниця між сортами перевищувала НР₀₅ для фактора А (0,59 тис. м²/га), що підтверджує її статистичну достовірність.

Застосування регуляторів росту рослин здебільшого сприяло збільшенню площі листкової поверхні порівняно з контролем. Приріст показника у варіантах обробки переважно перевищував НР₀₅ для фактора В (0,70 тис. м²/га), що свідчить про істотний вплив застосованих препаратів.

Найбільш виражений ефект відмічено за використання препарату Ярило Аміно Мікс, де показники досягали максимальних значень у всіх досліджуваних сортів: 36,19 тис. м²/га у сорту Командор, 41,02 – Аграрій, 41,05 – Акордіне, 39,25 – Алісіана та 35,01 тис. м²/га – Богун. Установлені відмінності порівняно з контролем перевищували НР₀₅ для взаємодії факторів (1,57 тис. м²/га), що підтверджує їх достовірність.

Високу ефективність у формуванні листкового апарату також забезпечували препарати Блек Джек та Агростимулін, тоді як дія гумінового препарату Гуміфілд була помірною. Водночас застосування регулятора ретардантного типу Терпал здебільшого не забезпечувало істотного приросту площі листків або поступалося іншим препаратам, що пояснюється його специфічним впливом на обмеження лінійного росту клітин.

Таблиця 3.4

Площа листкової поверхні рослин ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин, тис. м²/га (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А	Фактор Б	Площа листкової поверхні, тис. м. кв./га	Середнє за фактором А	Середнє за фактором Б
Командор	Контроль	31,87	34,40	33,93
	Келпак	35,29		35,87
	Блек Джек	35,66		36,63
	Агростимулін	34,92		36,76
	Гуміфілд	33,67		34,92
	Ярило Аміно Мікс	36,19		38,50
	Терпал	33,2		35,36
Аграрій	Контроль	33,89	37,78	
	Келпак	38,34		
	Блек Джек	38,39		
	Агростимулін	37,76		
	Гуміфілд	37,37		
	Ярило Аміно Мікс	41,02		
	Терпал	37,71		
Акордіне	Контроль	37,67	38,48	
	Келпак	38,3		
	Блек Джек	38,03		
	Агростимулін	39,97		
	Гуміфілд	37,24		
	Ярило Аміно Мікс	41,05		
	Терпал	37,09		
Алісіана	Контроль	35,55	36,42	
	Келпак	35,88		
	Блек Джек	37,9		
	Агростимулін	35,95		
	Гуміфілд	34,43		
	Ярило Аміно Мікс	39,25		
	Терпал	35,96		
Богун	Контроль	30,69	32,90	
	Келпак	31,54		
	Блек Джек	33,15		
	Агростимулін	35,19		
	Гуміфілд	31,88		
	Ярило Аміно Мікс	35,01		
	Терпал	32,86		
НІР₀₅	АВ = 1,57		А = 0,59	В = 0,70

У середньому за фактором А найбільшу площу листової поверхні формували сорти Акордіне (38,48 тис. м²/га) та Аграрій (37,78 тис. м²/га), тоді як найменші значення характерні для сорту Богун (32,90 тис. м²/га). У розрізі фактора В найвищий середній показник забезпечив препарат Ярило Аміно Мікс (38,50 тис. м²/га), що достовірно перевищувало контрольні варіанти.

Аналіз частки впливу досліджуваних факторів на формування площі листової поверхні рослин ячменю ярого показав їх неоднакову роль у варіації цього показника (рис. 3.5).

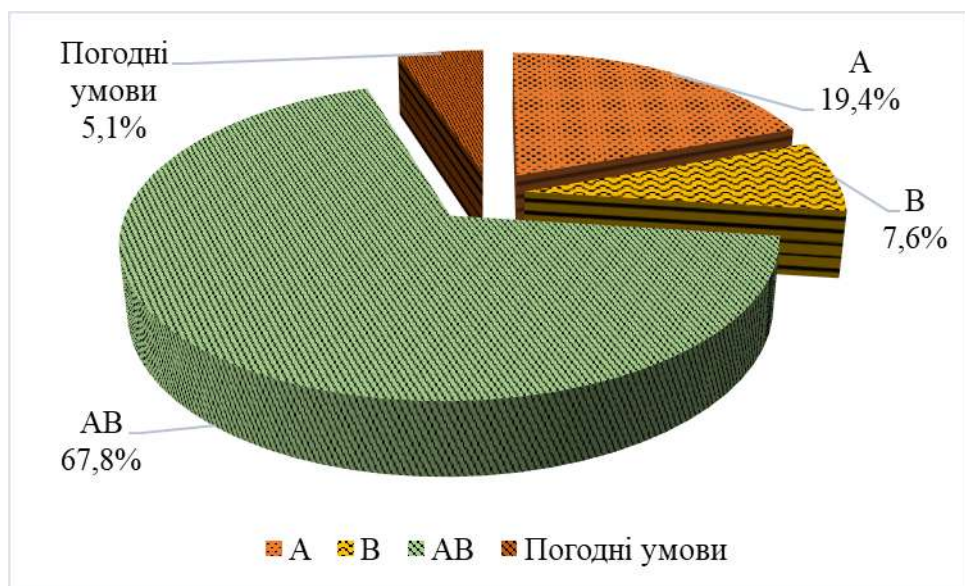


Рис. 3.5. Частка впливу факторів на формування площі листової поверхні рослин ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Найбільший внесок забезпечувала взаємодія факторів АВ, частка якої становила 67,8 %, що свідчить про визначальну роль поєднання сортових особливостей і застосування регуляторів росту у формуванні асиміляційної поверхні рослин.

Частка впливу фактора А (сорт) становила 19,4 %, що підтверджує істотну роль генетичних особливостей у формуванні площі листової поверхні. Вплив фактора В (регулятори росту рослин) був меншим і становив 7,6 %, однак також

мав позитивне значення у зміні досліджуваного показника. Найменша частка впливу припадала на погодні умови – 5,1 %, що свідчить про відносну стабільність прояву ознаки в роки досліджень.

Установлено, що формування площі листкової поверхні ячменю ярого визначалося переважно взаємодією сортових особливостей і регуляторів росту рослин, тоді як окремий вплив кожного з факторів був менш вираженим.

Поряд із кількісними показниками площі асиміляційної поверхні, визначальне значення для формування врожаю має якісний стан фотосинтетичного апарату, насамперед – концентрація хлорофілу. Саме цей пігмент забезпечує поглинання світлової енергії та її трансформацію в процесі фотосинтезу, що визначає інтенсивність утворення органічної речовини і відповідно рівень продуктивності рослин.

За даними наукових досліджень, уміст хлорофілу в листках формується під впливом комплексу факторів, серед яких важливу роль відіграють сортові особливості, умови мінерального живлення, забезпеченість вологою та температурний режим [3, 13, 27, 28]. Водночас значний вплив на пігментний склад мають регулятори росту рослин, які здатні активізувати фізіолого-біохімічні процеси, стимулювати синтез хлорофілу та уповільнювати його руйнування в умовах стресу [4, 9, 26, 33].

Застосування біологічно активних препаратів, що містять амінокислоти, гумінові речовини та фітогормони, сприяє підвищенню вмісту хлорофілу, поліпшенню фотосинтетичної діяльності рослин і більш ефективному використанню факторів середовища [10, 32]. Унаслідок цього посилюється інтенсивність фотосинтезу та підвищується продуктивність культури.

Уміст хлорофілу є важливим інтегральним показником, який відображає функціональний стан рослин і дає змогу оцінити ефективність дії досліджуваних факторів. З метою оцінки впливу сортових особливостей та застосування регуляторів росту на формування пігментного комплексу рослин було визначено вміст хлорофілу, результати якого наведено в таблиці 3.5.

Аналіз отриманих даних свідчить, що рівень накопичення хлорофілу в рослинах істотно залежав як від генотипу сорту, так і від застосування регуляторів росту. У середньому за фактором А найвищий вміст хлорофілу відзначено в сорту Аграрій (1,44 мг/г), дещо нижчі показники сформували сорти Акордіне (1,40 мг/г) та Алісіана (1,29 мг/г), тоді як найменші значення зафіксовано в сорту Богун (1,25 мг/г) та Командор (1,28 мг/г). Різниця між сортами перевищувала НІР₀₅ для фактора А (0,06 мг/г), що підтверджує її статистичну достовірність.

Застосування регуляторів росту сприяло підвищенню вмісту хлорофілу порівняно з контрольними варіантами в усіх досліджуваних сортів. У контрольних варіантах цей показник коливався в межах 1,10–1,33 мг/г, тоді як у варіантах із застосуванням препаратів приріст здебільшого перевищував НІР₀₅ для фактора В (0,07 мг/г), що свідчить про істотний вплив обробок.

Серед досліджуваних препаратів найбільш ефективним виявився регулятор росту Терпал, застосування якого забезпечило максимальне підвищення вмісту хлорофілу: у сорту Акордіне – до 1,58 мг/г, Аграрій – 1,56 мг/г, Командор – 1,48 мг/г, що значно перевищувало контрольні варіанти. Установлені відмінності перевищували НІР₀₅ для взаємодії факторів (0,15 мг/г), що підтверджує їх достовірність. Високі показники також отримано за використання препарату Ярило Аміно Мікс, де вміст хлорофілу становив 1,33–1,49 мг/г залежно від сорту. Інші регулятори росту (Келпак, Блек Джек, Агростимулін, Гуміфілд) також позитивно впливали на формування пігментного комплексу, однак їх ефективність була дещо нижчою.

У середньому за фактором В найвищі значення вмісту хлорофілу забезпечували варіанти із застосуванням препаратів Терпал (1,49 мг/г) та Ярило Аміно Мікс (1,42 мг/г), тоді як у контрольному варіанті цей показник становив 1,21 мг/г.

Таблиця 3.5

Вміст хлорофілу в рослинах ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин, тис. мг/г (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А	Фактор Б	Вміст хлорофілів «а» та «в» у рослинному матеріалі в мг/г свіжої маси	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Командор	Контроль	1,16	1,28	1,21
	Келпак	1,22		1,32
	Блек Джек	1,28		1,33
	Агростимулін	1,22		1,28
	Гуміфілд	1,21		1,27
	Ярило Аміно Мікс	1,39		1,42
	Терпал	1,48		1,49
Аграрій	Контроль	1,33	1,44	
	Келпак	1,47		
	Блек Джек	1,40		
	Агростимулін	1,42		
	Гуміфілд	1,42		
	Ярило Аміно Мікс	1,48		
	Терпал	1,56		
Акордіне	Контроль	1,30	1,40	
	Келпак	1,40		
	Блек Джек	1,40		
	Агростимулін	1,31		
	Гуміфілд	1,29		
	Ярило Аміно Мікс	1,49		
	Терпал	1,58		
Алісіана	Контроль	1,10	1,29	
	Келпак	1,27		
	Блек Джек	1,31		
	Агростимулін	1,25		
	Гуміфілд	1,24		
	Ярило Аміно Мікс	1,42		
	Терпал	1,46		
Богун	Контроль	1,17	1,25	
	Келпак	1,26		
	Блек Джек	1,27		
	Агростимулін	1,17		
	Гуміфілд	1,16		
	Ярило Аміно Мікс	1,33		
	Терпал	1,36		
НІР₀₅	АВ = 0,15		А = 0,06	В = 0,07

За допомогою дисперсійного аналізу визначено частку впливу окремих факторів на формування вмісту хлорофілу в листках ячменю ярого (рис. 3.6). Установлено, що найбільший внесок у варіацію показника забезпечувала взаємодія генотипу з дією препаратів, частка якої становила 37,30 %. Це свідчить про те, що накопичення хлорофілу істотно залежить від специфічного поєднання сортових особливостей із застосованими регуляторами росту.

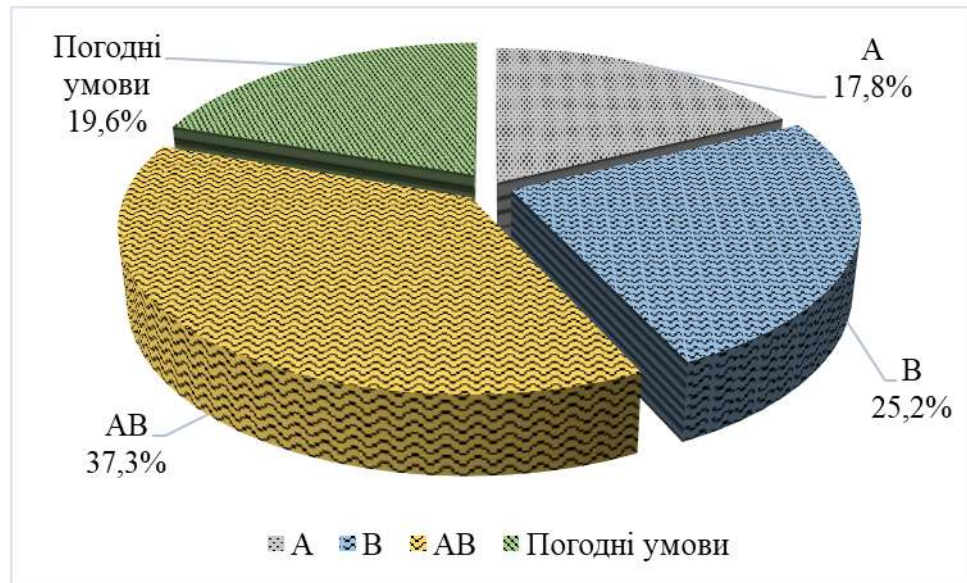


Рис. 3.6. Частка впливу факторів на формування вмісту хлорофілу в листках ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Важливу роль у регуляції пігментного комплексу відіграв вплив регуляторів росту (фактор В), частка якого становила 25,2 %, що підтверджує ефективність досліджуваних препаратів. Вплив погодних умов становив 19,6 %, а сортових особливостей – 17,8 %. Отже, вміст хлорофілу в листках визначався переважно взаємодією сорту та препарату за істотного впливу регуляторів росту й умов вегетації.

Важливим показником функціонування фотосинтетичного апарату є не лише кількісний вміст пігментів, а й реальний стан забезпеченості рослин елементами живлення в критичні фази розвитку [28, 34]. З метою глибшої оцінки фізіологічного стану посівів та оперативного моніторингу азотного статусу було

проведено визначення індексу азотного живлення за допомогою приладу N-тестер [20, 21]. Отримані результати, наведені в таблиці 3.6, дали змогу встановити ефективність дії регуляторів росту на фоні сортової специфічності ячменю ярого за рівнем поглинання азоту листковою поверхнею. Установлено, що показники N-тестера узгоджуються з даними щодо вмісту хлорофілу, що підтверджує позитивний вплив досліджуваних препаратів на інтенсивність азотного обміну рослин. У середньому за фактором А найвищі значення відмічено в сортів Акордіне (50,62 од.) та Аграрій (49,95 од.), тоді як найнижчі – у сортів Богун (45,19 од.) та Командор (45,72 од.). Різниця між сортами перевищувала NP_{05} для фактора А (1,29 од.), що свідчить про її достовірність.

Застосування регуляторів росту забезпечило підвищення показників N-тестера в усіх варіантах досліду. У контрольних варіантах значення коливалися від 42,72 од. (сорт Богун) до 48,82 од. (сорт Акордіне), тоді як у варіантах із застосуванням препаратів приріст здебільшого перевищував NP_{05} для фактора В (1,53 од.), що підтверджує істотний вплив обробок.

Найвищу ефективність серед препаратів продемонстрував Терпал, застосування якого забезпечило максимальні значення показника – від 47,75 од. у сорту Богун до 53,00 од. у сорту Акордіне. Установлені відмінності перевищували NP_{05} для взаємодії факторів (3,42 од.), що підтверджує їх статистичну значущість.

Високу ефективність також виявив препарат Ярило Аміно Мікс, за якого показники становили 46,64–51,71 од. залежно від сорту. Інші регулятори росту (Келпак, Блек Джек, Агростимулін, Гуміфілд) також сприяли підвищенню показників, однак їх дія була менш вираженою.

У середньому за фактором В найвищі значення забезпечили варіанти із застосуванням препаратів Терпал (50,01 од.) та Ярило Аміно Мікс (49,15 од.), що істотно перевищувало контроль (45,37 од.).

Оцінка вмісту хлорофілу за допомогою N-тестера дозволила глибше проаналізувати реакцію рослин на умови вирощування, оскільки цей показник безпосередньо відображає рівень азотного метаболізму (рис. 3.7).

Таблиця 3.6

**Вплив сорту та регуляторів росту на заміри од. N-тестером у листках
ячменю ярого (середнє за 2023–2025 рр.)**

Фактор А	Фактор Б	N- Teter 2023– 2025	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Командор	Контроль	43,60	45,72	45,37
	Келпак	45,64		47,31
	Блек Джек	45,12		48,12
	Агростимулін	46,02		46,74
	Гуміфілд	43,95		46,54
	Ярило АміноМікс	47,41		49,15
	Терпал	48,32		50,01
Аграрій	Контроль	46,95	49,95	
	Келпак	49,27		
	Блек Джек	50,33		
	Агростимулін	49,30		
	Гуміфілд	49,84		
	Ярило Аміно Мікс	51,71		
	Терпал	52,23		
Акордіне	Контроль	48,82	50,62	
	Келпак	51,40		
	Блек Джек	51,36		
	Агростимулін	49,32		
	Гуміфілд	49,06		
	Ярило Аміно Мікс	51,41		
	Терпал	53,00		
Алісіана	Контроль	44,77	46,55	
	Келпак	46,45		
	Блек Джек	47,98		
	Агростимулін	45,16		
	Гуміфілд	44,16		
	Ярило Аміно Мікс	48,55		
	Терпал	48,75		
Богун	Контроль	42,72	45,19	
	Келпак	43,81		
	Блек Джек	45,81		
	Агростимулін	43,89		
	Гуміфілд	45,68		
	Ярило Аміно Мікс	46,64		
	Терпал	47,75		
НІР₀₅	АВ = 3,42		А = 1,29	В = 1,53

Згідно з отриманими даними визначальна роль у варіюванні азотного статусу належала генетичному потенціалу сорту (фактор А), частка впливу якого

становила 42,60 %. Істотна залежність процесів поглинання азоту від гідротермічного режиму підтверджується вагомим внеском погодних умов – 27,80 %.

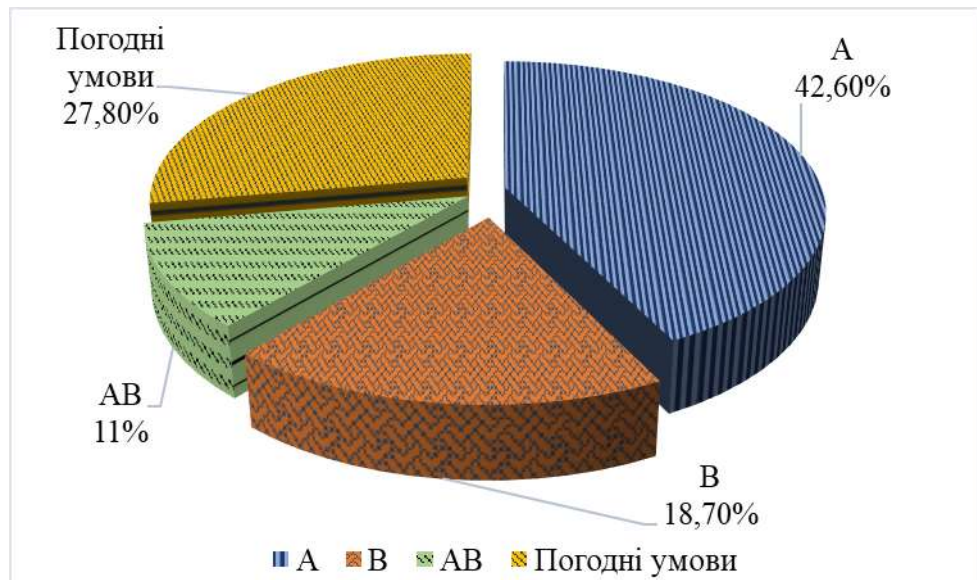


Рис. 3.7. Частка впливу факторів на заміри од. N-тестером у листках ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Водночас самостійна дія регуляторів росту (фактор B) забезпечила 18,70 % загального впливу, що свідчить про їх високу здатність коригувати фізіологічний стан посівів. Найменший внесок зафіксовано за показником взаємодії генотипу з дією препаратів – 11,00 %.

Для оцінки інформативності SPAD-діагностики було проведено кореляційно-регресійний аналіз взаємозв'язку між показниками SPAD та вмістом хлорофілу в листках ячменю ярого. Отримані результати засвідчили наявність сильного прямого зв'язку між досліджуваними показниками ($R^2 = 0,86$), що свідчить про те, що 86 % варіації SPAD-індексу пояснюється концентрацією хлорофілу. Це підтверджує високу інформативність і надійність SPAD-методу для оперативної неруйнівної оцінки фізіологічного стану рослин, інтенсивності фотосинтетичних процесів та забезпеченості посівів азотним живленням.

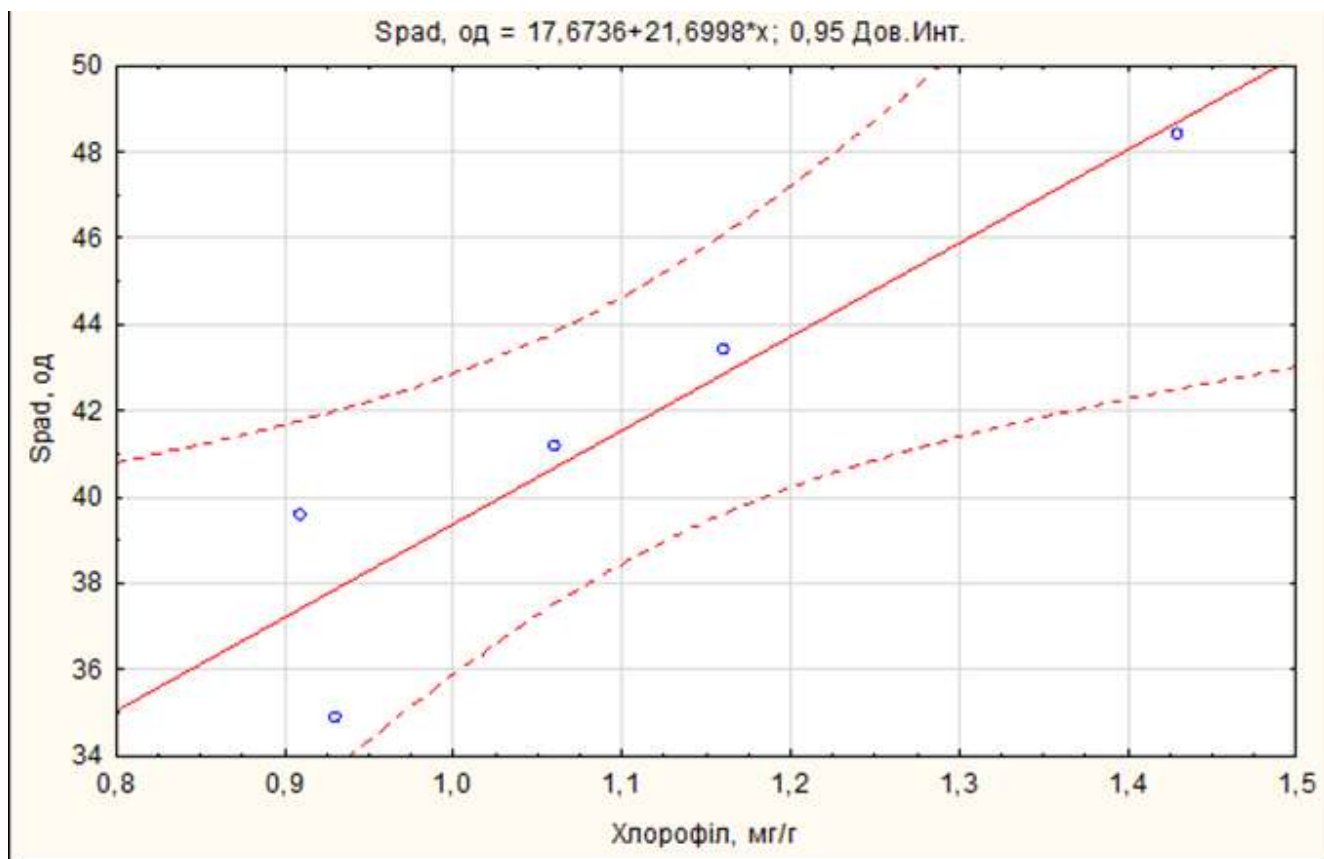


Рис. 3.8. Регресійний аналіз взаємозв'язку показників SPAD та вмісту хлорофілу в листках ячменю ярого

Узагальнюючи отримані результати, встановлено, що формування фотосинтетичного апарату ячменю ярого визначається комплексною взаємодією сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин. Показники площі листкової поверхні, вмісту хлорофілу та індексу азотного живлення свідчать про підвищення інтенсивності фізіолого-біохімічних процесів у варіантах із застосуванням стимуляторів. Найбільш ефективними виявилися препарати Ярило Аміно Мікс та Терпал, які забезпечували поліпшення розвитку асиміляційного апарату та оптимізацію азотного обміну. Серед сортів вищий рівень формування фотосинтетичного потенціалу відзначено в Акордіне та Аграрій.

Отримані результати підтверджують доцільність диференційованого застосування регуляторів росту з урахуванням сортових особливостей для підвищення ефективності фотосинтетичної діяльності рослин.

Висновки до розділу 3

1. Установлено, що формування морфологічних параметрів ячменю ярого значною мірою залежить від сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин. Найбільш інтенсивний ріст у фазу колосіння формували рослини сортів Богун (до 66,0 см) та Акордіне, тоді як сорт Алісіана характеризувався найменшими значеннями висоти.

2. Застосування регуляторів росту сприяло підвищенню висоти рослин у більшості варіантів дослідів. Найбільш виражений стимулювальний ефект забезпечили препарати Агростимулін, Блек Джек та Ярило Аміно Мікс, тоді як застосування Терпалу в окремих випадках обмежувало ростові процеси.

3. Інтенсивність кущіння істотно залежала від взаємодії факторів дослідів. Максимальні показники кількості пагонів (до 2,0–2,1 шт.) сформували сорти Акордіне та Алісіана за застосування регуляторів росту, зокрема Гуміфілду, Келпаку та Ярило Аміно Мікс.

4. Формування листкового апарату характеризувалося чіткою сортовою специфічністю. У фазі трубкування найбільшу кількість листків (до 9,5 шт.) формували сорти Аграрій, Акордіне та Алісіана. Застосування регуляторів росту сприяло збільшенню цього показника, особливо за використання препарату Ярило Аміно Мікс.

5. Установлено, що площа листкової поверхні істотно варіювала залежно від сорту й обробки та становила 30,69–41,05 тис. м²/га. Максимальні значення отримано в сортів Акордіне (41,05 тис. м²/га) та Аграрій (41,02 тис. м²/га) за застосування препарату Ярило Аміно Мікс.

6. Аналіз пігментного комплексу показав, що вміст хлорофілу залежав як від генотипу, так і від застосування регуляторів росту. Найвищі значення зафіксовано в сортів Аграрій (1,44 мг/г) та Акордіне (1,40 мг/г). Найбільш ефективним препаратом виявився Терпал, який забезпечував підвищення вмісту хлорофілу до 1,58 мг/г.

7. Показники N-тестера підтвердили позитивний вплив регуляторів росту на азотний обмін рослин. Найвищі значення відмічено в сортів Акордіне (50,62 од.) та Аграрій (49,95 од.), тоді як застосування препарату Терпал забезпечувало максимальні показники (до 53,00 од.).

8. Дисперсійний аналіз показав, що визначальну роль у формуванні більшості досліджуваних показників відігравала взаємодія сортових особливостей і регуляторів росту (до 68–78 % залежно від показника), що свідчило про виражений синергічний ефект досліджуваних факторів.

Список використаних джерел до Розділу 3

1. Бабич А. О., Григор'єва О. А. Фотосинтетична діяльність та урожайність сортів ячменю залежно від елементів технології вирощування. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. № 88(3). С. 20–35.
2. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Козлова О. П. Рослинництво. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 520 с.
3. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Фотосинтетична діяльність ячменю озимого залежно від особливостей сорту та біопрепаратів. *Аграрні інновації*. 18. 2023. С. 156–162. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.21>.
4. Горобець О. В., Шевніков М. Я. Вплив регуляторів росту на онтогенез сортів ячменю ярого. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 3. С. 62–69.
5. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
6. Іщенко В. А., Козелець Г. М., Губарев О. Д. Формування біометричних показників рослин таврожайності ячменю ярого залежно від позакореневих підживлень в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. (21), С. 29–34. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.4>.
7. Каленська С. М., Таран В. Г., Швиденко В. М. Формування листкового апарату та стійкість до вилягання пшениці озимої за дії регуляторів росту. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 1. С. 98–105.
8. Камінський В. Ф., Григоренко О. М. Формування асиміляційної поверхні зернових культур залежно від умов вирощування. *Землеробство*. 2019. Вип. 91. С. 52–59.
9. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Фізіологічні зміни в рослинах ячменю ярого за дії біологічно активних речовин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. № 1. С. 60–65.
10. Кириченко В. В., Петренкова В. П. Генотипові особливості формування морфологічних ознак зернових культур. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2017. № 1. С. 23–30.

11. Коць С. Я., Войцехівська О. В. Особливості формування фотосинтетичного апарату та продуктивність сортів ячменю ярого в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 88(2). С. 40–47.
12. Криворучко Р. Ф., Кириченко В. В. Формування морфоструктури та продуктивності сортів ячменю ярого залежно від системи удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 79(3). С. 19–24.
13. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Вплив сортових особливостей та застосування регуляторів росту на морфологічні параметри рослин ячменю ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2025. Вип. 146, ч. 1. С. 59–70. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.1.7>.
14. Кубрак Т. М., Мельник А. В. Сортіві особливості фотосинтетичної активності рослин ячменю ярого. *Перлини степового краю: матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 20–21 листопада 2025 р.)*. Миколаїв : МНАУ, 2025.
15. Лихочвор В. В., Бугайов В. Д. Агротехнологічні основи формування високопродуктивних посівів ячменю ярого. Київ : Аграрна наука, 2018.
16. Мазур В. А., Поліщук І. С., Мазур К. В. Рослинництво. Вінниця : ТОВ «Друк», 2020. 352 с.
17. Марченко К. Ю. Вміст хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу вівса голозерного за дії біологічних препаратів. *Зрошуване землеробство: зб. наук. пр.* 2022. Вип. 77. С. 78–82. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2022.77.14>.
18. Маслійов В. М., Коржова Н. М. Формування фотосинтетичного апарату рослин ячменю ярого залежно від агротехнічних чинників. *Український журнал екології*. 2020. Т. 10, № 4. С. 112–118.
19. Мельник А., Кубрак Т. Вплив сортів на формування фотосинтетичної поверхні та врожайність ярого ячменю в умовах північно-східного лісових господарства України. *Сільське та лісове господарство*. 2026. № 2 (41). С. 51–64. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2026-2-5>.

20. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків, 2016. 316 с.
21. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / за ред. А. О. Рожкова. Харків, 2016. 342 с.
22. Розборська Л. В., Заболотний О. І. Вплив гербіциду Триатлон Прайм та регулятора росту Амінокат 30 на фотосинтетичні показники та урожай пшениці дворучки. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 145. Ч. 2. С. 364–371. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.2.39>.
23. Цехмейструк М. Г., Шеляків В. О., Шевніков М. Я. Морфологічні показники та врожайність зернових культур залежно від елементів технології вирощування. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 156–163.
24. Ященко С. А., Жернова О. С., Ситніков Д. М. Ефективність біопрепарату Ентеронормін на ранніх етапах онтогенезу рослин пшениці озимої. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 2. С. 50–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174019>.
25. Driever S. M. et al. The effects of altered Rubisco levels on barley growth and photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*. 2014. Vol. 65, No. 16. P. 4611–4621. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/eru211>.
26. Hussain S., Ali M., Khan I. Role of salicylic acid in improving morphological and physiological attributes of barley under heat stress. *Environmental and Experimental Botany*. 2017. Vol. 137. P. 174–182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.02.006>.
27. Kalenska S. M., Tokar B. Y. Influence fertilizers and retardant protection on dynamics chlorophyll content in leaves of spring barley. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. № 7. URL: http://nd.nubip.edu.ua/2015_7/11.pdf.

28. Marschner P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. London: Academic Press, 2012. 651 p.
29. Radwan E. S. E., Abdein M. A. Genotypic variation in barley (*Hordeum vulgare* L.) for morphological traits and yield stability under different environments. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2018. Vol. 64, No. 9. P. 1269–1280. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2017.1420131>.
30. Saeed A., Saffari V. R., Mir M. A. Genetic variability and correlation analysis for morphological traits in spring barley. *Euphytica*. 2019. Vol. 215, No. 1. Art. 12. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2329-z>.
31. Setter T. L., Parra G. A. Hormonal control of tillering and reproductive growth in barley (*Hordeum vulgare* L.): The role of cytokinins and auxins. *Journal of Plant Physiology*. 2010. Vol. 167, No. 14. P. 1189–1200. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2010.04.010>.
32. Shahid M., Ahmed M., Qasim M. Improving yield and yield components of spring barley through combined application of foliar nitrogen and plant growth regulators. *Field Crops Research*. 2020. Vol. 252. Art. 107817. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107817>.
33. Srivastava G. S., Sharma V. K. Influence of brassinosteroids on growth, physiological parameters and yield attributes of different barley varieties. *Plant Growth Regulation*. 2015. Vol. 75, No. 3. P. 755–763. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-014-9978-y>.
34. Taiz L. et al. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2015. 761 p.
35. Wani S. H., Saffari V. R., Mir M. A. Effect of plant growth regulators on morpho-physiological characteristics of barley genotypes under drought stress. *Cereal Research Communications*. 2019. Vol. 47, No. 3. P. 438–447. DOI: <https://doi.org/10.1556/0806.47.2019.16>.

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО, ЙОГО СТРУКТУРА ТА ЯКІСТЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ВІД СОРТУ Й ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

Рівень урожайності ячменю ярого є результатом складної взаємодії генетичних особливостей сорту, умов вирощування та елементів технології, що визначають реалізацію продуктивного потенціалу культури. У науковій літературі відзначається, що закладання й розвиток елементів продуктивності відбуваються нерівномірно протягом вегетаційного періоду та є особливо чутливими до умов середовища у критичні фази розвитку рослин [3, 4]. Недостатнє вологозабезпечення, підвищені температури або дефіцит елементів живлення в ці періоди можуть негативно впливати як на структуру врожаю, так і на якісні показники зерна.

Дослідження також показують, що рівень реалізації врожайного потенціалу значною мірою залежить не лише від генотипу сорту, а й від ефективності агротехнічних заходів, спрямованих на оптимізацію ростових і продукційних процесів [5, 11, 14]. З огляду на це особливе значення має узгоджена дія факторів живлення, водного режиму та фізіологічного стану рослин упродовж усього періоду вегетації.

Важливим резервом підвищення продуктивності культури є застосування регуляторів росту рослин, які здатні оптимізувати фізіологічні процеси, підвищувати адаптивність рослин та поліпшувати реалізацію врожайного потенціалу [6, 10, 15]. За даними дослідників, використання біостимулювальних препаратів сприяє активізації процесів фотосинтезу, кращому засвоєнню елементів живлення та підвищенню стійкості рослин до абіотичних стресів, що в кінцевому підсумку позитивно позначається на структурі врожаю та якості зерна [7, 12, 13].

Разом із тим ефективність дії регуляторів росту значною мірою залежить від сортових особливостей культури, що зумовлює необхідність їх комплексного

вивчення. Поєднання генетичних властивостей сорту з елементами технології вирощування визначає рівень продуктивності посівів та якість зерна.

4.1. Формування елементів структури врожаю ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин

Елементи структури врожаю є основою реалізації продуктивного потенціалу ячменю ярого й визначають рівень кінцевої врожайності культури. До основних її складників належать кількість зерен у колосі та маса зерна, які залежать від генетичних особливостей сорту й умов вирощування. Саме ці показники відображають ефективність проходження основних етапів органогенезу та рівень реалізації біологічного потенціалу культури.

У наукових дослідженнях показано, що елементи структури врожаю значною мірою формуються під впливом умов проходження критичних фаз розвитку рослин, насамперед у період колосіння та наливу зерна [3, 11, 14]. Кількість зерен у колосі характеризує рівень реалізації потенціалу продуктивності, тоді як маса зерна відображає ефективність накопичення пластичних речовин і виповненість зернівки.

Істотний вплив на ці показники мають регулятори росту рослин, які здатні активізувати фізіологічні процеси, поліпшувати використання ресурсів середовища та підвищувати стійкість рослин до стресових факторів [4, 10, 15]. За даними дослідників, застосування біостимулювальних препаратів сприяє кращій реалізації структурних елементів урожаю [6, 7, 12]. Ефективність їх дії значною мірою залежить від сортових особливостей культури, що зумовлює необхідність оцінення взаємодії цих факторів.

Кількість зерен у колосі є одним із визначальних елементів структури врожаю ячменю ярого, що безпосередньо впливає на рівень його продуктивності. [10, 11, 16, 22]. Як бачимо з даних таблиці 4.1, цей показник істотно варіював залежно від сортових особливостей і застосування регуляторів росту рослин.

Таблиця 4.1

**Кількість зерен у колосі ячменю ярого залежно від сорту
та застосування регуляторів росту рослин, шт (середнє за 2023–2025 рр.)**

Фактор А	Фактор Б	Кількість зерен у колосі	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Командор	Контроль	17,4	17,80	18,26
	Келпак	18,2		20,18
	Блек Джек	18,1		20,36
	Агростимулін	18,1		20,26
	Гуміфілд	17,4		18,94
	Ярило Аміно Мікс	18,6		20,60
	Терпал	16,8		18,64
Аграрій	Контроль	18,1	20,89	
	Келпак	22,4		
	Блек Джек	22,1		
	Агростимулін	21,8		
	Гуміфілд	20,5		
	Ярило Аміно Мікс	22,0		
	Терпал	19,3		
Акордіне	Контроль	20,8	21,66	
	Келпак	23,1		
	Блек Джек	21,9		
	Агростимулін	23,2		
	Гуміфілд	20,0		
	Ярило Аміно Мікс	21,8		
	Терпал	20,8		
Алісіана	Контроль	18,5	19,11	
	Келпак	18,4		
	Блек Джек	20,7		
	Агростимулін	18,9		
	Гуміфілд	18,2		
	Ярило Аміно Мікс	20,9		
	Терпал	18,2		
Богун	Контроль	16,5	18,57	
	Келпак	18,8		
	Блек Джек	19,0		
	Агростимулін	19,3		
	Гуміфілд	18,6		
	Ярило Аміно Мікс	19,7		
	Терпал	18,1		
НІР₀₅	АВ = 0,62		А = 0,23	В = 0,28

У середньому за фактором А найвищу кількість зерен у колосі сформував сорт Акордіне – 21,66 шт., дещо нижчі значення відмічено в сорту Аграрій – 20,89 шт. Найменші показники – у сортів Богун – 18,57 шт. та Командор –

17,80 шт., що свідчить про істотний вплив генотипу на формування цього елемента структури врожаю. Математична обробка результатів підтвердила достовірність різниці між сортами, оскільки вона перевищувала HP_{05} для фактора А (0,23).

Застосування регуляторів росту рослин загалом сприяло підвищенню кількості зерен у колосі порівняно з контролем. Найбільш ефективними виявилися препарати Ярило Аміно Мікс, Блек Джек та Агростимулін, за обробки якими середні показники за фактором В становили відповідно 20,60; 20,36 та 20,26 шт. Менш виражений ефект відмічено за застосування Гуміфілду (18,94 шт.) і Терпалу (18,64 шт.), проте й у цих варіантах приріст був істотним порівняно з контролем, оскільки перевищував HP_{05} для фактора В (0,28).

Найвищі індивідуальні значення кількості зерен у колосі зафіксовано в сорту Акордіне (23,2 шт. за дії Агростимуліну) та сорту Аграрій (22,4 шт. за обробки Келпаком), що свідчить про високу реакцію цих сортів на застосування регуляторів росту. Водночас найнижчий показник встановлено в сорту Богун на контролі (16,5 шт.), що свідчить про його нижчий потенціал формування озерненості колоса без додаткового регулювання ростових процесів. Отримані відмінності між варіантами взаємодії факторів були статистично значущими, оскільки перевищували HP_{05} для взаємодії АВ (0,62).

Аналіз частки впливу факторів на формування кількості зерен у колосі ячменю ярого свідчить про різний ступінь впливу досліджуваних чинників (рис. 4.1).

Найбільший внесок у варіацію показника забезпечувала взаємодія факторів АВ – 68,5 %, що свідчить про істотну залежність озерненості колоса від поєднання сортових особливостей і дії регуляторів росту.

Частка впливу сорту становила 19,4 %, регуляторів росту – 7,3 %, тоді як погодні умови мали найменший вплив – 4,8 %. Це підтверджує, що формування кількості зерен у колосі визначалося насамперед взаємодією досліджуваних факторів.

Маса зерна в колосі відображає ступінь виповненості зерна та є інтегральним показником ефективності процесів росту й розвитку ячменю ярого. Вона формується під впливом умов вирощування та біологічних особливостей сорту, зокрема реакції рослин на застосування регуляторів росту.

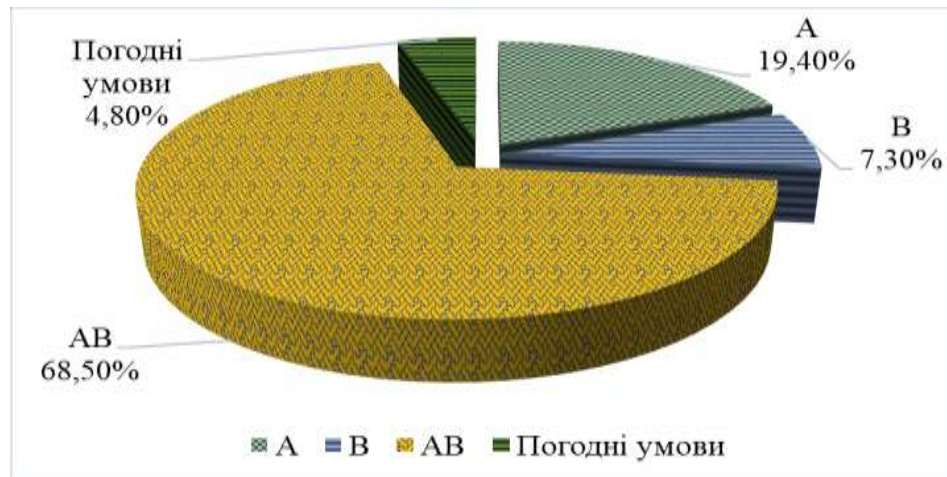


Рис. 4.1. Частка впливу факторів на формування кількості зерен у колосі рослин ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Аналіз даних таблиці 4.2 свідчить про істотну варіабельність маси зерна в колосі залежно від досліджуваних факторів. У середньому за фактором А найвищі значення сформував сорт Акордіне – 1,14 г, дещо нижчі показники відмічено в сорту Аграрій – 1,10 г. Сорти Алісіана та Командор характеризувалися середнім рівнем цього показника (1,04 та 0,94 г відповідно), тоді як найменшу масу зерна в колосі сформував сорт Богун – 0,93 г. Математична обробка результатів підтвердила достовірність сортових відмінностей, оскільки різниця між варіантами перевищувала HP_{05} для фактора А (0,01 г).

Застосування регуляторів росту рослин позитивно впливало на формування продуктивності колоса. У середньому за фактором В найвищі показники отримано за застосування препарату Ярило Аміно Мікс – 1,11 г, а також Блек Джек – 1,08 г і Келпак та Агростимулін – по 1,05 г. Менш ефективними виявилися Гуміфілд (1,00 г) і Терпал (0,98 г), хоча і в цих варіантах приріст був статистично

значущим порівняно з контролем (0,92 г), що підтверджується значенням HP_{05} для фактора В (0,02 г).

Таблиця 4.2

Маса зерна в колосі ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин, г (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А	Фактор Б	Маса зерна в колосі	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
Командор	Контроль	0,85	0,94	0,92
	Келпак	0,96		1,05
	Блек Джек	0,97		1,08
	Агростимулін	0,95		1,05
	Гуміфілд	0,92		1,00
	Ярило Аміно Мікс	1,00		1,11
	Терпал	0,90		0,98
Аграрій	Контроль	0,92	1,10	
	Келпак	1,15		
	Блек Джек	1,17		
	Агростимулін	1,11		
	Гуміфілд	1,09		
	Ярило Аміно Мікс	1,20		
	Терпал	1,03		
Акордіне	Контроль	1,05	1,14	
	Келпак	1,17		
	Блек Джек	1,16		
	Агростимулін	1,18		
	Гуміфілд	1,10		
	Ярило Аміно Мікс	1,22		
	Терпал	1,08		
Алісіана	Контроль	0,98	1,04	
	Келпак	1,01		
	Блек Джек	1,14		
	Агростимулін	1,02		
	Гуміфілд	0,96		
	Ярило Аміно Мікс	1,15		
	Терпал	1,00		
Богун	Контроль	0,80	0,93	
	Келпак	0,95		
	Блек Джек	0,97		
	Агростимулін	0,98		
	Гуміфілд	0,92		
	Ярило Аміно Мікс	0,98		
	Терпал	0,90		
HP₀₅	AB = 0,03		A = 0,01	B = 0,02

Найвищі індивідуальні значення маси зерна в колосі зафіксовано в сорту Акордіне за застосування Ярило Аміно Мікс – 1,22 г та у сорту Аграрій за того самого варіанта – 1,20 г, що свідчить про високу ефективність цього препарату в поєднанні з інтенсивними сортами. Найнижчі значення відмічено в сорту Богун на контролі – 0,80 г. Отримані відмінності між варіантами взаємодії факторів були статистично достовірними, оскільки перевищували HP_{05} для взаємодії АВ (0,03 г).

Результати статистичного аналізу підтвердили істотний вплив усіх досліджуваних чинників. Значення HP_{05} для факторів А, В та їх взаємодії свідчать про керованість процесів формування маси зерна в колосі шляхом підбору сорту та оптимізації застосування регуляторів росту.

Дисперсійний аналіз дозволив установити різний ступінь впливу досліджуваних чинників на формування маси зерна в колосі ячменю ярого (рис. 4.2), що підтверджує неоднакову роль сортових особливостей і технологічних прийомів у детермінації цього показника.

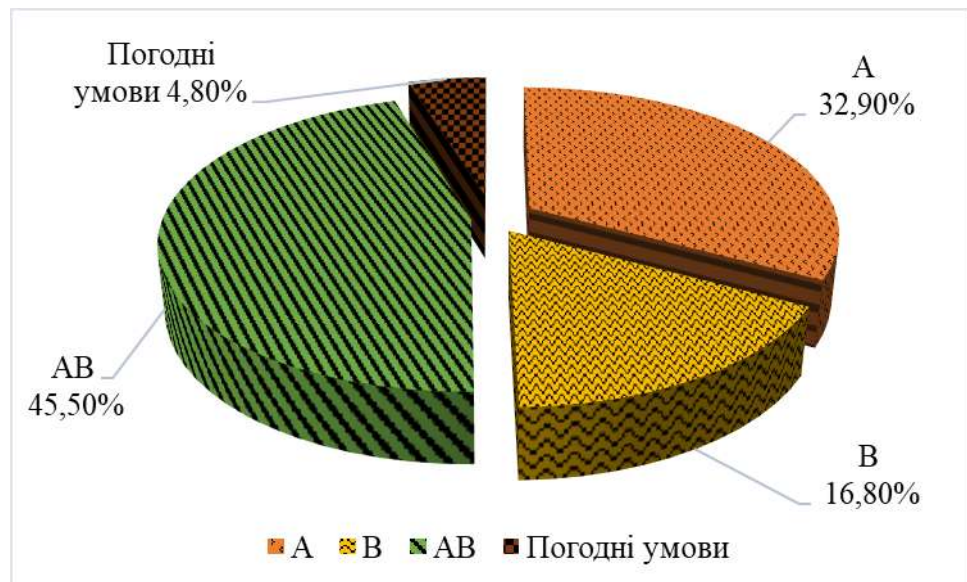


Рис. 4.2. Частка впливу факторів на формування маси зерен у колосі рослин ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Найбільший внесок у загальну варіацію показника забезпечувала взаємодія факторів АВ – 45,5 %, що свідчить про істотну залежність формування маси зерна

від комплементарного поєднання сортових особливостей і дії регуляторів росту. Значну роль відігравав також фактор А (сорт), частка якого становила 32,9 %, що підтверджує визначальне значення генотипу в реалізації потенціалу продуктивності цього елемента структури врожаю.

Вплив фактора В (регулятори росту рослин) був дещо меншим – 16,8 %, проте статистично значущим, що засвідчує можливість цілеспрямованого регулювання процесів наливу зерна шляхом застосування відповідних препаратів. Мінімальна частка впливу припадала на погодні умови – 4,8 %, що свідчить про високу стабільність прояву досліджуваної ознаки в конкретних умовах проведення досліджень.

Отже, формування маси зерна в колосі ячменю ярого визначалося комплексною взаємодією сортових особливостей і технологічних прийомів, серед яких провідну роль відіграло поєднання конкретного генотипу з дією регуляторів росту.

Отримані результати підтверджують доцільність ретельного підбору високопродуктивних сортів у поєднанні з ефективними регуляторами росту для максимальної оптимізації продукційних процесів культури.

4.2. Урожайність і маса 1 000 зерен ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту

Урожайність ячменю ярого є інтегральним показником, що формується в результаті взаємодії генетичних особливостей сорту, умов вирощування та технологічних заходів, спрямованих на оптимізацію росту й розвитку рослин. Рівень реалізації продуктивного потенціалу культури значною мірою залежить від ефективності проходження основних етапів органогенезу та умов формування елементів структури врожаю.

За даними наукових досліджень, урожайність ячменю ярого визначається не лише кількісними показниками продуктивності, а й рівнем забезпечення рослин ресурсами живлення, вологою, температурним режимом та адаптивністю сортів

до умов вирощування [3, 11]. Важливу роль у підвищенні врожайності відіграють сучасні елементи технології, серед яких особливе місце належить застосуванню регуляторів росту рослин [4, 10].

У наукових джерелах відзначається, що регулятори росту здатні активізувати фізіологічні процеси, посилювати фотосинтетичну діяльність, поліпшувати використання поживних речовин та підвищувати стійкість рослин до стресових факторів, що в кінцевому підсумку сприяє зростанню зернової продуктивності [4, 15]. Їх застосування може позитивно впливати не лише на врожайність, а й на показники якості зерна.

Для оцінення впливу сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин на формування зернової продуктивності проведено аналіз урожайності ячменю ярого, результати якого наведено в таблиці 4.3.

Серед досліджуваних сортів найвищу середню врожайність сформували сорти Акордіне – 4,89 т/га та Аграрій – 4,71 т/га. Дещо нижчі показники відмічено у сортів Алісіана (4,46 т/га) та Командор (4,03 т/га), тоді як найменш продуктивним виявився сорт Богун – 3,99 т/га, що свідчить про істотний вплив генотипу на формування врожайності культури. Різниця між сортами була статистично достовірною, оскільки перевищувала HP_{05} для фактора А (0,05 т/га).

Застосування регуляторів росту рослин загалом забезпечувало підвищення врожайності порівняно з контролем. Найвищу ефективність у середньому за фактором В продемонстрував препарат Ярило Аміно Мікс – 4,77 т/га, що на 0,81 т/га перевищує контроль (3,96 т/га). Високі результати також забезпечили препарати Блек Джек (4,65 т/га) та Келпак (4,51 т/га), тоді як Агростимулін, Гуміфілд і Терпал характеризувалися менш вираженим, хоча позитивним ефектом. Отримані відмінності були статистично значущими, що підтверджується перевищенням HP_{05} для фактора В (0,06 т/га).

Аналіз поєднання факторів показав, що реакція сортів на застосування регуляторів росту була диференційованою. Максимальні значення врожайності зафіксовано в сорту Акордіне за застосування препарату Ярило Аміно Мікс – 5,25 т/га, а також у сорту Аграрій – 5,16 т/га за аналогічного варіанта. Для сорту

Алісіана найбільш ефективним виявився препарат Блек Джек (4,90 т/га), що свідчить про специфічність взаємодії генотипів із регуляторами росту. Сорт Богун характеризувався найменш вираженою реакцією на застосування препаратів, хоча приріст врожайності також перевищував контрольні значення.

Таблиця 4.3

Урожайність ячменю ярого залежно від сортових особливостей та обробки регуляторами росту (2023–2025 рр.), т/га

Фактор А	Фактор Б	Урожайність, т/га				Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
		2023	2024	2025	середнє за 2023–2025 рр.		
Командор	Контроль	3,28	3,48	4,28	3,68	4,03	3,96
	Келпак	3,75	4,09	4,55	4,13		4,51
	Блек Джек	3,95	3,89	4,68	4,17		4,65
	Агростимулін	3,84	4,03	4,41	4,09		4,51
	Гуміфілд	3,74	3,75	4,38	3,96		4,29
	Ярило Аміно Мікс	4,02	4,09	4,79	4,3		4,77
	Терпал	3,54	3,79	4,28	3,87		4,22
Аграрій	Контроль	3,64	3,84	4,41	3,96	4,71	
	Келпак	4,55	4,85	5,45	4,95		
	Блек Джек	4,71	4,82	5,57	5,03		
	Агростимулін	4,38	4,64	5,29	4,77		
	Гуміфілд	4,41	4,49	5,18	4,69		
	Ярило Аміно Мікс	4,85	4,95	5,69	5,16		
	Терпал	4,02	4,32	4,95	4,43		
Акордіне	Контроль	4,23	4,35	4,98	4,52	4,89	
	Келпак	4,63	4,91	5,56	5,03		
	Блек Джек	4,69	4,75	5,54	4,99		
	Агростимулін	4,64	4,96	5,62	5,07		
	Гуміфілд	4,32	4,62	5,25	4,73		
	Ярило Аміно Мікс	4,93	5,05	5,78	5,25		
	Терпал	4,25	4,51	5,17	4,64		
Алісіана	Контроль	3,85	4,11	4,68	4,21	4,46	
	Келпак	4,05	4,11	4,86	4,34		
	Блек Джек	4,51	4,74	5,45	4,9		
	Агростимулін	4,04	4,12	5,01	4,39		
	Гуміфілд	3,78	4,03	4,58	4,13		
	Ярило Аміно Мікс	4,51	4,85	5,49	4,95		
	Терпал	3,96	4,18	4,75	4,3		
Богун	Контроль	3,14	3,37	3,81	3,44	3,99	
	Келпак	3,79	3,91	4,56	4,09		
	Блек Джек	3,76	4,01	4,74	4,17		
	Агростимулін	3,82	4,11	4,70	4,21		
	Гуміфілд	3,65	3,85	4,32	3,94		
	Ярило Аміно Мікс	3,88	3,95	4,81	4,21		
	Терпал	3,61	3,65	4,35	3,87		
НР05	AB = 0,13	A = 0,05			B = 0,06		

Установлено, що відмінності між варіантами взаємодії факторів були статистично достовірними, оскільки перевищували HP_{05} для взаємодії АВ (0,13 т/га).

Розподіл частки впливу досліджуваних факторів на формування урожайності ячменю ярого свідчить про провідну роль сортових особливостей та їх взаємодії з регуляторами росту (рис. 4.3). Установлено також, що визначальним чинником у реалізації продуктивного потенціалу культури є фактор А (сорт), частка варіації якого становила 38,0 %. Це підтверджує стратегічну важливість вибору адаптованого генотипу як фундаментальної основи для отримання високих урожаїв. Майже рівнозначним за силою дії виявився внесок взаємодії факторів АВ, що становить 37,5 %.

Такий розподіл засвідчує високу специфічність реакції кожного сорту на дію препаратів: ефективність регуляторів росту значною мірою детермінувалася біологічними особливостями конкретного сорту.

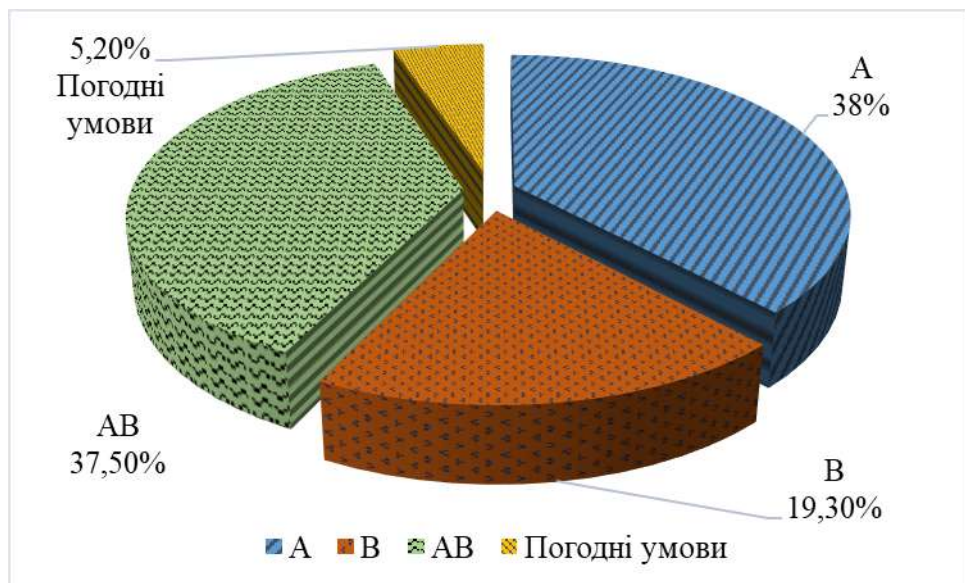


Рис. 4.3. Частка впливу факторів на формування урожайності ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Вплив фактора В (регулятори росту) як окремого чинника становив 19,3 %, що свідчить про стабільну позитивну роль екзогенної стимуляції у процесах

формування врожаю. Мінімальний внесок у загальну мінливість показника забезпечували погодні умови – 5,2 %. Така незначна частка впливу абіотичних чинників показує сталість отриманих результатів протягом 2023–2025 рр. та високу стійкість вибраної агротехнічної моделі до зовнішніх подразників.

Узагальнюючи результати дисперсійного аналізу, можна стверджувати, що підсумкова продуктивність ячменю ярого була результатом синергії генетичних можливостей сучасних сортів та спрямованої дії стимулювальних препаратів. Отримані дані обґрунтовують необхідність диференційованого підходу до застосування регуляторів росту, що базується на врахуванні сортової специфіки для досягнення максимального господарського ефекту.

Для поглибленої оцінки фізіологічних механізмів формування продуктивності агрофітоценозу було проаналізовано характер взаємозв'язку між урожайністю зерна та площею листкової поверхні ячменю ярого.

Результати проведеного кореляційного аналізу підтвердили наявність сильної прямої залежності між зазначеними показниками ($R = 0,94$), що свідчить про визначальну роль розвитку асиміляційного апарату у процесах продукування органічної речовини. Установлена висока кореляція означає, що стан листкової поверхні у критичні фази вегетації є лімітувальним чинником у реалізації генетичного потенціалу сортів. Доведено, що зі збільшенням площі листкових пластинок пропорційно зростає рівень урожайності, оскільки розвинений фотосинтетичний апарат забезпечував максимально ефективно поглинання фотосинтетично активної радіації (ФАР) та її трансформацію в енергію хімічних зв'язків. Оптимізація архітектоніки рослин та формування потужного листкового індексу сприяли інтенсифікації чистої продуктивності фотосинтезу, що безпосередньо впливало на накопичення сухої речовини та її подальший релокаційний перерозподіл у генеративні органи.

Отже, отримані результати засвідчують, що активне функціонування фотосинтетичної поверхні є фундаментальною основою формування елементів структури врожаю, а управління цим процесом через добір сортів та застосування

регуляторів росту є ефективним інструментом підвищення продуктивності ячменю ярого в умовах регіону.

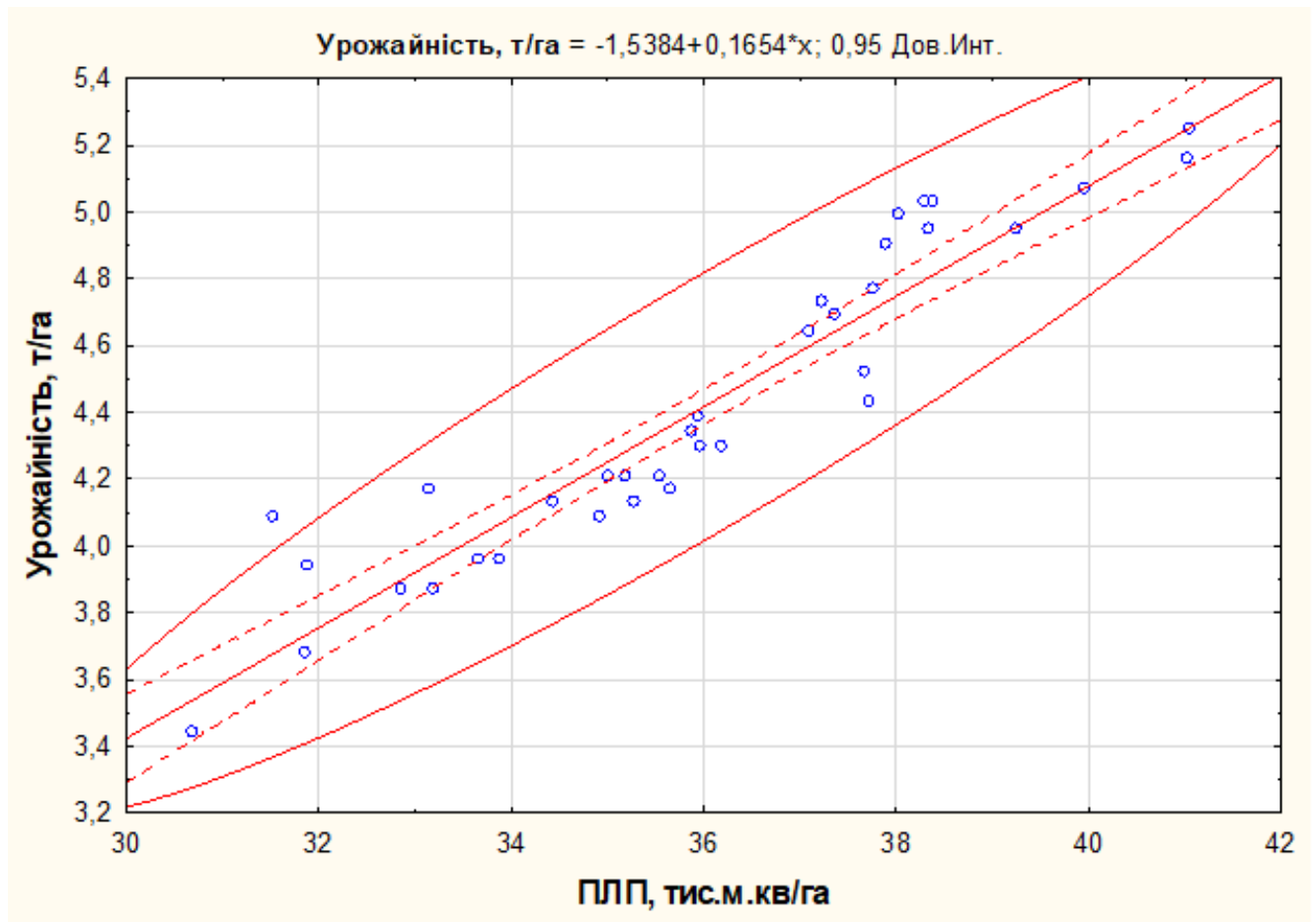


Рис. 4.4. Кореляційно-регресійний аналіз взаємозв'язку площі листкової поверхні й урожайності ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин

Одним із важливих критеріїв оцінки продуктивності та якості зерна є маса 1 000 зерен, яка характеризує ступінь виповненості зернівки та ефективність накопичення сухої речовини в період наливу [11]. Цей показник тісно пов'язаний із перебігом фізіолого-біохімічних процесів у рослинах та значною мірою визначає не лише врожайність, а й технологічні властивості зерна.

За даними наукових досліджень, формування маси 1 000 зерен значною мірою залежить від сортових особливостей, умов мінерального живлення, вологозабезпечення та температурного режиму в період наливу зерна [12]. Установлено, що за сприятливих умов вирощування підвищується інтенсивність

накопичення пластичних речовин у зернівці, що позитивно позначається на її виповненості та крупності [23, 24].

У наукових джерелах підтверджено позитивний вплив регуляторів росту рослин на процеси наливу зерна, що пов'язано з активізацією метаболічних процесів, поліпшенням використання елементів живлення та підвищенням стійкості рослин до стресових чинників [4, 10]. Застосування біостимулювальних препаратів може сприяти збільшенню маси зерна, зокрема, підвищенню як продуктивності, так і якості врожаю.

Показники маси 1 000 зерен ячменю ярого, сформовані залежно від сортових особливостей і застосування регуляторів росту рослин, наведено в таблиці 4.4. Варіація маси 1 000 зерен між досліджуваними сортами свідчить про істотну роль генетичних особливостей у формуванні цього показника. Серед сортів найвищий рівень крупності зерна сформував сорт Алісіана – 54,17 г, тоді як Командор, Акордіне та Аграрій характеризувалися близькими значеннями (52,61–52,49 г). Найменша маса 1 000 зерен відмічена в сорту Богун – 49,95 г. Різниця між сортами була статистично достовірною, оскільки перевищувала НР₀₅ для фактора А (0,40 г).

Застосування регуляторів росту рослин (фактор В) сприяло підвищенню маси 1 000 зерен порівняно з контрольними варіантами. Найбільш ефективним виявився препарат Ярило Аміно Мікс, за якого середнє значення показника становило 53,81 г проти 50,32 г на контролі.

Високу ефективність також продемонстрував препарат Блек Джек (53,14 г), тоді як інші регулятори (Келпак, Гуміфілд, Терпал) забезпечували формування маси 1 000 зерен у межах 52,04–52,69 г. Отримані відмінності були статистично значущими, що підтверджується перевищенням НР₀₅ для фактора В (0,48 г).

Таблиця 4.4

Маса 1 000 зерен ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин, г (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А	Фактор Б	Рік			Середнє за 2023–2025 рр.	Середнє за фактором А	Середнє за фактором Б
		2023	2024	2025			
Командор	Контроль	46,8	43,7	57,2	49,15	52,61	50,32
	Келпак	51,6	46,4	60,5	52,8		52,04
	Блек Джек	51,4	48,7	60,4	53,5		53,14
	Агростимулін	51	47,6	59	52,5		51,82
	Гуміфілд	51,2	48	59,8	53,01		52,63
	Ярило Аміно Мікс	51,6	49	60,8	53,8		53,81
	Терпал	51,1	49,2	60,2	53,5		52,69
Аграрій	Контроль	49,1	46	57	50,7	52,49	
	Келпак	50	46,8	57,8	51,45		
	Блек Джек	51	48	60	53		
	Агростимулін	49,2	46,2	57,5	51		
	Гуміфілд	51,6	48,2	59,8	53,19		
	Ярило Аміно Мікс	52,5	50	61,6	54,66		
	Терпал	52	48,6	60	53,45		
Акордіне	Контроль	48,6	45,8	56,8	50,37	52,53	
	Келпак	48,8	46	57	50,58		
	Блек Джек	51,6	48,2	59,6	53,06		
	Агростимулін	49,1	46	57,6	50,94		
	Гуміфілд	53,1	50	62	54,98		
	Ярило Аміно Мікс	50,2	51,4	63	55,9		
	Терпал	49,6	47,7	58,4	51,9		
Алісіана	Контроль	51,2	48	59,8	53,04	54,17	
	Келпак	53,8	50,6	60	54,84		
	Блек Джек	53	50,1	62	55,04		
	Агростимулін	52,4	49,6	59,8	53,9		
	Гуміфілд	51,1	48,1	59	52,67		
	Ярило Аміно Мікс	53,1	50,2	61,4	54,9		
	Терпал	53,2	50,2	61	54,8		
Богун	Контроль	46,2	44	55	48,35	49,95	
	Келпак	48,8	46	57	50,55		
	Блек Джек	49,4	46,1	57,8	51,08		
	Агростимулін	48,2	46,7	57,6	50,76		
	Гуміфілд	47	45	56	49,31		
	Ярило Аміно Мікс	48,2	45,1	56	49,81		
	Терпал	47,8	45,6	56,1	49,8		
НІР₀₅	АВ = 1,07			А = 0,40		В = 0,48	

Аналіз взаємодії факторів показав, що максимальні значення маси 1 000 зерен формувалися за поєднання високопродуктивних сортів і ефективних регуляторів росту. Так, найвищий показник зафіксовано в сорту Акордіне за застосування препарату Ярило Аміно Мікс – 55,90 г, що на 5,53 г перевищує контрольний варіант. Високі результати також отримано в сорту Алісіана за використання препаратів Блек Джек (55,04 г) та Ярило Аміно Мікс (54,90 г). необхідно відзначити позитивну реакцію сорту Акордіне на препарат Гуміфілд (54,98 г), що свідчить про специфічну чутливість цього генотипу до дії регуляторів росту.

Навіть у сорту Богун, який характеризувався найнижчими показниками маси 1 000 зерен, застосування регуляторів росту забезпечувало підвищення цього показника, зокрема за використання препарату Блек Джек – до 51,08 г, що підтверджує ефективність агротехнічних заходів у коригуванні рівня крупності зерна. Установлено, що відмінності між варіантами взаємодії факторів були статистично достовірними, оскільки перевищували HP_{05} для взаємодії АВ (1,07 г).

Результати дисперсійного аналізу показують, що формування маси 1 000 зерен ячменю ярого – як важливого показника крупності та виповненості зерна – визначалося насамперед взаємодією досліджуваних факторів (рис. 4.4).

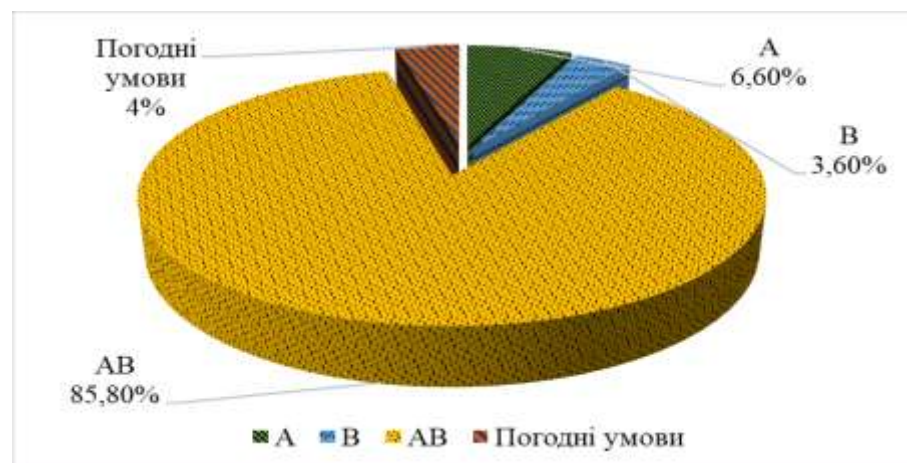


Рис. 4.5. Частка впливу факторів на формування маси 1 000 зерен ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Найбільший внесок у варіацію ознаки забезпечувала взаємодія факторів АВ, частка якої становила 85,8 %. Це свідчить про те, що процес формування маси зерна залежить не лише від генотипу чи дії препарату окремо, а від їх поєднання.

Частка впливу фактора А (сорт) становила 6,6 %, що підтверджує наявність генетично зумовленого рівня маси зерна для кожного сорту. Вплив фактора В (регулятори росту) був меншим – 3,6 %, а частка погодних умов за роки досліджень становила 4,0 %. Невеликий вплив абіотичних чинників свідчить про відносну стабільність цього показника та його залежність передусім від реакції рослин на застосування регуляторів росту.

Висока частка взаємодії факторів (понад 85 %) показує складний характер формування маси зерна. Ефективність регуляторів росту значною мірою визначається біологічними особливостями сорту. Найвищі показники маси 1 000 зерен досягаються за умови диференційованого застосування препаратів із урахуванням сортової специфіки.

4.3. Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин

Важливим показником оцінки якості зерна ячменю ярого є вміст білка, який значною мірою визначає його поживну цінність, технологічні властивості та господарське призначення. Формування цього показника залежить від генетичних особливостей сорту та умов вирощування культури [3, 5].

За даними наукових досліджень, накопичення білка в зерні є складним фізіолого-біохімічним процесом, що визначається генетичними особливостями сорту, забезпеченістю рослин елементами живлення, погодними умовами та особливостями агротехнології [4, 11, 27]. Установлено, що рівень білковості зерна тісно пов'язаний з інтенсивністю азотного обміну, ефективністю фотосинтетичних процесів та умовами наливу зерна [12, 20, 26].

У сучасних наукових працях доведено, що застосування регуляторів росту рослин і біостимуляторів може позитивно впливати не лише на продуктивність

культури, а й на показники якості зерна, зокрема вміст білка, що пов'язано з активізацією фізіолого-біохімічних процесів, поліпшенням засвоєння елементів живлення та оптимізацією азотного обміну. Так, у дослідженнях М. Г. Василенка, А. П. Стадника, П. М. Душка та ін. встановлено вплив регуляторів росту на якість насіння сільськогосподарських культур, тоді як Г. М. Господаренко, В. В. Любич та співавтори обґрунтовують формування технологічних параметрів якості зерна ячменю ярого, а В. Ф. Петриченко та В. І. Романюк відзначають істотний вплив факторів інтенсифікації на якість зерна культури [4, 12, 27].

Підвищення білковості зерна ячменю за різних технологічних прийомів також підтверджено в роботах В. В. Любича та А. С. Сулими, які досліджували вплив агротехнологічних заходів на якість зерна, а також Б. Пархуца, який підкреслював значення систем удобрення у формуванні білковості зерна [18, 26].

Разом із тим ефективність дії регуляторів росту значною мірою залежить від сортових особливостей культури, що зумовлює необхідність вивчення їх взаємодії у формуванні білковості зерна [37].

У зв'язку з цим вивчення впливу сорту та застосування регуляторів росту на вміст білка в зерні ячменю ярого є важливим для обґрунтування ефективних елементів технології вирощування культури.

Результати проведених досліджень (табл. 4.5) свідчать, що формування білковості зерна ячменю ярого істотно залежало як від генетичного потенціалу сортів, так і від дії застосованих регуляторів росту.

Аналіз середніх даних за фактором А (сорт) дав змогу встановити, що найбільш схильним до інтенсивного накопичення азотистих сполук виявився сорт Аграрій, де середній показник вмісту білка за всіх варіантів обробки становив 12,19 %. Досить високі рівні білковості також продемонстрували сорти Алісіана та Богун із показниками 12,08 % та 11,97 % відповідно.

Мінімальний середній вміст білка зафіксовано в сорту Командор (10,8 %), що підтверджує його специфічність у формуванні якісних показників зерна порівняно з іншими досліджуваними зразками. Установлені відхилення між

сортами є математично достовірними, оскільки перевищують показник $НІР_{05}$ за фактором А (0,18 %).

Таблиця 4.5

Особливості формування білка в насінні ячменю ярого залежно від сорту та застосування регуляторів росту рослин, % (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А	Фактор Б	Вміст білка, % (2023–2025)	Середнє за фактором А	Середнє за фактором Б
Командор	Контроль	10,46	10,80	11,10
	Келпак	11,06		11,80
	Блек Джек	10,94		11,73
	Агростимулін	10,53		11,78
	Гуміфілд	10,69		11,71
	Ярило Аміно Мікс	11,10		12,19
	Терпал	10,79		11,75
Аграрій	Контроль	10,65	12,19	
	Келпак	12,15		
	Блек Джек	11,93		
	Агростимулін	12,97		
	Гуміфілд	12,28		
	Ярило Аміно Мікс	13,20		
	Терпал	12,12		
Акордіне	Контроль	10,80	11,59	
	Келпак	11,65		
	Блек Джек	11,81		
	Агростимулін	11,41		
	Гуміфілд	11,24		
	Ярило Аміно Мікс	12,26		
	Терпал	11,93		
Алісіана	Контроль	11,81	12,08	
	Келпак	12,30		
	Блек Джек	12,27		
	Агростимулін	11,80		
	Гуміфілд	12,10		
	Ярило Аміно Мікс	12,19		
	Терпал	12,09		
Богун	Контроль	11,77	11,97	
	Келпак	11,86		
	Блек Джек	11,71		
	Агростимулін	12,18		
	Гуміфілд	12,25		
	Ярило Аміно Мікс	12,18		
	Терпал	11,83		
НІР₀₅	АВ = 0,31	А = 0,18	В = 0,14	

Оцінюючи вплив фактора Б (регулятор росту), необхідно зазначити, що всі тестовані препарати сприяли підвищенню білковості зерна відносно контролю, де середнє значення становило 11,1 %. Найбільш виражений стимулювальний ефект забезпечило застосування препарату Ярило Аміно Мікс, що сприяло досягненню середнього показника 12,19 % (приріст +1,09 в.п. до контролю), а це істотно перевищує $НР_{05}$ за фактором Б (0,14 %). Високу ефективність також виявили препарати Келпак (11,80 %), Агростимулін (11,78 %) та Терпал (11,75 %).

Розглядаючи взаємодію факторів (АБ), встановлено, що максимальний вміст білка в досліді забезпечив сорт Аграрій за умови позакореневого підживлення препаратом Ярило Аміно Мікс – 13,20 %, що на 2,55 в.п. перевищує контроль цього самого сорту. Сорт Командор продемонстрував найнижчий вміст білка на варіанті без обробки (10,46 %), проте під дією РРР цей показник зростав до 11,10 % (Ярило Аміно Мікс). Для сортів Акордіне та Богун також було характерним позитивне реагування на застосування амінокислотних та рiстстимулювальних препаратiв.

Сорт Алісіана виявився найбільш толерантним до зовнішнього впливу, продемонструвавши найменшу амплітуду коливань показника між варіантами обробки. В окремих варіантах цього сорту різниця з контролем була близькою до значення $НР_{05}$ для взаємодії факторів (0,31 %), що свідчить про високу генетичну стабільність накопичення білка в цього генотипу.

Дисперсійний аналіз показав різний ступінь впливу досліджуваних факторів на формування вмісту білка в зерні ячменю ярого (рис. 4.6). Найбільший внесок у варіацію показника забезпечував фактор А (сорт) – 57,2 %, що свідчить про визначальну роль генотипу у формуванні білковості зерна. Значний вплив мала також взаємодія факторів АВ – 25,4 %, що доводить важливість поєднання сортових особливостей і застосування регуляторів росту.

Частка впливу регуляторів росту рослин (фактор В) становила 11,7 %, що підтверджує їх істотну, але другорядну роль у формуванні показника. Найменший вплив мали погодні умови – 5,7 %, що свідчить про відносну стабільність формування білковості в умовах дослідження.

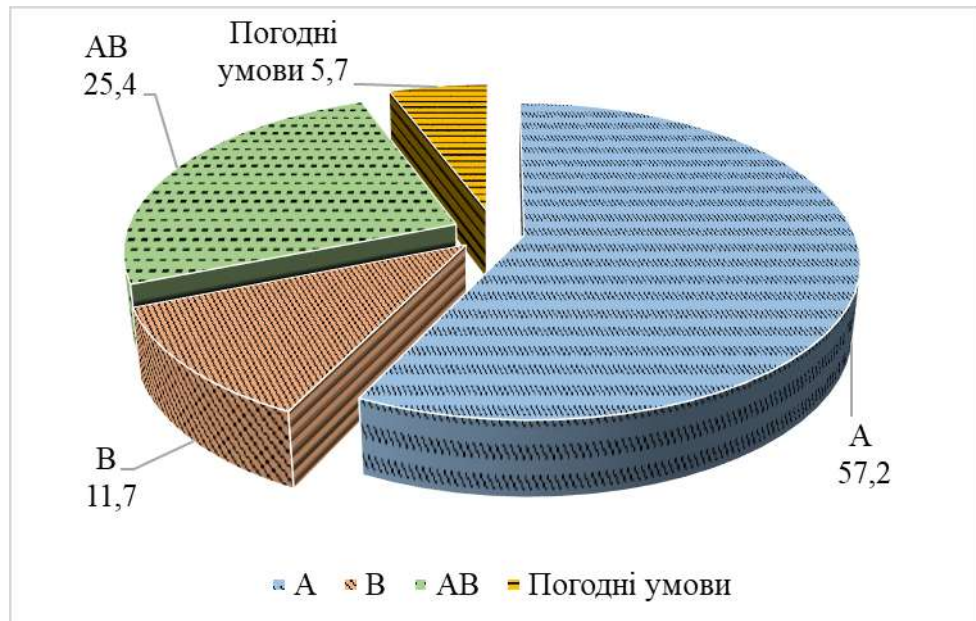


Рис. 4.6. Частка впливу факторів на формування білка в зерні ячменю ярого залежно від сорту та обробки регуляторами росту (у середньому за 2023–2025 рр.)

Отже, формування вмісту білка в зерні ячменю ярого визначалося переважно сортовими особливостями та їх взаємодією з регуляторами росту. Це свідчить про важливу роль генотипу у процесах накопичення білкових сполук і підтверджує необхідність диференційованого підходу до застосування регуляторів росту залежно від сорту. Отримані результати свідчать про можливість цілеспрямованого регулювання показників якості зерна за допомогою поєднання високопродуктивних сортів із ефективними стимулювальними препаратами, що забезпечує підвищення технологічної та кормової цінності зерна ячменю ярого.

Висновки до Розділу 4

1. За результатами трирічних досліджень встановлено істотний вплив сортових особливостей на формування елементів структури врожаю ячменю ярого. Найвищу кількість зерен у колосі сформував сорт Акордіне (21,66 шт.), а також Аграрій (20,89 шт.), тоді як найменші показники відмічено в сортів Богун (18,57 шт.) та Командор (17,80 шт.). Застосування регуляторів росту сприяло достовірному підвищенню озерненості колоса, зокрема, за використання препаратів Ярило Аміно Мікс (20,60 шт.), Блек Джек (20,36 шт.) та Агростимулін (20,26 шт.).

2. Установлено, що маса зерна в колосі істотно залежала від генотипу сорту та дії регуляторів росту. Найвищі значення сформували сорти Акордіне (1,14 г) та Аграрій (1,10 г), тоді як найнижчі – Богун (0,93 г). Застосування регуляторів росту забезпечило підвищення показника до 1,11 г (Ярило Аміно Мікс) порівняно з контролем (0,92 г). Максимальні значення зафіксовано в сорту Акордіне (1,22 г) та Аграрій (1,20 г) за застосування Ярило Аміно Мікс.

3. За результатами дисперсійного аналізу виявлено, що формування кількості зерен у колосі найбільше залежало від взаємодії факторів (68,5 %), тоді як частка впливу сорту становила 19,4 %, регуляторів росту – 7,3 %, а погодних умов – 4,8 %. Формування маси зерна в колосі також визначалося переважно взаємодією факторів (45,5 %) та сортовими особливостями (32,9 %), що свідчить про ключову роль поєднання генотипу та технологічних прийомів.

4. Найвищу врожайність зерна сформував сорт Акордіне (4,89 т/га), а також Аграрій (4,71 т/га), тоді як найменш продуктивним був сорт Богун (3,99 т/га). Застосування регуляторів росту забезпечило приріст урожайності до 0,81 т/га порівняно з контролем, зокрема, за використання препарату Ярило Аміно Мікс (4,77 т/га). Максимальні показники врожайності отримано в сорту Акордіне (5,25 т/га) та Аграрій (5,16 т/га) за застосування цього препарату.

5. Дисперсійний аналіз урожайності показав, що найбільший вплив мали сортові особливості (38,0 %) та їх взаємодія з регуляторами росту (37,5 %), тоді як

частка впливу регуляторів росту становила 19,3 %, а погодних умов – 5,2 %. Це підтверджує визначальну роль генотипу та доцільність диференційованого застосування регуляторів росту.

6. Установлено, що маса 1 000 зерен істотно залежала від сортових особливостей і застосування регуляторів росту. Найвищий показник сформував сорт Алісіана (54,17 г), тоді як найменший – Богун (49,95 г). Застосування регуляторів росту сприяло підвищенню маси 1 000 зерен до 53,81 г (Ярило Аміно Мікс) порівняно з контролем (50,32 г). Максимальне значення (55,90 г) отримано в сорту Акордіне за використання Ярило Аміно Мікс.

7. Дисперсійний аналіз показав, що формування маси 1 000 зерен визначалося переважно взаємодією факторів (85,8 %), тоді як частка впливу сорту становила 6,6 %, регуляторів росту – 3,6 %, погодних умов – 4,0 %. Це свідчить про вирішальне значення поєднання генотипу та технологічних прийомів.

8. Доведено, що вміст білка в зерні ячменю ярого значною мірою залежав від сортових особливостей і застосування регуляторів росту. Найвищий середній показник сформував сорт Аграрій (12,19 %), тоді як найнижчий – Командор (10,80 %). Застосування регуляторів росту сприяло підвищенню білковості зерна, зокрема за використання Ярило Аміно Мікс (12,19 %) порівняно з контролем (11,10 %). Максимальний вміст білка (13,20 %) отримано в сорту Аграрій за застосування цього препарату.

9. Дисперсійний аналіз показав, що формування вмісту білка визначалося переважно сортовими особливостями (57,2 %) та їх взаємодією з регуляторами росту (25,4 %), тоді як частка впливу регуляторів росту становила 11,7 %, погодних умов – 5,7 %.

Список використаних джерел до розділу 4

1. Адаптивні технології вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В. Ф. Петриченка. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. 608 с.
2. Аверчев О. В., Нікітенко М. П. Вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратами на продуктивність ячменя ярого. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Сільськогосподарські науки. № 135. Частина 1. 2024. 1-12. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.1.1>.
3. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Козлова О. П. Рослинництво. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 520 с.
4. Василенко М. Г., Стадник А. П., Душко П. М., Драга М. Я. В., Кічігіна О. О., Зацарінна Ю. О., Перець С. В. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 96–101. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2018.161350>.
5. Ващенко В. В., Шевченко О. О. Адаптивність і стабільність сортів ячменю ярого за показниками продуктивності. *Вісник Дніпропетровського ДАУ*. 2013. № 1 (31). С. 11–15.
6. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Чугрій Г. А. Дія мікробних препаратів та регуляторів росту на різних фонах живлення на врожайність ячменю ярого. *Scientific Collection «InterConf»*. 2023. № 166. С. 245–248.
7. Гамаюнова В. В., Касаткіна Т. О., Бакланова Т. В. Оцінка ефективності використання біопрепаратів у вирощуванні ячменю ярого в умовах Південного Степу України. *AGROLOGY*. 2021. Vol. 4 (2). С. 65–70. DOI: <https://doi.org/10.32819/021008>.
8. Герасько Т. В., Макаруч Б. М. Вплив припосівного локального внесення органічних меліорантів на продуктивність фотосинтезу ячменю ярого. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2026. № 50. С. 73–80. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-1-8>.

9. Гирка А. Д., Вінюков О. О., Дмитренко П. П. Визначення рівня екологічної пластичності сортів ячменю ярого за допомогою графічного алгоритму аналізу елементів структури врожайності. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 88–93.

10. Гораш О. С., Климишена Р. І. Залежність продуктивності колоса ячменю ярого за параметром кількості зернин від впливу абіотичних та технологічних факторів. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2025. № 142(1). С. 42–48. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.7>.

11. Гораш О. С. Взаємозв'язок елементів продуктивності ячменю з початковими етапами розвитку. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 11. С. 22–24. URL: https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_11_2012.pdf.

12. Господаренко Г. М., Любич В. В., Гавриленко В. С., Приходько В. О., Крикун С. П., Худолій Л. В., Товстенко Я. Ю. *Технологічні параметри формування якості зерна ячменю ярого голозерного* : збірник наукових праць Уманського НУС. 2024. Вип. 104. С. 315–324.

13. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.

14. Іванов В. О., Онищенко А. О., Фоміченко М. О., Конкс Т. М. Використання вермигумусу та отриманого з нього біопрепарату «Нановерм» за вирощування ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2024. Том. 102. № 11. С. 11–17. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202411-02>.

15. Кирильчук А. М., Щербиніна Н. П., Чухлеб С. Л. Ячмінь – стан та шляхи збільшення виробництва зерна. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 90–103. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.11>.

16. Климишена Р. І. Залежність кількості зерен у колосі ячменю ярого від впливу мінерального удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 110, Ч. 1. С. 88–94. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.12>.

17. Климшана Р. І. Урожайність зерна ячменю ярого залежно від впливу умов вегетації за різних строків сівби та технологічних факторів. *Новітні агротехнології*. 2025. Т. 13, № 2. <https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.339672>.
18. Любич В. В., Сулима А. С. Урожайність та якість зерна ячменю озимого залежно від агротехнологічних заходів : збірник наукових праць Уманського національного університету. 2025. № 106(1). С. 593–602. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2025-106-1-593-602>.
19. Мазур В. А., Поліщук І. С., Мазур К. В. Рослинництво. Вінниця : ТОВ «Друк», 2020. 352 с.
20. Макарчук Б. М., Герасько Т. В. Показники продуктивності ячменю звичайного ярого за припосівного локального внесення сапропелю. *Український журнал природничих наук*. 2026. № 15. С. 175–184. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.15.2026.17>.
21. Малярчук М. П., Резніченко Н. Д., Гальченко Н. М., Казновський О. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту та сидеральних добрив на урожайність ячменю озимого в сівозміні на зрошенні. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 97–102. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.15>.
22. Новак Ж. М. Продуктивність колоса сортозразків ячменю ярого колекції Уманського національного університету садівництва. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 125–130. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.17>.
23. Паламарчук В. Д., Неїлик М. М., Колісник О. М. Вплив системи удобрення на продуктивність ячменю ярого. *Зернові культури*. 2024. Том. 8. № 1. С. 147–155. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0323>.
24. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Вплив підживлення азотними добривами на елементи структури урожаю та продуктивність ячменю ярого. *Аграрні інновації*. 2023. № 20. С. 56–61. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.9>.
25. Панчишин В. З., Мойсієнко В. В., Сладковська Т. А., Перепелиця Л. О., Корево Н. І. Продуктивність ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.)

залежно від сорту позакореневого підживлення в умовах лісостепу України. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 148–158. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.16>.

26. Пархуц Б. Урожайність та якість зерна озимого ячменю залежно від розрахункових норм мінеральних добрив, внесених до програмованої врожайності на темно-сірих підзолистих ґрунтах Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного екологічного університету*. Серія «Агрономія». 2022. № 26. С. 193–196. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.193>.

27. Петриченко В. Ф., Романюк В. І. Вплив факторів інтенсифікації на якість зерна ячменю ярого в умовах Лісостепу Правобережного. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 127–134.

28. Продуктивність ячменю ярого залежно від удобрення та вапнування в умовах Західного Полісся. *Агроекологічний журнал* / В. М. Польовий та ін. 2020. № 1. С. 83–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201276>.

29. Рассадіна І. Ю., Стасіневич О. Ю., Мусієнко Л. А., Садовський І. С. Урожайність сільськогосподарських культур за тривалого застосування мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення у польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2025. № 1. С. 14–19. DOI: <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2025-1-14-19>.

30. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М., Пузік Л.М., Попов С.І., Музафаров Н.М., Бухало В.Я., Криштоп Є.А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків, 2016. 316 с.

31. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М., Пузік Л.М., Попов С.І., Музафаров Н.М., Бухало В.Я., Криштоп Є.А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / за ред. А. О. Рожкова Харків, 2016. 342 с.

32. Терлецька М., Біловус Г., Гораш О., Климишина Р. Адаптивність сортів ячменю озимого до умов Карпатського регіону. *Передгірне та гірське*

землеробство і тваринництво. 2025. № 78(2). С. 94–102. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(78\)-2-9](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(78)-2-9).

33. Трембіцька О. І., Столяр С. Г., Ковальчук Ю. В., Маценко Ю. С. Вплив густоти посіву на агробіологічні показники та врожайність ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) у зоні Полісся. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 290–294. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.47>.

34. Циганський В. І., Шевчук О. В. Вплив рівня удобрення та обробки насіння на формування елементів структури урожаю сої в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2026. № 1 (40). С. 37–48. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2026-1-5>.

35. Шаповал І. С., Векленко Ю. А., Кравченко В. П., Ярмілко С. А., Яремич Л. В. Продуктивність ячменю ярого залежно від агротехнічних факторів у Лісостепу Лівобережному. *Корми і кормовиробництво*. 2025. № 99. С. 86–98.

36. Шкурко В. С. Вплив погодних умов, попередників і добрив на врожайність сортів ячменю пивоварного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 167–170.

37. Ovezmyradova O. Agroecological aspects of the application of growth regulators in the cultivation of spring barley. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. Vol. 28, № 4. P. 6–9. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.04.01>.

РОЗДІЛ 5

ФОРМУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Сучасне сільськогосподарське виробництво передбачає залучення значних матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів, тому пріоритетним завданням є комплексна оцінка доцільності окремих елементів технології вирощування культур. В умовах ринкової економіки визначального значення набуває не лише максимізація врожайності, а й забезпечення високої рентабельності виробництва, що досягається за допомогою оптимізації виробничих витрат та підвищення енергетичної віддачі агросфери [6, 12, 15].

Ячмінь ярий належить до стратегічно важливих зернових культур продовольчого, кормового та пивоварного призначення, а ефективність його вирощування значною мірою залежить від адаптивного потенціалу сорту та інтенсивності технологічних заходів [3, 10, 16]. Одним із перспективних елементів інтенсифікації є застосування регуляторів росту рослин, які сприяють оптимізації фізіолого-біохімічних процесів, підвищують стійкість агрофітоценозів до стресових чинників і позитивно впливають на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності [1, 4, 11, 17].

У наукових дослідженнях відзначається, що застосування регуляторів росту рослин поряд із підвищенням продуктивності може істотно впливати на економічні показники технології вирощування, зокрема собівартість продукції, чистий прибуток та рівень рентабельності [1, 4, 11, 17]. Водночас оцінка ефективності таких технологічних рішень має ґрунтуватися не лише на економічних, а й на енергетичних критеріях, які характеризують співвідношення енерговитрат та енергії, акумульованої в урожаї [12, 18].

Водночас у літературних джерелах підкреслюється, що рівень економічної та енергетичної ефективності значною мірою визначається поєднанням сортових особливостей і технологічних прийомів вирощування [3, 10, 14]. Тому комплексна оцінка досліджуваних факторів є необхідною передумовою обґрунтування ефективних адаптивних технологій вирощування ячменю ярого.

5.1. Економічна ефективність вирощування сортів ячменю ярого за застосування регуляторів росту рослин в умовах північно-східного Лісостепу України

Економічна ефективність є узагальнювальним критерієм оцінки доцільності застосування окремих елементів технології вирощування, оскільки відображає співвідношення між витратами ресурсів і кінцевими результатами виробництва. Для її оцінки використовують систему показників, що всебічно характеризують результативність виробничого процесу. До натуральних показників належить урожайність, тоді як вартісний аналіз містить розрахунок собівартості одиниці продукції, чистого прибутку та рівня рентабельності [6, 15].

З наукових досліджень відомо, що економічна доцільність застосування регуляторів росту визначається не лише приростом урожайності, а й рівнем окупності додаткових витрат, пов'язаних із використанням препаратів та проведенням технологічних операцій [1, 4, 11, 17]. З огляду на це ефективність таких заходів значною мірою залежить від сортових особливостей культури та ґрунтово-кліматичних умов вирощування [5, 14].

Комплексний моніторинг урожайності, виробничих витрат, собівартості, чистого прибутку та рівня рентабельності сприяє об'єктивному оціненню ефективності взаємодії сортових особливостей та дії регуляторів росту в конкретних умовах вирощування. Саме тому визначення економічної ефективності є необхідним етапом наукового пошуку, що дає змогу виділити найбільш перспективні варіанти технології з огляду на мінімізацію витрат та отримання максимального економічного ефекту.

Аналіз показників економічної ефективності вирощування ячменю ярого сорту Командор (табл. 5.1) допомагає оцінити доцільність застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування культури. Отримані результати свідчать про варіювання основних економічних показників залежно від досліджуваних варіантів обробки.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування сорту ячменю ярого Командор за застосування регуляторів росту рослин (у цінах на вересень 2025 р.), грн/га

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Собівартість 1 ц, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Командор	Контроль	667,64	15542,70	63,26
	Келпак	633,27	18863,07	72,12
	БлекДжек	673,72	17359,04	61,79
	Агростимулін	609,39	19657,09	78,87
	Гуміфілд	630,04	18214,54	73,01
	Ярило Аміно Мікс	589,73	21511,60	84,83
	Терпал	691,22	15432,96	57,69

Застосування регуляторів росту сприяло підвищенню рівня прибутку порівняно з контрольним варіантом, де обробка не проводилась. Так, на контролі прибуток становив 15 542,70 грн/га, тоді як за використання регуляторів росту він зростав до 17 359,04–21 511,60 грн/га. Найвищий рівень прибутку отримано за застосування препарату Ярило Аміно Мікс – 21 511,60 грн/га. Високі показники також забезпечили Агростимулін (19 657,09 грн/га) та Келпак (18 863,07 грн/га).

Щодо собівартості продукції, встановлено її зниження в більшості варіантів із застосуванням регуляторів росту порівняно з контролем (667,64 грн/ц). Найнижчу собівартість отримано за використання Ярило Аміно Мікс – 589,73 грн/ц, а також Агростимуліну – 609,39 грн/ц. Водночас застосування препарату Терпал призвело до зростання собівартості до 691,22 грн/ц, що є найвищим значенням серед досліджуваних варіантів.

Рівень рентабельності як підсумковий показник ефективності виробництва корелював із динамікою прибутку. Найвищі значення цього показника були отримані за використання Ярило Аміно Мікс – 84,83 %, Агростимуліну – 78,87 % та Гуміфілду – 73,01 %. Для контрольного варіанта рентабельність становила

63,26 %, тоді як найнижчий рівень зафіксовано за застосування Терпалу – 57,69 %.

Отже, максимальний економічний ефект під час вирощування ячменю ярого сорту Командор було досягнуто за використання препарату Ярило Аміно Мікс, який забезпечив найвищий прибуток, найнижчу собівартість продукції та максимальний рівень рентабельності.

Наведені в табл. 5.2 результати свідчать про високу економічну доцільність застосування регуляторів росту рослин під час вирощування ячменю ярого сорту Аграрій. Варіювання показників собівартості, прибутку та рентабельності залежно від варіантів обробки свідчить про істотний вплив досліджуваного фактора.

Таблиця 5.2

Економічна ефективність вирощування сорту ячменю ярого Аграрій за застосування регуляторів росту рослин (у цінах на вересень 2025 р.), грн/га

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Собівартість 1 ц, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Аграрій	Контроль	621,51	18552,04	75,38
	Келпак	536,73	27386,85	103,08
	Блек Джек	567,31	26291,31	92,13
	Агростимулін	529,18	26751,21	105,98
	Гуміфілд	539,48	25819,25	102,05
	Ярило Аміно Мікс	500,00	30443,86	118,00
	Терпал	609,15	21301,65	78,94

Рівень прибутку за використання регуляторів росту значно перевищував контрольний варіант, де він становив 18 552,04 грн/га. У дослідних варіантах прибуток коливався в межах 21 301,65–30 443,86 грн/га. Максимальне значення отримано за застосування препарату Ярило Аміно Мікс – 30 443,86 грн/га. Високі показники також забезпечили Келпак (27 386,85 грн/га), Агростимулін (26 751,21 грн/га) та БлекДжек (26 291,31 грн/га). Витрати на виробництво 1 ц продукції в більшості варіантів із застосуванням регуляторів росту були нижчими порівняно з контролем (621,51 грн/ц). Найменшу собівартість відмічено за використання Ярило Аміно Мікс – 500,00 грн/ц, а також Агростимуліну –

529,18 грн/ц та Келпаку – 536,73 грн/ц. У варіанті з препаратом Терпал цей показник залишався відносно високим – 609,15 грн/ц.

Аналіз рентабельності показав, що застосування регуляторів росту забезпечувало її зростання порівняно з контролем (75,38 %). У дослідних варіантах рівень рентабельності становив 78,94–118,00 %, причому найвищі значення отримано за використання Ярило Аміно Мікс – 118,00 %, Агростимуліну – 105,98 % та Келпаку – 103,08 %. Найменш ефективним залишався варіант із застосуванням Терпалу, хоча і в цьому випадку рентабельність перевищувала контроль.

Отже, використання регуляторів росту рослин під час вирощування сорту Аграрій є економічно доцільним, а найбільш ефективним виявився препарат Ярило Аміно Мікс, який забезпечив максимальні значення прибутку та рентабельності за мінімальної собівартості продукції.

Оцінка економічної ефективності вирощування ячменю ярого сорту Акордіне дає змогу визначити доцільність застосування регуляторів росту рослин з урахуванням співвідношення витрат і отриманого економічного результату (табл. 5.3). Отримані дані свідчать про істотні зміни основних економічних показників залежно від варіантів обробки.

Таблиця 5.3

Економічна ефективність вирощування сорту ячменю ярого Акордіне за застосування регуляторів росту рослин (у цінах на вересень 2025 р.), грн/га

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Собівартість 1 ц, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Акордіне	Контроль	589,54	22620,72	84,89
	Келпак	562,09	26553,81	93,92
	Блек Джек	604,37	24232,83	80,35
	Агростимулін	534,48	28164,79	103,94
	Гуміфілд	570,39	24577,73	91,10
	Ярило Аміно Мікс	524,04	29712,94	108,00
	Терпал	620,26	21796,15	75,73

Порівняно з контрольним варіантом, де прибуток становив 22 620,72 грн/га, застосування регуляторів росту забезпечило його зростання в більшості варіантів до рівня 24 232,83–29 712,94 грн/га. Найвищий прибуток отримано за

використання Ярило Аміно Мікс – 29712,94 грн/га, а також Агростимуліну – 28 164,79 грн/га. Варіанти із застосуванням Келпаку та Гуміфілду також характеризувалися підвищенням прибутку порівняно з контролем.

Собівартість продукції змінювалася залежно від варіантів обробки та в більшості випадків була нижчою, ніж на контролі (589,54 грн/ц). Найнижчі її значення відмічено за використання Ярило Аміно Мікс – 524,04 грн/ц та Агростимуліну – 534,48 грн/ц. У варіантах із застосуванням Блек Джек (604,37 грн/ц) і особливо Терпалу (620,26 грн/ц) собівартість була вищою.

Рівень рентабельності підтверджує економічну доцільність застосування регуляторів росту, оскільки в більшості варіантів він перевищував контрольне значення (84,89 %) і становив 80,35–108,00 %. Максимального рівня рентабельності досягнуто за використання Ярило Аміно Мікс – 108,00 %, а також Агростимуліну – 103,94 %. Найнижчий показник відмічено у варіанті з Терпалом – 75,73 %.

Загалом установлено, що застосування регуляторів росту рослин під час вирощування сорту Акордіне сприяє підвищенню економічної ефективності, а найбільш результативним є використання препарату Ярило Аміно Мікс, який забезпечує оптимальне поєднання низької собівартості, високого прибутку та рентабельності.

Економічні показники вирощування ячменю ярого сорту Алісіана (табл. 5.4) демонструють різноспрямовану реакцію на застосування регуляторів росту рослин, що проявляється у зміні собівартості продукції, прибутку та рівня рентабельності. Результати розрахунків свідчать, що рівень прибутку в досліджуваних варіантах змінювався в межах 18 705,35–27 030,60 грн/га. Найвищий показник забезпечило застосування препарату Ярило Аміно Мікс – 27 030,60 грн/га, що значно перевищує контрольний варіант (19 836,27 грн/га).

Високі значення прибутку також отримано за використання Блек Джек (23 695,01 грн/га) та Агростимуліну (21 601,92 грн/га). Водночас застосування Гуміфілду та Терпалу не забезпечило істотного приросту прибутку порівняно з контролем.

Таблиця 5.4

Економічна ефективність вирощування сорту ячменю ярого Алісіана за застосування регуляторів росту рослин (у цінах на вересень 2025 р.), грн/га

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Собівартість 1 ц, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Алісіана	Контроль	618,83	19836,27	76,14
	Келпак	631,73	19888,82	72,54
	Блек Джек	606,43	23695,01	79,74
	Агростимулін	597,93	21601,92	82,30
	Гуміфілд	634,02	18831,82	71,92
	Ярило Аміно Мікс	543,93	27030,60	100,39
	Терпал	654,99	18705,35	66,41

Аналіз собівартості показує, що її найнижче значення сформовано за використання Ярило Аміно Мікс – 543,93 грн/ц, що сприяло отриманню найвищих економічних показників. У більшості інших варіантів собівартість залишалася на рівні або дещо перевищувала контроль (618,83 грн/ц), зокрема за застосування Гуміфілду (634,02 грн/ц) та Терпалу (654,99 грн/ц).

Рівень рентабельності коливався в межах 66,41–100,39 %. Максимальне значення цього показника відмічено за використання Ярило Аміно Мікс – 100,39 %, що свідчить про високу ефективність цього препарату. Порівняно високі показники рентабельності також отримано за застосування Агростимуліну (82,30 %) та Блек Джек (79,74 %). Найнижчий рівень рентабельності сформовано у варіанті з Терпалом – 66,41 %.

Отже, результати досліджень свідчать, що серед досліджуваних регуляторів росту найбільш ефективним для сорту Алісіана є препарат Ярило Аміно Мікс, який забезпечує максимальний економічний ефект унаслідок зниження собівартості та підвищення прибутковості виробництва.

Показники економічної ефективності вирощування ячменю ярого сорту Богун, наведені в таблиці 5.5, свідчать про помітну залежність результатів від застосування регуляторів росту рослин. Варіювання досліджуваних показників дає змогу оцінити доцільність використання окремих препаратів у технології вирощування цього сорту.

Застосування регуляторів росту забезпечило його підвищення до рівня 15 901,71–21 351,27 грн/га. Найвищий прибуток отримано за використання Агростимуліну – 21 351,27 грн/га, а також Ярило Аміно Мікс – 21 061,27 грн/га. Порівняно високі показники також відмічено за застосування Келпаку (18 923,00 грн/га) та Гуміфілду (18 479,05 грн/га).

Таблиця 5.5

Економічна ефективність вирощування сорту ячменю ярого Богун за застосування регуляторів росту рослин (у цінах на вересень 2025 р.), грн/га

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Собівартість 1 ц, грн	Прибуток, грн/га	Рентабельність, %
Богун	Контроль	695,80	13560,58	56,65
	Келпак	627,33	18923,00	74,00
	Блек Джек	662,47	17827,79	64,53
	Агростимулін	582,84	21351,27	87,01
	Гуміфілд	620,99	18479,05	75,53
	Ярило Аміно Мікс	589,73	21061,27	84,83
	Терпал	679,10	15901,71	60,51

Собівартість продукції у варіантах із застосуванням регуляторів росту в більшості випадків була нижчою порівняно з контролем (695,80 грн/ц). Найменше значення цього показника зафіксовано за використання Агростимуліну – 582,84 грн/ц, а також Ярило Аміно Мікс – 589,73 грн/ц. У варіанті з препаратом Терпал собівартість залишалася відносно високою – 679,10 грн/ц.

Рівень рентабельності в досліджуваних варіантах коливався в межах 56,65–87,01 %. Найвищий показник отримано за застосування Агростимуліну – 87,01 %, дещо нижчий – за використання Ярило Аміно Мікс – 84,83 %. В інших варіантах рентабельність була меншою, однак здебільшого перевищувала контроль. Застосування регуляторів росту рослин під час вирощування сорту Богун є економічно доцільним, разом із тим найвищу ефективність забезпечує препарат Агростимулін, який сприяє зниженню собівартості та підвищенню прибутковості виробництва.

Для об'єктивної оцінки економічної ефективності було проаналізовано структуру виробничих витрат (табл. 5.6). Це дало змогу встановити основні чинники формування собівартості зерна.

Незалежно від сорту та варіанта застосування регуляторів росту, найбільшу частку у витратах стабільно займали добрива та пально-мастильні матеріали. Частка витрат на добрива коливалася в межах 24,25–30,55 %, тоді як витрати на пальне становили 22,53–26,65 % залежно від варіанта дослідів, що свідчить про домінування матеріально-енергетичних ресурсів у структурі собівартості вирощування ячменю ярого.

Витрати на насіння займали друге місце у структурі витрат і змінювалися в межах 11,24–17,56 %, причому найбільші значення характерні для сорту Акордіне, а найменші – для сорту Богун. Частка витрат на засоби захисту рослин варіювала в межах 8,41–17,34 %, а її зростання спостерігалось у варіантах із застосуванням окремих регуляторів росту, зокрема Блек Джек та Терпал.

Найменшу частку у структурі витрат становила оплата праці – 1,74–2,18 %, що свідчить про відносно низьку трудомісткість технології вирощування. Інші витрати залишалися стабільними для всіх варіантів і становили 20,00 %, забезпечуючи відносну сталість загальної структури виробничих витрат.

Установлено, що регулятори росту принципово не змінювали структуру витрат, проте впливали на перерозподіл окремих складових, зокрема на засоби захисту та насіння, що позначилося на собівартості продукції. Основними статтями видатків у технології вирощування ячменю ярого залишалися витрати на добрива та пальне. Узагальнені результати свідчать, що застосування препаратів сприяє підвищенню економічної та енергетичної ефективності: знижується собівартість, зростають прибуток, рентабельність та коефіцієнт енергоефективності.

Таблиця 5.6

Структура витрат на 1 га, %

Сорт (фактор А)	Регулятор росту (фактор Б)	Оплата праці	Насіння	Добрива	Засоби захисту	Пальне	Інші витрати
Командор	Контроль	1,83	14,16	29,76	9,12	25,13	20,00
	Келпак	1,85	13,31	27,96	12,46	24,42	20,00
	Блек Джек	1,74	12,39	26,03	17,05	22,80	20,00
	Агростимулін	1,93	13,96	29,34	9,22	25,55	20,00
	Гуміфілд	1,89	13,95	29,31	9,58	25,27	20,00
	Ярило Аміно Мікс	1,96	13,72	28,83	9,98	25,50	20,00
	Терпал	1,74	13,01	27,33	14,50	23,41	20,00
Аграрій	Контроль	1,92	13,65	29,71	9,10	25,62	20,00
	Келпак	2,06	12,65	27,52	12,27	25,50	20,00
	Блек Джек	1,94	11,77	25,62	16,79	23,88	20,00
	Агростимулін	2,11	13,31	28,97	9,10	26,50	20,00
	Гуміфілд	2,08	13,28	28,90	9,45	26,29	20,00
	Ярило Аміно Мікс	2,18	13,02	28,34	9,81	26,65	20,00
	Терпал	1,88	12,45	27,10	14,38	24,19	20,00
Акордіне	Контроль	1,93	17,56	27,44	8,41	24,66	20,00
	Келпак	1,96	16,55	25,86	11,53	24,10	20,00
	Блек Джек	1,82	15,52	24,25	15,88	22,53	20,00
	Агростимулін	2,05	17,27	26,98	8,48	25,21	20,00
	Гуміфілд	1,97	17,35	27,10	8,86	24,73	20,00
	Ярило Аміно Мікс	2,07	17,01	26,58	9,20	25,14	20,00
	Терпал	1,82	16,26	25,41	13,48	23,03	20,00
Алісіана	Контроль	1,88	16,79	28,07	8,60	24,66	20,00
	Келпак	1,83	15,96	26,67	11,89	23,66	20,00
	Блек Джек	1,83	14,72	24,61	16,12	22,72	20,00
	Агростимулін	1,92	16,67	27,86	8,75	24,80	20,00
	Гуміфілд	1,85	16,71	27,92	9,13	24,39	20,00
	Ярило Аміно Мікс	2,03	16,25	27,16	9,40	25,16	20,00
	Терпал	1,77	15,53	25,96	13,78	22,96	20,00
Богун	Контроль	1,80	12,97	30,55	9,36	25,32	20,00
	Келпак	1,88	12,10	28,50	12,71	24,82	20,00
	Блек Джек	1,77	11,24	26,47	17,34	23,19	20,00
	Агростимулін	2,00	12,65	29,80	9,37	26,18	20,00
	Гуміфілд	1,92	12,69	29,89	9,77	25,73	20,00
	Ярило Аміно Мікс	1,98	12,51	29,45	10,19	25,88	20,00
	Терпал	1,77	11,81	27,82	14,76	23,83	20,00

Найвищі показники забезпечило використання препарату Ярило Аміно Мікс на сортах Аграрій та Акордіне, що підтверджує доцільність їх упровадження в умовах північно-східного Лісостепу України.

5.2. Енергетична ефективність вирощування сортів ячменю ярого за застосування регуляторів росту рослин в умовах північно-східного Лісостепу України

Поряд із економічною оцінкою технологій вирощування сільськогосподарських культур важливим є визначення їх енергетичної ефективності, оскільки сучасне аграрне виробництво пов'язане зі значними витратами енергетичних ресурсів, що використовуються під час обробітку ґрунту, внесення добрив, застосування засобів захисту рослин, роботи техніки та реалізації інших елементів технології [12, 18]. Тому оцінка ефективності технологічних заходів повинна враховувати не лише економічні показники, а й рівень енерговитрат на виробництво продукції [2, 12].

Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур визначається за допомогою зіставлення сукупних витрат енергії на виробництво продукції та енергетичного виходу, сформованого за рахунок урожаю. Такий підхід дає змогу оцінити раціональність використання енергетичних ресурсів у технології вирощування культури та визначити найбільш енергоефективні елементи технології [12, 18].

Ячмінь ярий є важливою зерною культурою, вирощування якої потребує значних енергетичних витрат, пов'язаних із застосуванням технологічних операцій, матеріально-технічних ресурсів та засобів інтенсифікації виробництва [3, 10]. Одним із таких елементів технології є використання регуляторів росту рослин, які здатні впливати на фізіологічні процеси в рослинах, підвищувати стійкість до несприятливих факторів середовища та сприяти формуванню вищої врожайності [8, 19, 20]. Водночас застосування цих препаратів супроводжується певними енергетичними витратами, що зумовлює необхідність оцінки їх доцільності з енергетичної погляду.

Енергетична оцінка технології вирощування базується на визначенні сукупних витрат енергії, що охоплюють енерговитрати на агротехнічні операції, використання пального, насіння, добрив, засобів захисту рослин та інших

матеріально-технічних ресурсів, а також валового енергетичного виходу врожаю [12, 18]. Для комплексної оцінки застосовують показники сукупних витрат енергії, енергетичного приросту та коефіцієнта енергетичної ефективності, який характеризує співвідношення між енергією, накопиченою в урожаї, та енергією, витраченою на його отримання.

Використання енергетичних показників дозволяє об'єктивно оцінити вплив сортових особливостей та застосування регуляторів росту рослин на ефективність використання енергетичних ресурсів і визначити найбільш енергоощадні варіанти технології [2, 18]. Отже, енергетична оцінка є важливим етапом комплексного обґрунтування ефективності технології вирощування ячменю ярого.

Згідно з даними, що наведені на рисунку 5.1, під час вирощування ячменю ярого сорту Командор спостерігається чітка варіативність енергетичної віддачі залежно від вибраного препарату.

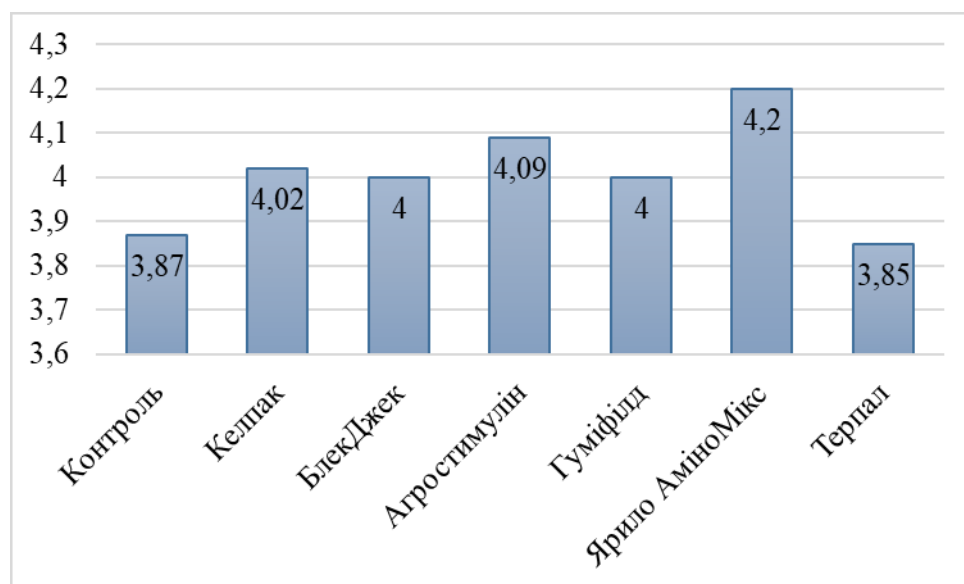


Рис. 5.1. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сорту ячменю ярого Командор залежно від застосування регуляторів росту рослин

На контрольному варіанті, де регулятори росту не застосовувалися, коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) становив 3,87. Проте використання більшості досліджуваних стимуляторів (фактор В) сприяло зростанню цього показника.

Найбільш вагоме підвищення КЕЕ зафіксовано за умови позакореневого внесення препарату Ярило Аміно Мікс, що сприяло досягненню максимального значення в цій серії досліду – 4,20. Високу результативність також продемонстрував варіант із застосуванням Агростимуліну, де коефіцієнт становив 4,09. Препарати Келпак, Блек Джек та Гуміфілд показали стабільно позитивний вплив на рівні 4,00–4,02, що підтверджує доцільність їх внесення до технологічної схеми вирощування сорту Командор. Водночас застосування ретарданту Терпал призвело до незначного зниження КЕЕ до рівня 3,85, що порівняно з контрольним варіантом пояснюється специфікою фізіологічної дії препарату та додатковими енерговитратами на його застосування, які в конкретному випадку не були повністю компенсовані приростом енергії отриманого врожаю.

Аналогічна тенденція щодо зростання енергетичної ефективності під впливом досліджуваних чинників простежується й під час аналізування показників сорту Аграрій (фактор А), що відображено на рисунку 5.2.

Необхідно зазначити, що цей сорт загалом продемонстрував вищі значення коефіцієнта енергетичної ефективності (КЕЕ) порівняно з попереднім об'єктом досліджень, що свідчить про його високу адаптивність та енергетичну окупність витрат.

На контрольному варіанті сорту Аграрій показник КЕЕ становив 4,05. Застосування регуляторів росту рослин (фактор В) забезпечило істотне підвищення цього індексу в усіх варіантах досліду. Найвищу ефективність використання енергії, як і у випадку з попереднім сортом, забезпечив препарат Ярило Аміно Мікс, за дії якого КЕЕ зріс до 4,69, що є максимальним показником у цій серії експериментів.

Високу та стабільну енергетичну віддачу продемонстрували варіанти із застосуванням препаратів Келпак та Агростимулін, де значення КЕЕ сягнули позначки 4,50, а також Блек Джек із показником 4,49.

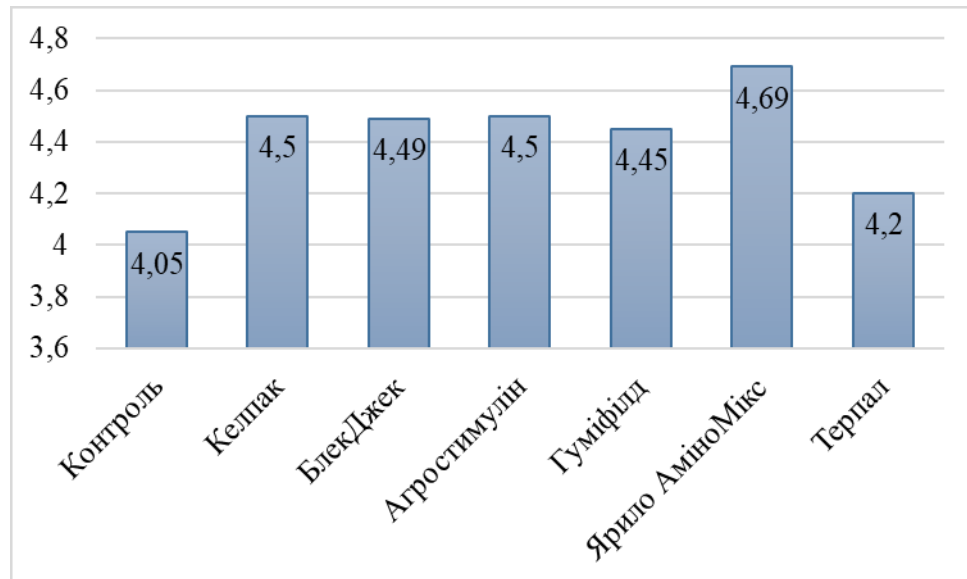


Рис. 5.2. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сорту ячменю ярого Аграрій залежно від застосування регуляторів росту рослин

Дещо менший, проте істотний порівняно з контролем приріст забезпечив препарат Гуміфілд (4,45). Найменший вплив на зміну енергетичних параметрів серед досліджуваних препаратів виявив ретардант Терпал, за використання якого КЕЕ становив 4,20, що, однак, перевищує контрольний показник на 0,15 одиниці.

Аналіз показників сорту Акордіне (фактор А), наведений на рисунку 5.3, показує, що базовий рівень коефіцієнта енергетичної ефективності на контрольному варіанті становив 4,40.

Максимальне значення КЕЕ зафіксовано за умови застосування препарату Ярило Аміно Мікс, де показник досяг позначки 4,73. Висока енергетична ефективність також відмічена у варіанті з використанням Агростимуліну, що забезпечило коефіцієнт на рівні 4,66. Дещо нижчі результати отримано під час застосування препарату Келпак – 4,54.

За внесення регуляторів росту Блек Джек та Гуміфілд було отримано ідентичні показники КЕЕ, які становили 4,47. Найнижче значення в цій серії дослідів зафіксовано за дії ретарданту Терпал, де коефіцієнт енергетичної ефективності знизився до 4,32, що є нижчим за показник контрольного варіанта на 0,08 одиниці.

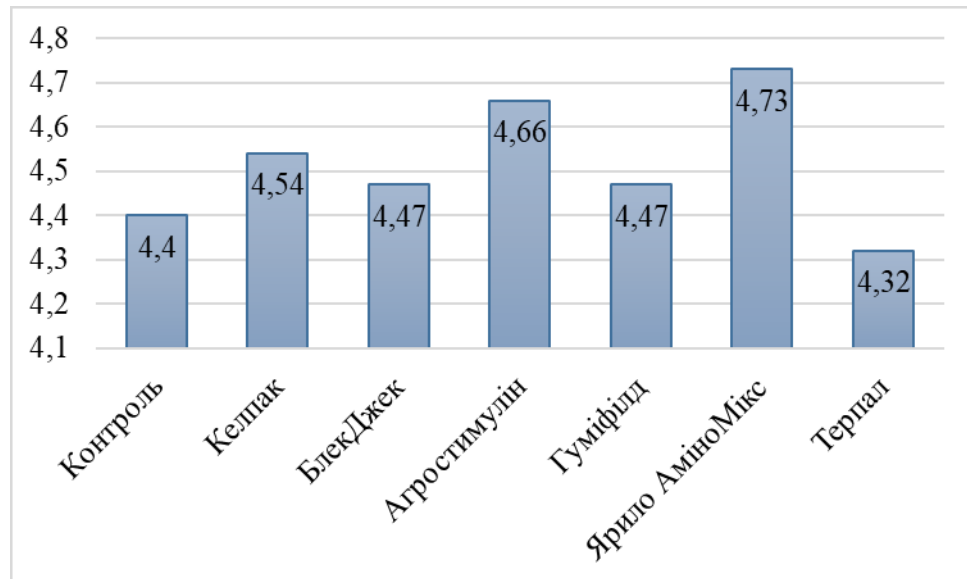


Рис. 5.3. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сорту ячменю ярого Алісіана залежно від застосування регуляторів росту рослин

Результати досліджень, що відображені на рисунку 5.4, демонструють реакцію сорту Алісіана (фактор А) на застосування різних регуляторів росту. На контрольному варіанті рівень коефіцієнта енергетичної ефективності (КЕЕ) становив 4,18.

Найбільш істотне зростання енергетичної віддачі зафіксовано за внесення препарату Ярило Аміно Мікс, де значення КЕЕ досягло 4,53. Також позитивний вплив на ефективність вирощування сорту продемонстрували регулятори росту Блек Джек та Агростимулін, під час застосування яких коефіцієнт становив 4,38 та 4,24 відповідно. Разом із тим використання низки препаратів на цьому сорті призвело до зниження показників КЕЕ порівняно з контролем.

Зокрема, під час застосування препаратів Келпак та Терпал значення коефіцієнта енергетичної ефективності знизилися до 4,11 та 4,09 відповідно. Найнижчий рівень енергетичної окупності витрат зафіксовано у варіанті із застосуванням препарату Гуміфілд, де показник КЕЕ становив 4,07.

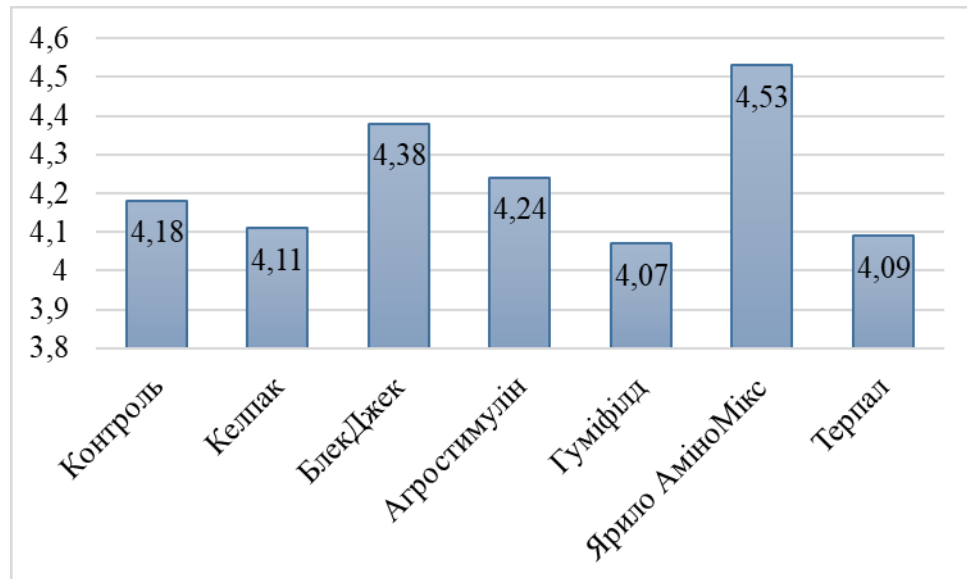


Рис. 5.4. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сорту ячменю ярого Акордіне залежно від застосування регуляторів росту рослин

Згідно з результатами, наведеними на рисунку 5.5, сорт Богун (фактор А) продемонстрував базовий показник енергетичної ефективності на контролі на рівні 3,74. Усі досліджувані варіанти із застосуванням регуляторів росту рослин (фактор В) забезпечили зростання КЕЕ порівняно з варіантом без обробки. Найвищий рівень енергетичної окупності в цьому сорті зафіксовано за використання препарату Агростимулін, де КЕЕ зріс до 4,20. Дещо менший, проте істотний результат показав варіант із застосуванням Ярило Аміно Мікс, що забезпечив показник на рівні 4,18.

Характерною особливістю сорту Богун став ідентичний відгук на застосування препаратів Келпак, Блек Джек та Гуміфілд, за дії яких коефіцієнт енергетичної ефективності становив 4,03. Мінімальне зростання показника відносно контрольного варіанта спостерігалось за внесення препарату Терпал, де КЕЕ становив 3,89, що на 0,15 одиниці перевищує базове значення.

Проведена енергетична оцінка засвідчила, що застосування регуляторів росту рослин сприяє більш ефективному використанню енергетичних ресурсів у технології вирощування ячменю ярого в умовах північно-східного Лісостепу України. У більшості дослідних варіантів встановлено підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності порівняно з контролем, що свідчить про зростання

енерговіддачі врожаю та підтверджує доцільність внесення зазначених препаратів до технологічної схеми з позиції енергозбереження.

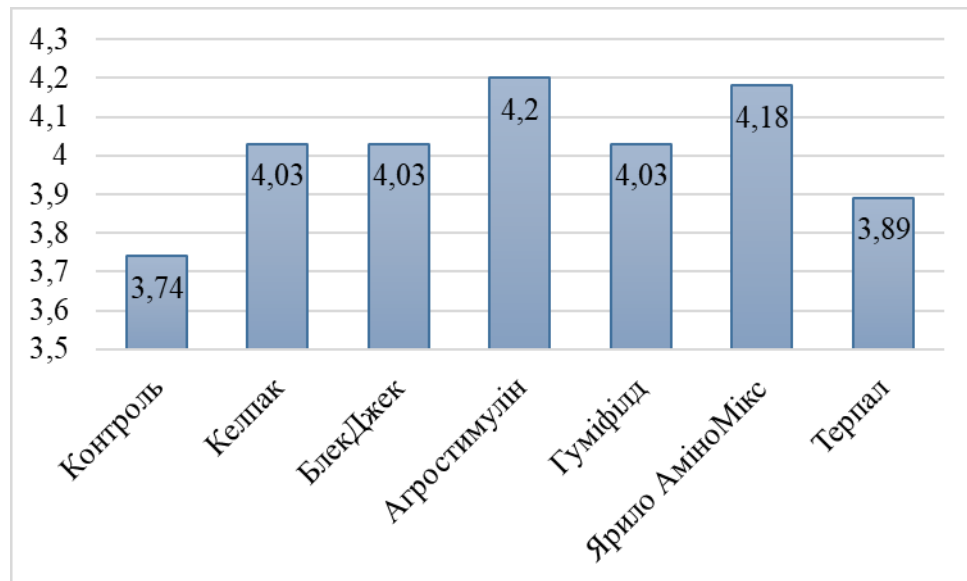


Рис. 5.5. Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сорту ячменю ярого Богун залежно від застосування регуляторів росту рослин

Найкращі результати за показником КЕЕ забезпечили препарати Ярило Аміно Мікс та Агростимулін. Серед досліджуваних сортів найбільш енергоефективним виявився Акордіне, що проявив найвищу здатність до продуктивного використання ресурсів, тоді як для сорту Богун характерні відносно нижчі значення цього показника. Отримані результати підтверджують високу енергетичну окупність поєднання генетичного потенціалу сучасних сортів із раціональним застосуванням стимуляторів росту.

Висновки до розділу 5

За результатами досліджень щодо впливу застосування регуляторів росту рослин на економічну та енергетичну ефективність вирощування сортів ячменю ярого встановлено такі закономірності:

1. Вирощування ячменю ярого в умовах північно-східного Лісостепу України є економічно вигідним та енергетично доцільним. Це підтверджується високими показниками прибутку, рівнем рентабельності та коефіцієнтом енергетичної ефективності в більшості варіантів досліджу.

2. Застосування регуляторів росту рослин забезпечує підвищення економічної ефективності вирощування культури, що проявляється у зниженні собівартості продукції, зростанні прибутку та рівня рентабельності порівняно з контрольними варіантами.

3. Максимальні показники прибутку (до 30 443,86 грн/га) та рентабельності (до 118,00 %) отримано за використання препарату Ярило Аміно Мікс, що свідчить про його найвищу економічну ефективність серед досліджуваних регуляторів росту.

4. Аналіз структури витрат показав, що найбільшу частку становлять витрати на добрива ($\approx 26\text{--}30\%$) та пальне ($\approx 23\text{--}26\%$), тоді як витрати на оплату праці є найменшими ($\approx 1,7\text{--}2,2\%$), а витрати на насіння, засоби захисту рослин та інші витрати залишаються відносно стабільними.

5. Застосування регуляторів росту рослин сприяє підвищенню енергетичної ефективності вирощування ячменю ярого, про що свідчить зростання коефіцієнта енергетичної ефективності до 4,73 залежно від сорту та препарату.

6. Найвищі значення коефіцієнта енергетичної ефективності забезпечує застосування препарату Ярило Аміно Мікс, а також Агростимуліну, що свідчить про їх здатність підвищувати енерговіддачу врожаю.

7. Серед досліджуваних сортів найбільш ефективними з економічного та енергетичного погляду виявилися сорти Аграрій та Акордіне, тоді як сорт Богун характеризувався нижчими показниками ефективності.

Список використаних джерел до розділу 5

1. Вожегова Р. А., Заєць С. О., Кісіль Л. Б. Економічна оцінка ефективності вирощування сучасних сортів ячменю озимого за різних строків сівби і застосування регуляторів росту. *Зрошуване землеробство*. 2019. № 71. DOI: <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.71.4>.
2. Вожегова Р. А., Кривенко А. І. Вплив біопрепаратів на врожайність озимої пшениці та економічно-енергоєфективність технології її вирощування в умовах Півдня України. *Вісник сільськогосподарської науки Причорномор'я*. 2019. №1(101). С. 39–46. [https://DOI:10.31521/2313-092X/2019-1\(101\)-6](https://DOI:10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6).
3. Гаврилюк М. М., Чехівський А. І. Ячмінь ярий: біологія, технологія вирощування, використання. Київ : Урожай, 2016. 320 с.
4. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О., Бакланова Т. В. Значення біопрепаратів у підвищенні рентабельності вирощування ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 38–47. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.6>.
5. Гамаюнова В. В., Федорчук М. І., Панфілова А. В., Нагірний В. В. Економічна ефективність елементів технології вирощування озимих зернових культур в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. №110(1). С. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.6>.
6. Економіка сільського господарства: навч. посібник / Збарський В. К., Мацибора В. І., Чалий А. А., Степанюк Л. М. ; ред.: В. К. Збарський, В. І. Мацибора ; НУБіП України. Каверла. – 2028. - 321 с.
7. Заєць С. О., Димов О. М., Фундират К. С. Урожайність насіння та економічна ефективність вирощування тритикале озимого залежно від макро- та мікродобрив у зрошуваних умовах Південного Степу. *Зрошуване землеробство*. 2019. № 71.
8. Іщенко В. А. Вплив застосування регуляторів росту на урожайність та формування елементів продуктивності рослин ячменю ярого в умовах степової

зони України. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. № 2. С. 81–85.
<https://doi:10.31210/visnyk2021.02.10>.

9. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця, 2015.

10. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Українські технології, 2010. 1088 с.

11. Макуха О. В. Аналіз економічної ефективності використання біологічних препаратів у вирощуванні сортів весняного ячменю. *Аграрні інновації*. 2021. № 7(12). С. 73–78.

12. Мацибора В. І. та ін.; за ред. В. К. Збарського і В. І. Мацибори. К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. 316 с.

13. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

14. Моргун В. В., Киризія Д. А. Фізіологічні основи формування продуктивності зернових культур. Київ : Логос, 2014. 560 с.

15. Пономарьова М., Дерев'янка І. Економічні аспекти процесу розвитку та виробництва зерна пивоварних сортів ячменю ярого. *Scientific Notes*. 2023. Т.32(3). С. 224–235.

16. Рогач С. М., Гуцул Т. А. Економіка сільського господарства. Київ : НУБіП України, 2018.

17. ФАО. Перспективи врожаю та продовольча ситуація – Трирічний глобальний звіт, № 1, березень 2026 р. Рим : ФАО, 2026. URL: <https://www.fao.org/markets-and-trade/publications/crop-prospects-and-food-situation/en>.

18. Gamajunova V., Kuvshinova A. Economic efficiency of growing winter barley in the Southern Steppe zone of Ukraine under the influence of variety and biological preparations. *Scientific Horizons*. 26(11). 2023. 39–48.
<https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.39>.

19. Khoshnevisan B., Rafiee S., Omid M. Energy use efficiency and economic analysis of barley production systems. *Energy*. 2013. Vol. 52. P. 427–434.

20. Veremeenko S., Tkachuk S., Trusheva S. The influence of microfertilizers and plant growth regulators on the yield and grain quality of spring barley. *Scientific Horizons*. 2020. № 1(86). P. 14–21. URL: <https://doi:10.33249/2663-2144-2020-86-1-14-21>.

21. Zaiets S. O., Onufran L. I., Fundyrat K. S. et al. Dynamics of the content of nutrients in winter barley plants depending on the variety, sowing dates and plant growth regulators. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2022. Vol. 26(3). P. 66–76. URL: [https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26\(3\)](https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26(3)).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено комплексні дослідження щодо вивчення впливу регуляторів росту рослин на формування врожайності та якості зерна ячменю ярого залежно від сортових особливостей в умовах північно-східного Лісостепу України. Отриманні результати проведення досліджень дозволили зробити такі висновки:

1. Морфологічні, фотосинтетичні та продуктивні показники ячменю ярого істотно залежать від сортових особливостей і застосування регуляторів росту рослин. Найвищі показники росту та продуктивності формували сорти Акордіне та Аграрій, тоді як сорт Богун характеризувався нижчим рівнем реалізації продуктивного потенціалу. Застосування регуляторів росту рослин позитивно впливало на ріст і розвиток рослин ячменю ярого, сприяючи збільшенню висоти рослин, інтенсивності кушіння та збереженню більшої кількості продуктивних пагонів у фазі колосіння. Найбільш ефективну дію проявили препарати Ярило Аміно Мікс, Агростимулін, Блек Джек та Келпак.

2. Використання регуляторів росту сприяло поліпшенню функціонування фотосинтетичного апарату рослин. Максимальні показники площі листової поверхні та вмісту хлорофілу сформували сорти Акордіне та Аграрій за застосування препаратів Ярило Аміно Мікс і Терпал, що забезпечувало підвищення азотного статусу рослин та інтенсивності фотосинтетичних процесів.

3. Формування елементів структури врожаю значною мірою залежить від взаємодії генотипу та регуляторів росту. Найбільшу кількість зерен у колосі та найвищу масу зерна з колоса забезпечили сорти Акордіне й Аграрій, особливо за використання препаратів Ярило Аміно Мікс, Блек Джек та Агростимулін.

4. Доведено, що застосування регуляторів росту рослин забезпечує істотне підвищення врожайності ячменю ярого. Максимальну врожайність отримано в сорту Акордіне – 5,25 т/га та сорту Аграрій – 5,16 т/га за використання препарату Ярило Аміно Мікс, що перевищувало контрольні варіанти до 0,81 т/га.

5. Маса 1 000 зерен та вміст білка в зерні значною мірою були зумовлені сортовими особливостями та застосуванням регуляторів росту. Найвищу крупність зерна забезпечував сорт Алісіана, а максимальний вміст білка – сорт Аграрій за використання препарату Ярило Аміно Мікс.

6. Узагальнення результатів досліджень свідчить, що диференційоване застосування регуляторів росту з урахуванням біологічних особливостей сортів є ефективним елементом технології вирощування ячменю ярого в умовах північно-східного Лісостепу України та дає змогу максимально реалізувати генетичний потенціал культури.

7. Економічна оцінка підтвердила високу ефективність застосування регуляторів росту рослин. Найвищий рівень рентабельності та прибутку забезпечував препарат Ярило Аміно Мікс, особливо в поєднанні із сортами Аграрій та Акордіне, що свідчить про економічну доцільність його використання у виробничих умовах.



8. Енергетичний аналіз показав, що застосування регуляторів росту підвищує коефіцієнт енергетичної ефективності технології вирощування ячменю ярого. Найвищі показники енерговіддачі забезпечували препарати Ярило Аміно Мікс та Агростимулін, а найбільш енергоефективними серед досліджуваних сортів були Аграрій та Акордіне.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ



Для умов північно-східного Лісостепу України з метою отримання стабільного врожаю з високими показниками якості зерна ячменю ярого доцільно використовувати: сорти Аграрій та Акордіне – із обробкою в 23-тю та 32-гу макростадії росту та розвитку рослин за міжнародною шкалою ВВСН регулятором Ярило Аміно Мікс, який забезпечує найвищі показники економічної та енергетичної ефективності; як альтернатива можуть застосовуватися Агростимулін та Келпак.

Додатки



Додаток А.1

Макростадія 0: Проростання	
00	– Сухе зерно
01	– Початок поглинання води
03	– Кінець поглинання води
05	– Поява кінчика зародкового кореня
06	– Подовження кінчика зародкового кореня, поява кореневих волосків та/або бічних пагонів
07	– Поява кінчика зародкової піхви (колеоптиля)
09	– Сходи: колеоптиль проходить поверхню ґрунту; листок досяг кінчика колеоптиля
	
Макростадія 1: Розвиток листків	
10	– Перший листок виходить із колеоптиля
11	– Стадія 1-го листка. Перший листок розгорнутий
12	– Стадія 2-го листка. Другий листок розгорнутий
	– і так далі до стадії 19
19	– 9 і більше листків розгорнуті
	– Куцнення може відбуватися з 13-ї стадії. У цьому випадку — перехід на 21-шу стадію
	



Продовження додатка А.1

Макростадія 2: Кущення	
21	З'являється перший пагін кущення – початок кущення
22	З'являється другий пагін кущення
23	З'являється третій пагін кущення – і так далі до стадії 29
29	Завершення кущення. З'являється максимальна кількість пагонів – Вихід у трубку може починатися вже раніше, у цьому разі перехід на 30-ту стадію
	
Макростадія 3: Вихід у трубку (головний пагін)	
30	Початок подовження стебла: псевдостебло й пагони кущення спрямовані догори, перше міжвузля починає подовжуватися, верх суцвіття щонайменше на 1 см вищий за вузол кущення
31	Стадія 1-го вузла. Перший вузол видно на поверхні землі, відстань від вузла кущення щонайменше 1 см
32	Стадія 2-го вузла. Другий вузол видно, відстань від 1-го вузла щонайменше 2 см
33	Стадія 3-го вузла. Третій вузол видно, відстань від 2-го вузла щонайменше 2 см
34	Стадія 4-го вузла. Четвертий вузол видно, відстань від 3-го вузла щонайменше 2 см – і так далі до стадії 37
37	Поява останнього (прапорцевого) листка
39	Стадія лігули (листяного язичка): прапорцевий листок повністю розвинений, лігулу прапорцевого листка ледве видно
	



Продовження додатка А.1

Макростадія 4: Формування суцвіть (колосків або волоті)	
41	– Листкова піхва прапорцевого листка подовжується
43	– Суцвіття (колос) усередині стебла зсунуте догори, листкова піхва прапорцевого листка починає набухати
45	– Листкова піхва прапорцевого листка набрякла
47	– Листкова піхва відкривається
49	– Поява остюків. Остюки з'являються над лігулою прапорцевого листка
	
Макростадія 5: Поява суцвіть (колосків)	
51	– Початок появи суцвіття (колоса). Верхню частину колоса видно
52	– Поява 20 % суцвіття
53	– Поява 30 % суцвіття
54	– Поява 40 % суцвіття
55	– Поява половини суцвіття. Нижня частина ще в листковій піхві.
56	– Поява 60 % суцвіття
57	– Поява 70 % суцвіття
58	– Поява 80 % суцвіття
59	– Повна поява суцвіття. Колос повністю видно
	

Продовження додатка А.1

Макростадія 6: Цвітіння	
61	– Початок цвітіння. Перші тичинки з'являються
63	– Раннє цвітіння, тичинки видно у значної частини колосків, активне виділення пилку, запилення посилюється
65	– Середина цвітіння. 50 % зрілих тичинок
67	– Пізнє цвітіння, більшість тичинок уже віддали пилку, процес запилення завершується, зменшується активність цвітіння
69	– Кінець цвітіння, тичинки відсутні або висохлі, запліднення завершено, перехід до наливу зерна
	
Макростадія 7: Утворення зерен (каріопсів)	
71	– Перші зерна досягли половини свого остаточного розміру. Уміст зерен водянистий
73	– Рання молочна стиглість
75	– Середня молочна стиглість. Усі зерна досягли свого остаточного розміру. Уміст зерен молочний
	– Зерна ще зелені
77	– Повна молочна стиглість
	

Продовження додатка А.1

Макростадія 8: Дозрівання зерен	
	83 – Рання воскова стиглість
	85 – М'яка воскова стиглість. міст зерен ще м'який, але сухий. Вм'ятина від нігтя випрямляється
	87 – Тверда воскова стиглість. Вм'ятина від нігтя не випрямляється
	89 – Рання повна стиглість. Зерно тверде, із зусиллям розколюється нігтем великого пальця
	
Макростадія 9: Відмирання	
	92 – Пізня повна стиглість. Зерно тверде, не ламається нігтем великого пальця
	93 – Зерно сидить слабо в колоску в денний час
	97 – Рослина повністю відмерла. Солома ламається
	99 – Зібраний урожай зерна
	

Додаток Б.1

Метеорологічні умови вегетаційного періоду ячменю ярого за 2023 рік

Д. т.	Квітень		Травень		Червень		Липень	
	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм
1	5,0		7,3		19,3		22,7	
2	6,3		7,7		20,7		23,0	
3	7,7	0,6	15,0		11,7	0,6	22,0	9,9
4	9,0	1,8	17,3		16,0		23,0	
5	8,7		10,7		17,7		23,0	
6	12,0		9,3		19,7		25,3	
7	11,0		9,3		22,3		22,7	
8	10,3		9,7		20,0		23,3	6,3
9	10,0	14,5	9,3		22,0		21,7	1,4
10	10,3		11,2		22,3	4,2	20,3	
11	11,2		10,7		15,0	13,4	17,3	
12	10,0	1,1	13,7		12,7		16,0	
13	9,7		17,3		17,0		22,0	
14	9,3	7,2	18,3		18,0	5,5	20,0	10,3
15	5,0		20,7		19,0	0,7	20,0	
16	8,7		18,0		22,0		23,0	
17	11,0		19,7		22,7		23,7	
18	10,7		19,3		23,7		23,7	
19	10,0		19,7		21,0		19,3	
20	9,7	1,3	16,3		23,7		21,0	
21	7,0	8,3	19,7		23,0		20,3	3,8
22	9,0		17,0	8,2	22,7		19,0	2,7
23	12,0		17,3		22,0		18,3	1,2
24	12,3		18,0	3,8	21,3		21,3	
25	13,0	2,5	18,7	3,0	21,7	5,7	24,7	
26	15,7		19,7		17,0	32,9	24,0	14,8
27	14,0	5,6	20,3	2,4	15,3	2,8	22,3	
28	10,3	4,7	17,3		15,7	3,2	21,3	25,8
29	10,3	6,3	15,7		16,7		22,3	
30	6,0		18,7		17,7	1,4	21,3	
31			19,3				22,0	4,0
Σ. за М.	295,2	53,9	482,2	17,4	579,6	70,4	669,8	80,2
Сер. за М.	9,8	4,9	15,4	4,4	19,3	7,0	21,6	8,5

Додаток Б.2

Метеорологічні умови вегетаційного періоду ячменю ярого за 2024 рік

Д. т.	Квітень		Травень		Червень		Липень	
	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм	СДТ, С	опадн, мм
1	15		20,7		24,7	6,8	25,3	
2	15		17		24,3	10	26,3	
3	13		13		22,2		26,7	
4	7,7		10,7		23,3	1,3	26,3	
5	6		15		22,3	1,3	25,7	
6	5		18		20,7		21	
7	12,3		14,3		22,7		25,3	
8	15,3		8,3		24		26	
9	17,3		7,3		23,3		27,3	
10	19,7		8		28,5		27,7	12,2
11	20,3		12,7	0,4	21,7	2,4	27	
12	11,7		6,3		22	1,6	26,7	
13	13		8		17,7		28,7	
14	15,3		8,7		19,3		30,7	
15	11,3		10,3		18	10,7	29	
16	11,3		12,7		20	3,2	29,7	
17	13,3	6,6	12,7		20,7	2,6	30,3	
18	14	15,6	18,3		23		28	
19	9		17,3		25,7		24,3	
20	10,7		19,7		21,3	7,1	25,6	
21	13	5,7	21		20		25	
22	9,7	1	21	3,2	25,3		24,7	
23	11,3		21	30	23,7		22,7	1,7
24	12	4,6	18,3		22	0,7	20,3	
25	13,7		20,3		19		23,3	
26	16,7		21,3		21		25,3	
27	12,3	14,2	23		22,7	1,3	23,7	
28	13,3		23,3		24,7	1,5	25,3	
29	14		23,3		26		21	
30	15,7		22		27,5			
31			23,7					
Σ. за М.	387,9	47,7	497,2	33,6	677,3	50,5	748,9	13,9
Сер.за М.	12,9		15,8		22,6		25,8	

Додаток Б.3

Метеорологічні умови вегетаційного періоду ячменю ярого за 2025 рік

Д. т.	Квітень		Травень		Червень		Липень	
	СДТ, С	опади, мм	СДТ, С	опади, мм	СДТ, С	опади, мм	СДТ, С	опади, мм
1	9,3	22,1	12,7		21,7		15,3	
2	9,0	2,2	10,3		21,7		16	3,6
3	10,3		13,7		23,3		20,7	
4	11,3	0,4	19,3		19,7	0,7	25,3	
5	10,3		14	3	22,3		24	5,4
6	4,7	5,3	12,3		24		25	
7	2,7		11,7	5,4	24,3	28,8	25,3	
8	-1		10,3		26,3		26	
9	-1		8,7	4,6	25,3		30,3	
10	0,3		8,3	4	18,3		29	
11	4		11,3		17		24,7	1,7
12	5		9		16,3		23,3	7,2
13	6,3		9,3		13	3,7	26	
14	12,7		11		14,7	6,9	24,3	
15	13,3		13,7		16		25	
16	14		16		18,7	1,1	25,7	
17	16,7		15,7		21,3		20	1,2
18	18,3		13,7		20,7		22	0,9
19	20		13,8	9,8	18,7		21,7	14,8
20	20		14,3	4,8	13,7	6,6	23,3	15,8
21	19,7		19	2,2	15	2,4	21,0	14,3
22	20,7		19		15		24,0	0,7
23	22		21,3		14,3		23,7	8,1
24	22,3		22,3		18		23,7	
25	20,3		23		18,7		24,3	
26	9,3		21,3		16,7	3,3	23,0	21,80
27	5		21,3		18,7		26,3	
28	6,3		21,3	2,4	17,7		26,0	
29	14		17		18		27,3	
30	12		20,3		16,7		23,3	
31			20,7				24,0	5,4
Σ.за М.	337,8	30,0	475,6	36,2	565,8	53,5	739,5	100,9
Сер. за М.	11,3		15,2		18,9		23,9	

Додаток В.1

**а****б**

Рис. В .1. Місце проведення досліджень (ННВК, Сумського НАУ, 50о52.742N широта, 34°46.159E довгота 137,7 м над рівнем моря): а – дослідне поле кафедри агротехнологій та ґрунтознавства; б – дослідна ділянка проведення досліджень за темою «Сортові особливості формування врожаю та якості зерна ячменю ярого за застосування регуляторів росту рослин в умовах північно-східного Лісостепу України»

Додаток В.2**а****б**

Рис. В.2. Визначення посівних якостей насіння: а – підготовка посівного матеріалу;
б – закладання насіння на пророщування в термостаті

Додаток В.3

**а****б**

Рис. В.3. Підготовка посівного матеріалу та обробка фунгіцидом: а – підготовка насіння до протруювання; б – обробка насіння фунгіцидом

Додаток В.4



а



б

Рис. В.4. Агротехнічні заходи на дослідній ділянці: а – розмітка ділянок; б – сівба (сівалка Клен-1,5 с)

Додаток В.5

**а****б**

Рис. В.5. Догляд за посівами ячменю ярого (ННВК, Сумського НАУ): а – внесення гербіциду; б – формування дослідних ділянок

Додаток В.6



а



б

Рис. В.6. Обробка дослідних ділянок регуляторами росту: а – підготовка бакових сумішей згідно зі схемою досліджень; б – позакореневе внесення РРР (штанговим оприскувачем)

Додаток В.7



а



б

Рис. В.7. Відбір зразків для визначення морфометричних параметрів:
а – відбір зразків із ділянки для визначення висоти рослин; б – визначення лінійних розмірів рослин ячменю рого

Додаток В.8



а



б

Рис. В.8. Визначення вмісту хлорофілу в листках ячменю ярого: а – у лабораторних умовах; б – у польових умовах

Додаток В.9

**а****б**

Рис. В.9. Відбір зразків для визначення структури врожаю: а – відбір зразків;
б – сортування згідно зі схемою дослідження

Додаток В.10

**а****б**

Рис. В.10. Збирання врожаю: а – збирання з дослідних ділянок; б – визначення фактичної врожайності за варіантами досліджень

Додаток В.11

**а****б**

Рис. В.11. Визначення вмісту білка на інфрачервоному аналізаторі SupNir 2700:
а – підготовка зразка для аналізу; б – проведення аналізу та збір даних

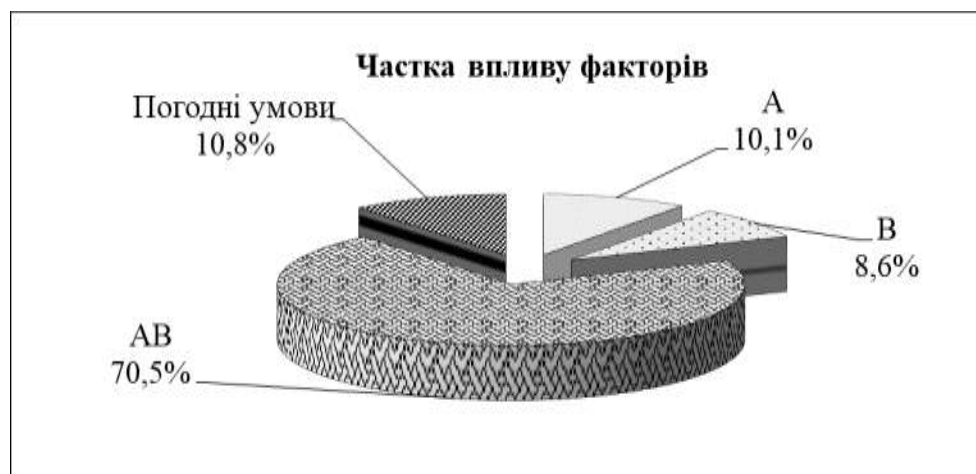
Додаток Г.1

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)

Вплив сорту та регуляторів росту на висоту рослин ячменю ярого у фазі трубкування
(ІНВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	2047,60	104,00						
Повторень	Sp	1443,30	2,00						
Варіантів	Sv	564,71	34,00	16,61	28,53	1,58	0,06		
Фактору А	Ca	206,38	4,00	51,59	88,62	2,54	0,03		
Фактору В	Cb	176,06	6,00	29,34	50,40	2,26	0,04		
Фактору АВ	Cab	182,27	24,00	7,59	13,04	1,67	0,13		
Помилки	Cz	39,59	68,00	0,58					
Фактор А (сорти)	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Агростимулін	Терпал		
Командор	30,67	34,73	32,93	33,37	32,27	31,37	34,67	32,93	-
Аграрій	34,67	34,87	36,90	36,43	35,37	32,37	30,17	35,72	2,79
Акордіне	36,57	37,77	36,87	37,47	36,20	38,17	32,63	37,17	4,24
Алісіана	29,67	32,90	32,83	35,50	34,17	33,97	30,30	32,73	-0,20
Богун	32,60	33,87	35,77	37,20	36,13	35,77	32,30	34,86	1,93
Середнє фактору В	32,83	34,83	35,06	35,99	34,83	34,33	32,01		
Різниця	-	1,99	2,23	3,16	1,99	1,49	-0,82		
<i>HP</i> ₀₅ загальна	<i>AB</i> 1,24		<i>A</i> 0,47		<i>B</i> 0,56			<i>t</i> ₀₅ 2,00	
Точність дослідження, % 1,3%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
70,5%		10,1%		8,6%		10,8%			



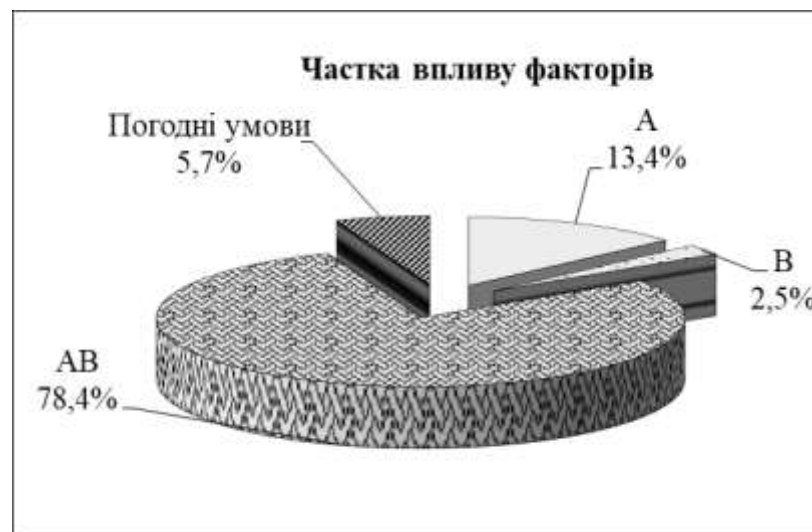
Додаток Г.2

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)

Вплив сорту та регуляторів росту на висоту рослин ячменю ярого у фазі колосіння
(ННБК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	6076,24	104,00						
Повторень	Sp	4761,75	2,00						
Варіантів	Sv	1110,23	34,00	32,65	10,87	1,58		0,1453	
Фактору А	Ca	815,90	4,00	203,98	67,91	2,54		0,0375	
Фактору В	Cb	150,08	6,00	25,01	8,33	2,26		0,2718	
Фактору АВ	Cab	144,25	24,00	6,01	2,00	1,67		0,8345	
Помилки	Cz	204,25	68,00	3,00					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	59,40	58,50	56,83	56,50	56,60	56,77	54,00	57,81	-
Аграрій	54,87	56,70	61,03	58,17	56,87	57,97	55,43	57,69	-0,12
Акордіне	56,47	57,73	57,97	60,00	58,13	58,87	56,20	58,04	0,23
Алісіана	53,00	55,77	56,03	57,57	58,37	56,67	52,33	55,59	-2,22
Богун	62,17	64,47	65,97	65,07	63,13	65,97	61,57	64,42	6,61
Середнє фактору В	57,18	58,63	59,57	59,46	58,62	59,25	55,91		
Різниця	-	1,45	2,39	2,28	1,44	2,07	-1,27		
<i>HP₀₅</i> <i>загальна</i>	<i>AB 2,83</i>		<i>A 1,07</i>		<i>B 1,26</i>			<i>t₀₅ 2,00</i>	
Точність дослідю, % 1,7%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
78,4%		13,4%		2,5%		5,7%			

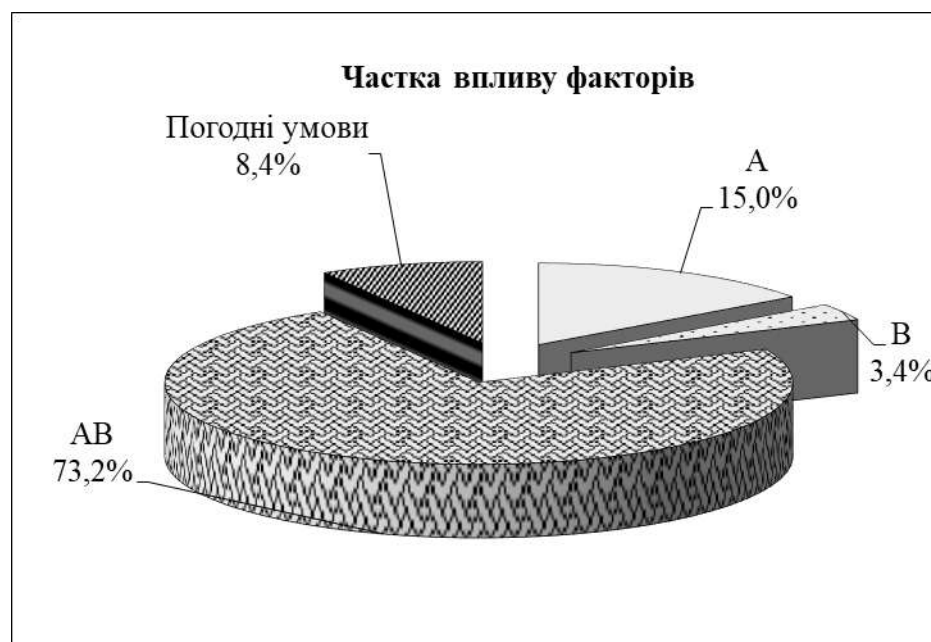


Додаток Г.3

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на кількість листків у рослин ячменю ярого
у фазі трубкування (ННВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	131,4	104						
Повторень	Sp	96,2	2						
Варіантів	Sv	26,6	34	0,8	6,23	1,58	0,253675061		
Фактору А	Ca	19,7	4	4,9	39,19	2,54	0,064910796		
Фактору В	Cb	4,4	6	0,7	5,85	2,26	0,387216377		
Фактору АВ	Cab	2,5	24	0,1	0,83	1,67	2,010252122		
Помилки	Cz	8,5	68	0,1					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	7,90	8,12	7,99	8,07	7,88	8,28	7,96	8,02	-
Аграрій	8,53	8,67	9,53	9,17	9,07	9,30	8,72	8,97	0,95
Акордіне	8,89	9,30	9,24	9,08	9,09	9,44	8,67	9,13	1,11
Алісіана	8,62	9,11	8,79	9,14	8,95	9,47	8,84	8,92	0,90
Богун	8,03	8,64	8,74	8,19	8,11	8,74	8,06	8,40	0,38
Середнє фактору В	8,39	8,77	8,86	8,73	8,62	9,04	8,45		
Різниця	-	0,37	0,47	0,34	0,23	0,65	0,06		
<i>НП₀₅</i> загальна	AB 0,58		A 0,22		B 0,26		t ₀₅ 2,00		
Точність дослідю, % 2,4%									
Частка впливу факторів, %:									
AB		A		B		Погодні умови			
73,2%		15,0%		3,4%		8,4%			

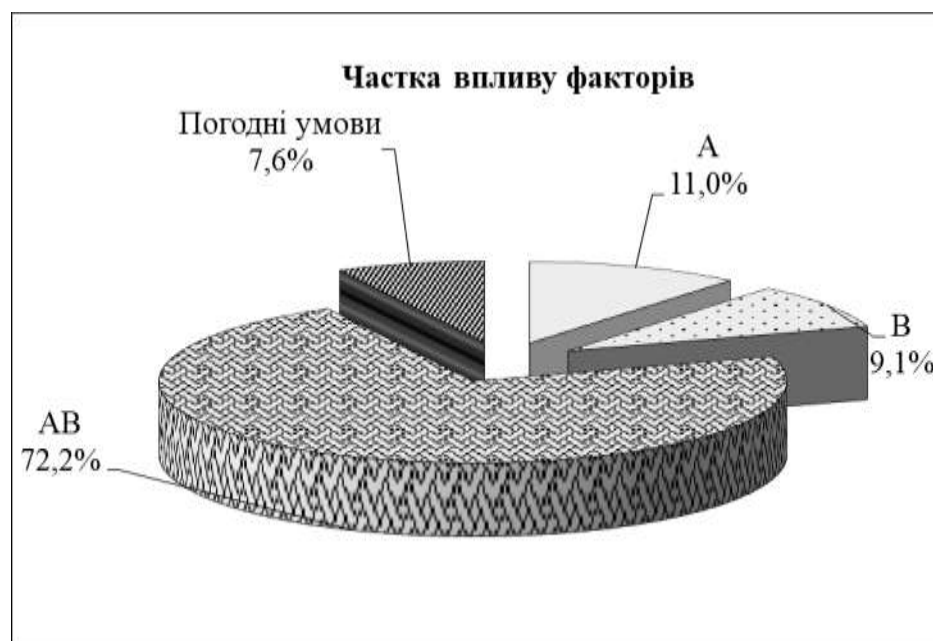


Додаток Г.4

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на кількість листків у рослин ячменю ярого
у фазі колосіння (ІНВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	137,70	104,00						
Повторень	Sr	99,48	2,00						
Варіантів	Sv	34,63	34,00	1,02	19,22	1,58	0,0822		
Фактору А	Ca	15,21	4,00	3,80	71,74	2,54	0,0355		
Фактору В	Cb	12,51	6,00	2,09	39,36	2,26	0,0575		
Фактору АВ	Cab	6,91	24,00	0,29	5,43	1,67	0,3075		
Помилки	Cz	3,60	68,00	0,05					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	7,25	7,58	7,45	7,60	7,05	7,72	7,45	7,47	-
Аграрій	7,40	7,70	7,77	7,45	7,60	7,89	7,48	7,58	0,11
Акордіне	7,45	7,77	7,93	7,64	7,00	8,23	7,45	7,70	0,23
Алісіана	6,78	7,00	7,42	7,77	7,25	8,86	6,95	7,24	-0,23
Богун	6,22	6,28	7,82	6,86	6,36	7,82	6,32	6,80	-0,67
Середнє фактору В	7,02	7,27	7,68	7,46	7,05	8,10	7,13		
Різниця	-	0,25	0,66	0,45	0,03	1,08	0,11		
<i>НІР</i> ₀₅ загальна	<i>АВ</i> 0,38		<i>А</i> 0,14		<i>В</i> 0,17			<i>t</i> ₀₅ 2,00	
Точність дослідю, % 1,8%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
72,2%		11,0%		9,1%		7,6%			

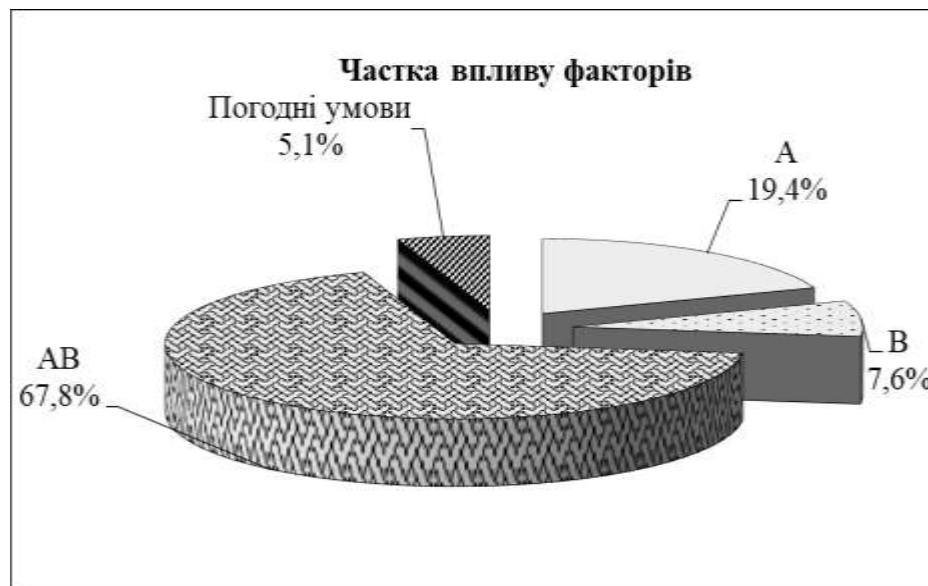


Додаток Г.5

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на площу листкової поверхні рослин
ячменю ярого (ННВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					Fф	F05			
Загальна	Sy	2381,23	104,00						
Повторень	Sp	1615,52	2,00						
Варіантів	Sv	702,83	34,00	20,67	22,36	1,58	0,07067		
Фактору А	Ca	461,55	4,00	115,39	124,81	2,54	0,02038		
Фактору В	Cb	182,11	6,00	30,35	32,83	2,26	0,06895		
Фактору АВ	Cab	59,17	24,00	2,47	2,67	1,67	0,62619		
Помилки	Cz	62,87	68,00	0,92					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	31,87	35,29	35,66	34,92	33,67	36,19	33,20	34,43	-
Аграрій	33,89	38,34	38,39	37,76	37,37	40,02	37,71	37,09	2,66
Акордіне	37,67	38,30	38,03	39,97	37,24	41,19	38,08	38,49	4,06
Алісіана	35,43	35,88	37,90	35,95	34,43	39,25	35,96	36,29	1,86
Богун	30,69	31,54	35,01	35,19	31,88	35,01	32,86	33,11	-1,33
Середнє фактору В	33,91	35,87	37,00	36,76	34,92	38,33	35,56		
Різниця	-	1,96	3,09	2,84	1,01	4,42	1,65		
<i>НІР₀₅ загальна</i>	<i>АВ 1,57</i>		<i>А 0,59</i>		<i>В 0,70</i>		<i>t₀₅ 2,00</i>		
Точність дослід, % 1,5%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
67,8%		19,4%		7,6%		5,1%			

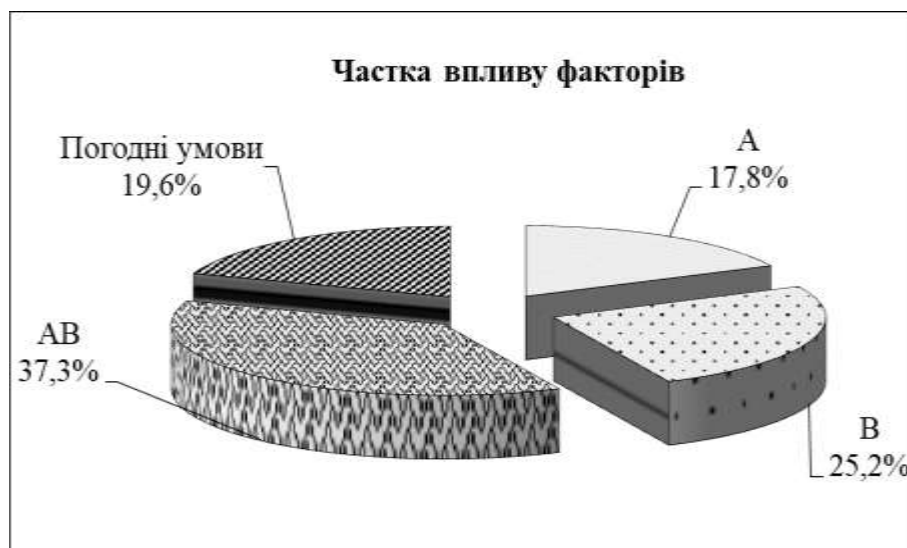


Додаток Г.6

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на вміст хлорофілу в листках
ячменю ярого (ННБК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					Fф	F05			
Загальна	Sy	3,27	104,00						
Повторень	Sp	1,22	2,00						
Варіантів	Sv	1,51	34,00	0,04	5,55	1,58	0,28		
Фактору А	Ca	0,58	4,00	0,15	18,27	2,54	0,14		
Фактору В	Cb	0,83	6,00	0,14	17,21	2,26	0,13		
Фактору АВ	Cab	0,10	24,00	0,00	0,51	1,67	3,26		
Помилки	Cz	0,54	68,00	0,01					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	1,16	1,22	1,28	1,22	1,21	1,39	1,48	1,22	-
Аграрій	1,33	1,47	1,40	1,42	1,42	1,48	1,56	1,41	0,19
Акордіне	1,30	1,40	1,40	1,31	1,29	1,49	1,58	1,35	0,13
Алісіана	1,10	1,27	1,31	1,25	1,24	1,42	1,46	1,23	0,01
Богун	1,17	1,26	1,33	1,17	1,16	1,33	1,36	1,23	0,01
Середнє фактору В	1,21	1,32	1,34	1,28	1,27	1,42	1,49		
Різниця	-	0,11	0,14	0,07	0,06	0,21	0,28		
<i>НІР₀₅ загальна</i>	<i>АВ 0,15</i>		<i>А 0,06</i>		<i>В 0,07</i>		<i>t₀₅ 2,00</i>		
Точність досліді, % 0,04%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
37,3%		17,8%		25,2%		19,6%			

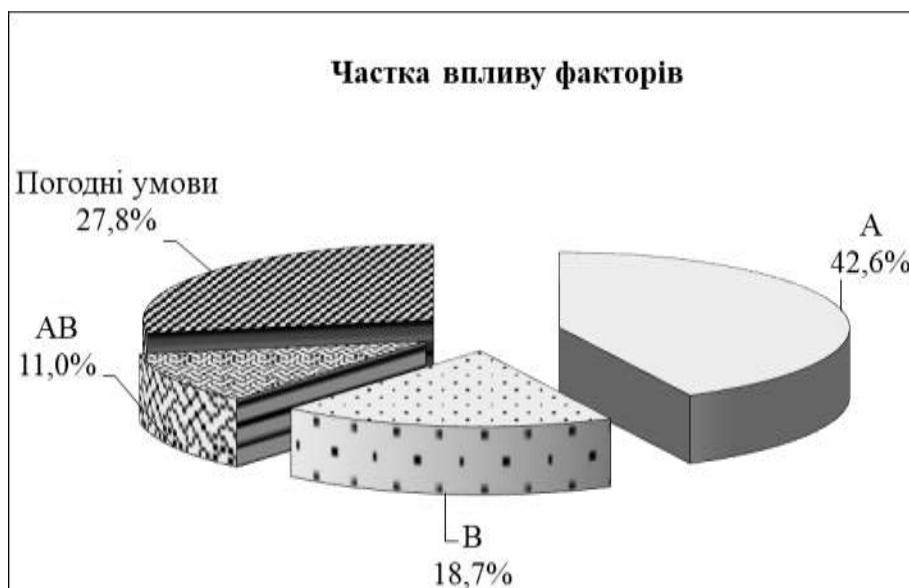


Додаток Г.7

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на заміри од. N-тестером у листках
ячменю ярого (ННВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	1237,61	104,00						
Повторень	Sp	136,00	2,00						
Варіантів	Sv	802,22	34,00	23,59	5,36	1,58	0,29486		
Фактору А	Ca	527,20	4,00	131,80	29,93	2,54	0,08498		
Фактору В	Cb	230,92	6,00	38,49	8,74	2,26	0,25896		
Фактору АВ	Cab	44,10	24,00	1,84	0,42	1,67	4,00116		
Помилки	Cz	299,40	68,00	4,40					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	43,60	45,64	45,12	46,02	43,95	47,41	48,32	45,10	-
Аграрій	46,95	49,27	50,33	49,30	49,84	51,71	52,23	48,96	3,86
Акордіне	48,82	51,40	51,36	49,32	49,06	51,41	53,00	50,22	5,13
Алісіана	44,77	46,45	47,98	45,16	44,16	48,55	48,75	46,09	0,99
Богун	42,72	43,81	46,64	43,89	45,68	46,64	47,75	44,27	-0,83
Середнє фактору В	45,37	47,31	48,29	46,74	46,54	49,15	50,01		
Різниця	-	1,94	2,91	1,37	1,17	3,77	4,64		
<i>НІР</i> ₀₅ загальна	<i>АВ</i> 3,42		<i>А</i> 1,29		<i>В</i> 1,53			<i>t</i> ₀₅ 2,00	
Точність дослідю, % 2,5%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
11,0%		42,6%		18,7%		27,8%			

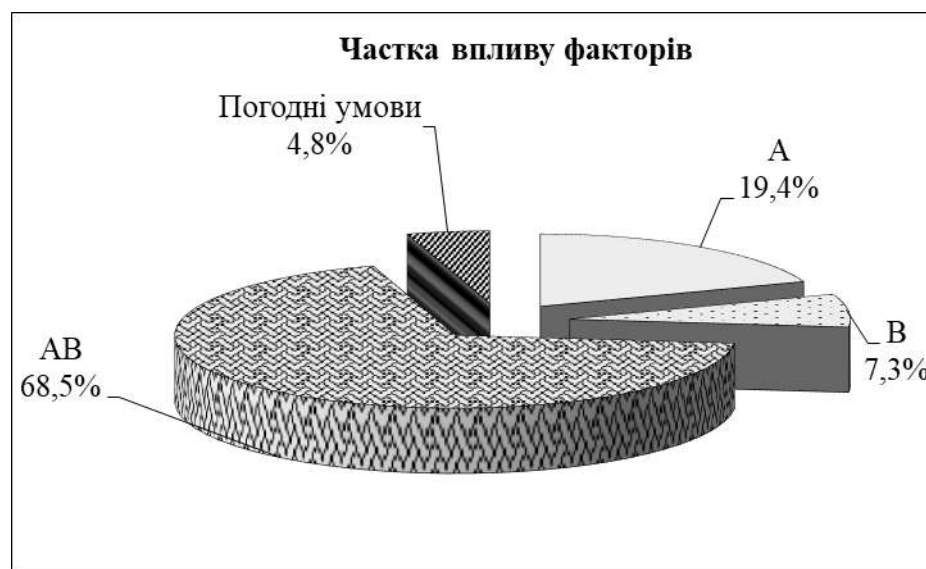


Додаток Г.8

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на кількість зерна в колосі
ячменю ярого (ННВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	1129,17	104,00						
Повторень	Sp	773,41	2,00						
Варіантів	Sv	345,88	34,00	10,17	70,02	1,58	0,02257		
Фактору А	Ca	219,35	4,00	54,84	377,43	2,54	0,00674		
Фактору В	Cb	82,68	6,00	13,78	94,84	2,26	0,02387		
Фактору АВ	Сав	43,86	24,00	1,83	12,58	1,67	0,13276		
Помилки	Cz	9,88	68,00	0,15					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	17,43	18,16	18,06	18,11	17,39	18,55	16,82	17,94	-
Аграрій	18,06	22,40	22,07	21,81	20,46	22,01	19,29	21,08	3,14
Акордіне	20,80	23,09	21,91	23,20	20,00	21,77	20,78	22,25	4,31
Алісіана	18,45	18,43	20,66	18,90	18,16	20,85	18,21	19,11	1,17
Богун	16,47	18,82	19,72	19,28	18,59	19,72	18,06	18,57	0,63
Середнє фактору В	18,24	20,18	20,48	20,26	18,92	20,58	18,63		
Різниця	-	1,94	2,24	2,02	0,68	2,34	0,39		
<i>НІР</i> ₀₅ загальна	<i>АВ</i> 0,62		<i>А</i> 0,23		<i>В</i> 0,28			<i>t</i> ₀₅ 2,00	
Точність досліджу, % 1,1%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
68,5%		19,4%		7,3%		4,8%			

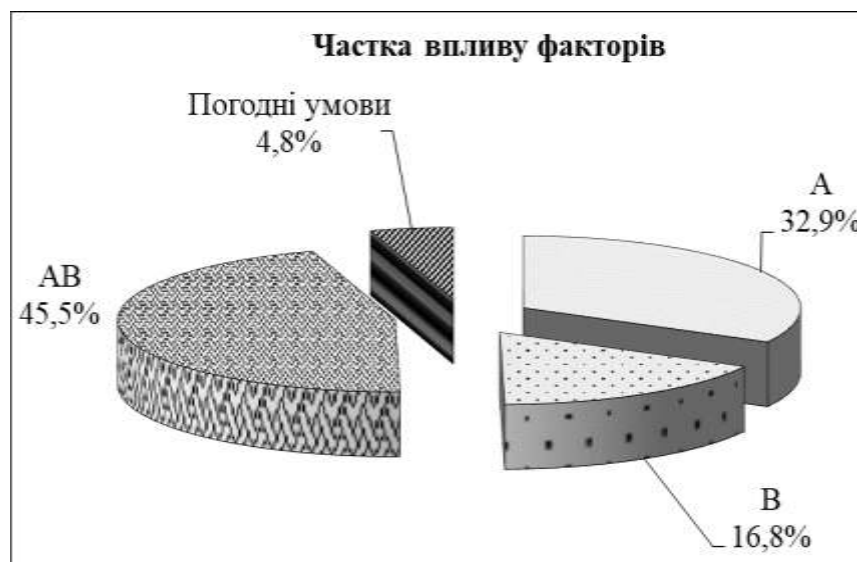


Додаток Г.9

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на масу зерна в колосі
ячменю ярого (ННВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	2,26	104,00						
Повторень	Sp	1,03	2,00						
Варіантів	Sv	1,20	34,00	0,04	80,48	1,58	0,01963		
Фактору А	Ca	0,74	4,00	0,19	422,69	2,54	0,00602		
Фактору В	Cb	0,38	6,00	0,06	144,26	2,26	0,01569		
Фактору АВ	Cab	0,08	24,00	0,00	7,50	1,67	0,22275		
Помилки	Cz	0,03	68,00	0,00					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	0,85	0,96	0,97	0,95	0,92	1,00	0,90	0,93	-
Аграрій	0,92	1,15	1,17	1,11	1,09	1,20	1,03	1,09	0,16
Акордіне	1,05	1,17	1,16	1,18	1,11	1,22	1,08	1,14	0,21
Алісіана	0,98	1,01	1,14	1,02	0,96	1,15	1,00	1,04	0,11
Богун	0,80	0,95	0,98	0,98	0,92	0,98	0,90	0,93	0,00
Середнє фактору В	0,92	1,05	1,08	1,05	1,00	1,11	0,98		
Різниця	-	0,13	0,17	0,13	0,08	0,19	0,07		
<i>НІР₀₅ загальна</i>	<i>АВ 0,03</i>		<i>А 0,01</i>		<i>В 0,02</i>			<i>t₀₅ 2,00</i>	
Точність дослід, % 1,2%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А			В		Погодні умови		
45,5%		32,9%			16,8%		4,8%		

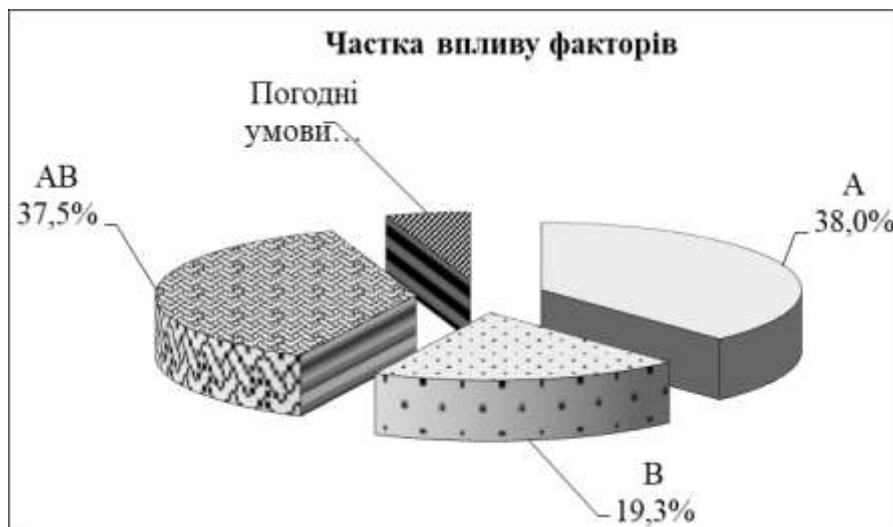


Додаток Г.10

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на урожайність
ячменю ярого (ННВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	35,89	104,00						
Повторень	Sp	13,45	2,00						
Варіантів	Sv	22,03	34,00	0,65	106,34	1,58	0,01486		
Фактору А	Ca	13,64	4,00	3,41	559,61	2,54	0,00455		
Фактору В	Cb	6,92	6,00	1,15	189,37	2,26	0,01195		
Фактору АВ	Cab	1,47	24,00	0,06	10,03	1,67	0,16641		
Помилки	Cz	0,41	68,00	0,01					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	3,68	4,13	4,17	4,09	3,96	4,30	3,87	4,02	-
Аграрій	3,96	4,95	5,03	4,77	4,69	5,16	4,43	4,68	0,66
Акордіне	4,52	5,03	4,99	5,07	4,73	5,25	4,64	4,90	0,89
Алісіана	4,21	4,34	4,90	4,39	4,13	4,95	4,30	4,46	0,44
Богун	3,44	4,09	4,21	4,21	3,94	4,21	3,87	3,99	-0,03
Середнє фактору В	3,96	4,51	4,66	4,51	4,29	4,78	4,22		
Різниця	-	0,54	0,70	0,54	0,33	0,81	0,26		
<i>НІР₀₅</i> <i>загальна</i>	<i>АВ 0,13</i>		<i>А 0,05</i>		<i>В 0,06</i>			<i>t₀₅ 2,00</i>	
Точність дослідів, % 1,0%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
37,5%		38,0%		19,3%		5,2%			

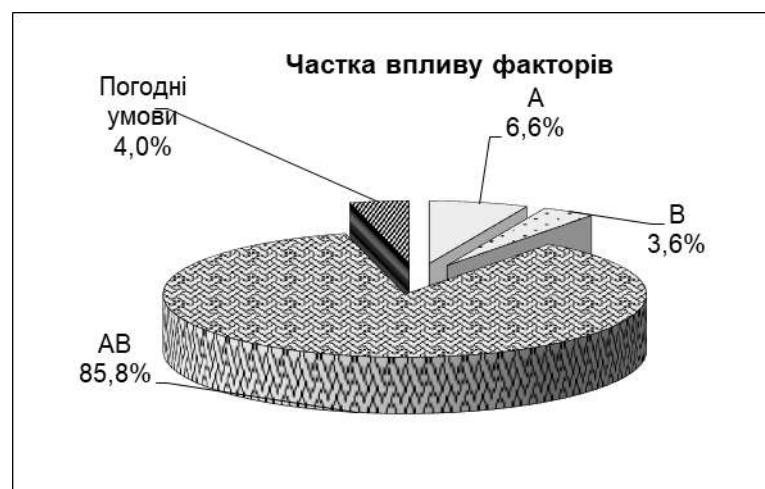


Додаток Г.11

Результати дисперсійного аналіз (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на масу 1 000 зерен
ячменю ярого (ННВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	2859,33	104,00						
Повторень	Sр	2454,39	2,00						
Варіантів	Sv	375,77	34,00	11,05	25,75	1,58	0,06135		
Фактору А	Ca	189,81	4,00	47,45	110,58	2,54	0,02301		
Фактору В	Cb	102,13	6,00	17,02	39,67	2,26	0,05706		
Фактору АВ	Cab	83,82	24,00	3,49	8,14	1,67	0,20516		
Помилки	Cz	29,18	68,00	0,43					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	49,23	52,83	53,50	52,53	53,00	53,80	53,50	52,03	-
Аграрій	50,70	51,53	53,00	50,97	53,20	54,70	53,53	51,55	-0,48
Акордіне	50,40	50,60	53,13	50,90	55,03	54,87	51,90	51,26	-0,77
Алісіана	53,00	54,80	55,03	53,93	52,73	54,90	54,80	54,19	2,17
Богун	48,40	50,60	49,77	50,83	49,33	49,77	49,83	49,90	-2,12
Середнє фактору В	50,35	52,07	52,89	51,83	52,66	53,61	52,71		
Різниця	-	1,73	2,54	1,49	2,31	3,26	2,37		
<i>HP</i> ₀₅ загальна	<i>AB</i> 1,07		<i>A</i> 0,40		<i>B</i> 0,48			<i>t</i> ₀₅ 2,00	
Точність дослід, % 0,7%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
85,8%		6,6%		3,6%		4,0%			

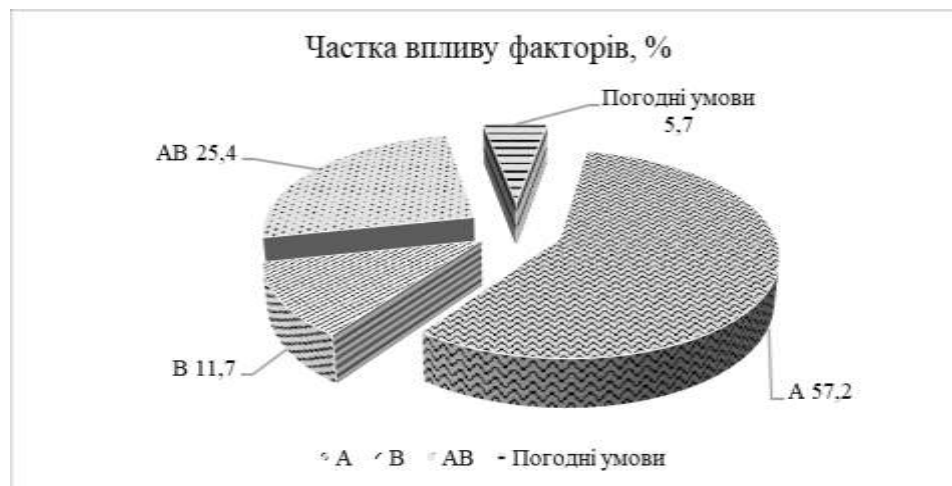


Додаток Г.12

Результати дисперсійного аналізу (двофакторного)
Вплив сорту та регуляторів росту на вміст білка в зерні
ячменю ярого (ННВК, СНАУ, 2023–2025 рр.)

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій		P>F		
					F _ф	F ₀₅			
Загальна	Sy	48,64	104,00						
Повторень	Sp	15,20	2,00						
Варіантів	Sv	30,66	34,00	0,90	112,50	1,58	1,24000		
Фактору А	Ca	22,62	4,00	5,66	707,50	2,54	320,00000		
Фактору В	Cb	5,28	6,00	0,88	110,00	2,26	1,45000		
Фактору АВ	Cab	2,76	24,00	0,12	15,00	1,67	12,50000		
Помилки	Cz	2,78	68,00	0,04					
Фактор А	Фактор В (регулятори росту)							Середнє фактору А	Різниця
	Контроль	Келпак	Блек Джек	Агростимулін	Гуміфілд	Ярило Аміно Мікс	Терпал		
Командор	10,46	11,06	10,94	10,53	10,69	11,10	10,79	10,80	—
Аграрій	10,65	12,15	11,93	12,97	12,28	13,20	12,12	12,19	1,39
Акордіне	10,80	11,65	11,81	11,41	11,24	12,26	11,93	11,59	0,79
Алісіана	11,81	12,30	12,27	11,80	12,10	12,19	12,09	12,08	1,28
Богун	11,77	11,86	11,71	12,18	12,25	12,18	11,83	11,97	1,17
Середнє фактору В	11,10	11,80	11,73	11,78	11,71	12,19	11,75		
Різниця	—	0,70	0,63	0,68	0,61	1,09	0,65		
<i>НП₀₅ загальна</i>	<i>АВ 0,31</i>		<i>А 0,18</i>		<i>В 0,14</i>			<i>t₀₅ 2,00</i>	
Точність дослід, % 1,2%									
Частка впливу факторів, %:									
АВ		А		В		Погодні умови			
25,4%		57,2%		11,7%		5,7%			



Додаток Д.1

Економічна ефективність вирощування ячменю ярого												
Регулятори росту (фактор Б)	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
Командор												
Контроль	36,8	450,2	3480	7312	2240	6173	4914	24569	40112	667,64	15543	63
Келпак	41,3	484,6	3480	7312	3260	6387	5231	26154	45017	633,27	18863	72
Блек Джек	41,7	487,6	3480	7312	4790	6406	5619	28094	45453	673,72	17359	62
Агростимулін	40,9	481,5	3480	7312	2298	6368	4985	24924	44581	609,39	19657	79
Гуміфілд	39,6	471,6	3480	7312	2390	6306	4990	24949	43164	630,04	18215	73
Ярило Аміно Мікс	43	497,6	3480	7312	2530	6467	5072	25358	46870	589,73	21512	85
Терпал	38,7	464,7	3480	7312	3880	6263	5350	26750	42183	691,22	15433	58
Аграрій												
Контроль	39,6	471,6	3360	7312	2240	6306	4922	24612	43164	621,51	18552	75
Келпак	49,5	547,2	3360	7312	3260	6775	5314	26568	53955	536,73	27387	103
Блек Джек	50,3	553,3	3360	7312	4790	6813	5707	28536	54827	567,31	26291	92
Агростимулін	47,7	533,4	3360	7312	2298	6690	5048	25242	51993	529,18	26751	106
Гуміфілд	46,9	527,3	3360	7312	2390	6652	5060	25302	51121	539,48	25819	102
Ярило Аміно Мікс	51,6	563,2	3360	7312	2530	6875	5160	25800	56244	500,00	30444	118
Терпал	44,3	507,5	3360	7312	3880	6529	5397	26985	48287	609,15	21302	79
Акордіне												
Контроль	45,2	514,3	4680	7312	2240	6571	5329	26647	49268	589,54	22621	85
Келпак	50,3	553,3	4680	7312	3260	6813	5655	28273	54827	562,09	26554	94
Блек Джек	49,9	550,2	4680	7312	4790	6794	6032	30158	54391	604,37	24233	80
Агростимулін	50,7	556,3	4680	7312	2298	6832	5420	27098	55263	534,48	28165	104
Гуміфілд	47,3	530,4	4680	7312	2390	6671	5396	26979	51557	570,39	24578	91
Ярило Аміно Мікс	52,5	570,1	4680	7312	2530	6918	5502	27512	57225	524,04	29713	108
Терпал	46,4	523,5	4680	7312	3880	6628	5756	28780	50576	620,26	21796	76

Додаток Д.2

Економічна ефективність вирощування ячменю ярого												
Регулятори росту (фактор Б)	урожайність, ц/га	оплата праці, грн	насіння	добрив	засобів захисту	пального	інші витрати	всього витрат	вартість валової продукції, грн	собівартість 1 ц, грн	прибуток, грн/га	рентабельність, %
Алісіана												
Контроль	42,1	490,7	4375	7312	2240	6425	5211	26053	45889	618,83	19836	76
Келпак	43,4	500,6	4375	7312	3260	6486	5483	27417	47306	631,73	19889	73
Блек Джек	49	543,4	4375	7312	4790	6752	5943	29715	53410	606,43	23695	80
Агростимулін	43,9	504,4	4375	7312	2298	6510	5250	26249	47851	597,93	21602	82
Гуміфілд	41,3	484,6	4375	7312	2390	6387	5237	26185	45017	634,02	18832	72
Ярило Амію Мікс	49,5	547,2	4375	7312	2530	6775	5385	26924	53955	543,93	27031	100
Терпал	43	497,6	4375	7312	3880	6467	5633	28165	46870	654,99	18705	66
Богун												
Контроль	34,4	431,9	3105	7312	2240	6059	4787	23935	37496	695,80	13561	57
Келпак	40,9	481,5	3105	7312	3260	6368	5132	25658	44581	627,33	18923	74
Блек Джек	41,7	487,6	3105	7312	4790	6406	5525	27625	45453	662,47	17828	65
Агростимулін	42,1	490,7	3105	7312	2298	6425	4908	24538	45889	582,84	21351	87
Гуміфілд	39,4	470,1	3105	7312	2390	6296	4893	24467	42946	620,99	18479	76
Ярило Амію Мікс	42,1	490,7	3105	7312	2530	6425	4966	24828	45889	589,73	21061	85
Терпал	38,7	464,7	3105	7312	3880	6263	5256	26281	42183	679,10	15902	61

Додаток Д.3

Регулятори росту (фактор Б)	Структура витрат, %, ячмінь							Енергетика, ячмінь									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестиц.	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Ксе
Командор (фактор А)								Командор (фактор А)									
Контроль	1,83	14,16	29,76	9,12	25,13	20,00	100,00	2193	5156	593	2552	3948	2392	16834	65099	457	3,87
Келпак	1,85	13,31	27,96	12,46	24,42	20,00	100,00	2461	5156	1223	2704	3948	2685	18176	73060	440	4,02
Блек Джек	1,74	12,39	26,03	17,05	22,80	20,00	100,00	2485	5156	1438	2717	3948	2711	18455	73767	443	4,00
Агростимулін	1,93	13,96	29,34	9,22	25,55	20,00	100,00	2438	5156	796	2690	3948	2659	17686	72352	432	4,09
Гуміфілд	1,89	13,95	29,31	9,58	25,27	20,00	100,00	2360	5156	813	2647	3948	2574	17497	70052	442	4,00
Ярило Аміно Мікс	1,96	13,72	28,83	9,98	25,50	20,00	100,00	2563	5156	899	2761	3948	2795	18122	76067	421	4,20
Терпал	1,74	13,01	27,33	14,50	23,41	20,00	100,00	2307	5156	1223	2616	3948	2516	17764	68460	459	3,85
Аграрій (фактор А)								Аграрій (фактор А)									
Контроль	1,92	13,65	29,71	9,10	25,62	20,00	100,00	2360	5156	593	2647	3948	2574	17278	70052	436	4,05
Келпак	2,06	12,65	27,52	12,27	25,50	20,00	100,00	2950	5156	1223	2980	3948	3218	19474	87566	393	4,50
Блек Джек	1,94	11,77	25,62	16,79	23,88	20,00	100,00	2998	5156	1438	3007	3948	3270	19816	88981	394	4,49
Агростимулін	2,11	13,31	28,97	9,10	26,50	20,00	100,00	2843	5156	796	2919	3948	3101	18762	84381	393	4,50
Гуміфілд	2,08	13,28	28,90	9,45	26,29	20,00	100,00	2795	5156	813	2893	3948	3049	18653	82966	398	4,45
Ярило Аміно Мікс	2,18	13,02	28,34	9,81	26,65	20,00	100,00	3075	5156	899	3051	3948	3354	19483	91280	378	4,69
Терпал	1,88	12,45	27,10	14,38	24,19	20,00	100,00	2640	5156	1223	2805	3948	2880	18651	78367	421	4,20
Акордіне (фактор А)								Акордіне (фактор А)									
Контроль	1,93	17,56	27,44	8,41	24,66	20,00	100,00	2694	5156	593	2835	3948	2938	18164	79959	402	4,40
Келпак	1,96	16,55	25,86	11,53	24,10	20,00	100,00	2998	5156	1223	3007	3948	3270	19601	88981	390	4,54
Блек Джек	1,82	15,52	24,25	15,88	22,53	20,00	100,00	2974	5156	1438	2994	3948	3244	19753	88273	396	4,47
Агростимулін	2,05	17,27	26,98	8,48	25,21	20,00	100,00	3022	5156	796	3021	3948	3296	19237	89688	379	4,66
Гуміфілд	1,97	17,35	27,10	8,86	24,73	20,00	100,00	2819	5156	813	2906	3948	3075	18716	83674	396	4,47
Ярило Аміно Мікс	2,07	17,01	26,58	9,20	25,14	20,00	100,00	3129	5156	899	3081	3948	3413	19625	92873	374	4,73
Терпал	1,82	16,26	25,41	13,48	23,03	20,00	100,00	2765	5156	1223	2876	3948	3016	18983	82082	409	4,32

Додаток Д.4

Регулятори росту (фактор Б)	Структура витрат, %, ячмінь							Енергетика, ячмінь									
	оплата пр.	насіння	добрива	засоби захисту	пальне	інші витр.	всього витрат	трактори і с.-г. маш.	добр.	пестиц.	пальне	насіння	затрати праці	всього витрат	вихід енергії з урожаєм, Мдж	Затрати на 1 ц	Кое
Алісіана (фактор А)								Алісіана (фактор А)									
Контроль	1,88	16,79	28,07	8,60	24,66	20,00	100,00	2509	5156	593	2731	4113	2737	17838	74475	424	4,18
Келпак	1,83	15,96	26,67	11,89	23,66	20,00	100,00	2587	5156	1223	2775	4113	2821	18673	76775	430	4,11
Блек Джек	1,83	14,72	24,61	16,12	22,72	20,00	100,00	2920	5156	1438	2963	4113	3185	19775	86681	404	4,38
Агростимулін	1,92	16,67	27,86	8,75	24,80	20,00	100,00	2616	5156	796	2791	4113	2854	18325	77659	417	4,24
Гуміфілд	1,85	16,71	27,92	9,13	24,39	20,00	100,00	2461	5156	813	2704	4113	2685	17931	73060	434	4,07
Ярило Аміно Мікс	2,03	16,25	27,16	9,40	25,16	20,00	100,00	2950	5156	899	2980	4113	3218	19315	87566	390	4,53
Терпал	1,77	15,53	25,96	13,78	22,96	20,00	100,00	2563	5156	1223	2761	4113	2795	18610	76067	433	4,09
Богун (фактор А)								Богун (фактор А)									
Контроль	1,80	12,97	30,55	9,36	25,32	20,00	100,00	2050	5156	593	2471	3784	2236	16290	60854	474	3,74
Келпак	1,88	12,10	28,50	12,71	24,82	20,00	100,00	2438	5156	1223	2690	3784	2659	17948	72355	439	4,03
Блек Джек	1,77	11,24	26,47	17,34	23,19	20,00	100,00	2485	5156	1438	2717	3784	2711	18290	73767	439	4,03
Агростимулін	2,00	12,65	29,80	9,37	26,18	20,00	100,00	2509	5156	796	2731	3784	2737	17711	74475	421	4,20
Гуміфілд	1,92	12,69	29,89	9,77	25,73	20,00	100,00	2348	5156	813	2640	3784	2561	17301	69699	439	4,03
Ярило Аміно Мікс	1,98	12,51	29,45	10,19	25,88	20,00	100,00	2509	5156	899	2731	3784	2737	17815	74475	423	4,18
Терпал	1,77	11,81	27,82	14,76	23,83	20,00	100,00	2307	5156	1223	2616	3784	2516	17600	68460	455	3,89

Узгоджено

Проректор з наукової та міжнародної діяльності



професор Данько Ю. І.

" 2025 р.

Затверджую

Керівник СФГ «Еліта»,



Зася О. С.

" 2025 р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: Селянське фермерське господарство «Еліта», Сумська область, Конотопський район, с. Слобода, вулиця Комарова, 14А

Керівник організації (директор): Зася Олена Степанівна.

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Ефективність застосування регуляторів росту за вирощування ячменю ярого сорту Акордіне (Сумська область), яка виконана аспіранткою Сумського національного аграрного університету Кубрак Тетяною Михайлівною впровадженні на землях Селянського фермерського господарства «Еліта», Сумська область, Конотопський район, с. Слобода, вулиця Комарова, 14А

1. Вид впровадження результатів: Вивчали ефективність застосування регуляторів росту ((без обробки), Келпак, Агростимулін, Ярило Аміно Мікс) за вирощування ячменю ярого сорту Акордіне.

Встановлено, що найбільш економічно вигідно вирощувати ячмінь ярий сорту Акордіне за позакореневого застосування регулятору росту Ярило Аміно Мікс (0,5 л/га) в макростадії ВВСН-25 та 32.

2. Характеристика масштабу впровадження 15 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: Вперше в умовах північно-східного Лісостепу України (Конотопський район, Сумська область) встановлена найвища ефективність вирощування ячменю ярого сорту Акордіне з застосуванням регулятору росту Ярило Аміно Мікс (0,5 л/га) в макростадії ВВСН-25 та 32.

Продовження додатка Ж.1

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво Селянського фермерського господарства «Еліта», Сумська область, Конотопський район.

5. Річний економічний ефект (додатковий прибуток в порівнянні з контролем (без РР) – 7092 грн/га):

очікуваний – 60,0 тис. грн.

фактичний – 106,38 тис. грн. (з 15 га)

6. Питома економічна ефективність впровадження: прибуток на 1 гектар посіву – 29 713 грн.; розрахунковий рівень рентабельності – 108 %

7. Соціально-науковий ефект: збільшення валового збору сировини для кормо-переробної промисловості, добробут працівників, інноваційний розвиток матеріально-технічної бази господарства, стабільність АПК держави.

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково-дослідною частиною
Сумського НАУ, к. е. н., професор

Гесіко М. М.

Виконавець, аспірант

Кубрак Т. М.

Від підприємства:

Головний бухгалтер

Засць В.Г.

Відповідальний за впровадження,
агроном

Засць А.В.

Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно - конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах”

Узгоджено

Проректор з наукової та міжнародної діяльності

д. с. н., професор Данько Ю. І.



29 " 2025 р.

Затверджую

Керівник ФГ «Назарко»,

Величка А. О.



" 2025 р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: Фермерське господарство «Назарко», Сумська область, Роменський район, с. Терни, вулиця Гастелло, 12

Керівник організації (директор): Ветушка Анастасія Олегівна

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Підбір сортів ячменю ярого для вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України (Сумська область), яка виконана аспіранткою Сумського національного аграрного університету Кубрак Тетяною Михайлівною, впровадженні на землях Фермерського господарства «Назарко», Сумська область, Роменський район, с. Терни, вулиця Гастелло, 12

1. Вид впровадження результатів: Вивчали ефективність вирощування ячменю ярого сортів Акордіне, Алісіана, Богун.

Встановлено, що найбільш економічно вигідно вирощувати ячмінь ярий сорту Акордіне (за максимального прибутку з одиниці площі понад 22 621 грн. та рівня рентабельності 85 %).

2. Характеристика масштабу впровадження 30 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: Вперше в умовах північно-східного Лісостепу України (Роменський район, Сумська область) встановлена найвища ефективність вирощування ячменю ярого сорту Акордіне.

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво Фермерського господарства «Назарко», Сумська область, Роменський район.

Продовження додатка Ж.2

5. Річний економічний ефект (додатковий прибуток в порівнянні з варіантами де вирощували сорт Богун – 9060 грн/га):

очікуваний – 90,0 тис. грн.

фактичний – 271,8 тис. грн. (з 30 га)

6. Питома економічна ефективність впровадження: прибуток на 1 гектар посіву – 22 621 грн.; розрахунковий рівень рентабельності – 85 %.

7. Соціально-науковий ефект: зростання об'єму сировини для переробної та кормової промисловості, покращення соціально-економічного стану працівників та господарства.

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника і Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково-дослідною частиною
Сумського НАУ, к. е. н., професор

Гесенко М. М.

Виконавець, аспірант

Кубрак Т. М.

Від підприємства:

Головний бухгалтер

Ветушка О.О.

Відповідальний за впровадження,
агроном

Ветушка А. О.

Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідні, дослідно - конструкторські та технічні роботи у вищих навчальних закладах“

Узгоджено

Проректор з наукової та міжнародної
діяльності

Д. С. Н. професор Дацько Ю. І.



29 " 2025 р.

Затверджую



29 " 2025 р.

Акт впровадження

Результатів науково-дослідних і технологічних розробок

Замовник: Товариство з обмеженою відповідальністю «Ташань»,
Полтавська область, Полтавський район, м. Полтава, вулиця
Грушевського, 1

Керівник організації (директор): Здор Вячеслав Миколайович

Цим актом підтверджується, що результати роботи: Ефективність
застосування регуляторів росту за вирощування ячменю ярого сорту
Аграрій (Полтавська область), яка виконана аспіранткою Сумського
національного аграрного університету Кубрак Тетяною Михайлівною,
впровадженні на землях Товариства з обмеженою відповідальністю
«Ташань», Полтавська область, Полтавський район, м. Полтава, вулиця
Грушевського, 1

1. Вид впровадження результатів: Вивчали ефективність
застосування регуляторів росту ((без обробки), Блек Джсек, Гуміфірд, Ярило
Аміно Мікс) за вирощування ячменю ярого сорту Аграрій.

Встановлено, що найбільш економічно вигідно вирощувати ячмінь ярий
сорту Аграрій за позакореневого застосування регулятору росту Ярило
Аміно Мікс (0,5 л/га) в мікростадії ВВСН-25 та 32.

2. Характеристика масштабу впровадження 17 га.

3. Новизна науково-дослідних робіт: Вперше в умовах Лівобережного
Лісостепу України (Полтавська область) встановлена найвища

Продовження додатка Ж.3

ефективність вирощування ячменю ярого сорту Аграрій з застосуванням регулятора росту Яріло Аміно Мікс (0,5 л/га) в мікростадії ВВСН-25 та 32.

4. Впроваджені: у сільськогосподарське виробництво Товариства з обмеженою відповідальністю «Ташань», Полтавська область, Полтавський район.

5. Річний економічний ефект (додатковий прибуток в порівнянні з контролем (без РР) – 11891 грн/га):

очікуваний – 76,0 тис. грн.

фактичний – 202,2 тис. грн. (з 15 га)

6. Питома економічна ефективність впровадження: прибуток на 1 гектар посіву – 30443 грн.; розрахунковий рівень рентабельності – 118 %.

7. Соціально-науковий ефект: динамічний розвиток матеріально-технічної бази підприємства, збільшення валового збору сировини для кормо-переробної промисловості, забезпеченість працівників та спеціалістів.

Цей акт завіряється гербовими печатками з боку Замовника / Виконавця

Від ВНЗ:

Завідувач науково-дослідною частиною
Сумського НАУ, к. е. н., професор

Геско М. М.

Виконавець, асистент

Кубрак Т. М.

Від підприємства:

Головний бухгалтер

Здор В.М.

Відповідає за впровадження,

Здор В.М.

Розроблено відповідно до „Положення про науково-дослідницькі та технічні роботи у вищих навчальних закладах України, м. Полтава”

