МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономії
Кафедра рослинництва

Допущено до захисту

«____» _____ 2025 р.

Зав. кафедри кандидат с.-г. н., доцент,

_____ Віталій КРАВЧЕНКО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО СОРТУ КРІССІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21-м-за спеціальності 201 «Агрономія»
ЛОГВІНЕНКО Максим Олександрович
Керівник:
ТРЕТЬЯКОВА Світлана к. с.-г. н., доцент

Умань-2025

ЗМІСТ

ВСТУП……..…….. 3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ З НАУКОВОГО НАПРЯМКУ..... 5
1.1 Походження, поширення та господарське значення ячменю ярого…….. 5
1.2 Роль біологічних факторів у підвищенні врожайності ячменю ярого…….. 10
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ І ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ ……..... 13
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 19
3.1 Кліматичні умови……. 19
3.2 Погодні умови в роки проведення досліджень ……. 20
3.3 Характеристика ґрунтового покриву…….. 22
3.4 Мета і завдання дослідження..... 23
3.5 Методика проведення досліджень…….. 24
3.6 Агротехніка в досліді……... 25
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ….....……..... 27
4.1 Вплив біопрепаратів на поживний режим ґрунту....…… 27
4.2 Динаміка формування надземної біомаси ячменю ярого та її хімічний склад за різних варіантів інокуляції насіння..... 30
4.3 Формування елементів структури врожаю ячменю ярого залежно від технологічних прийомів вирощування …….. 36
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО…….. 40
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ.....……...…….... 47
РОЗДІЛ 7. РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА…….. 54
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....…….…….....… 57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....……..... 59
ДОДАТКИ……. 63

ВСТУП

Актуальність проблеми збільшення та стабілізації виробництва зерна в Україні зумовлює необхідність інтенсифікації вирощування провідних ярих культур, серед яких особливе місце займає ячмінь ярий (Hordeum vulgare L.). Ця культура належить до числа найдавніших об'єктів землеробства – її вирощування на території України зафіксовано ще 4-5 тисяч років до нашої ери.

У сучасному світовому сільському господарстві ячмінь посідає четверте місце за обсягами посівних площ після пшениці, рису та кукурудзи. В українському аграрному секторі він поступається лише озимій пшениці, що свідчить про його стратегічне значення для продовольчої безпеки країни.

Соціально-економічна значущість ячменю ярого визначається його багатофункціональним використанням. Культура забезпечує продовольчі потреби населення та значною мірою формує кормову базу тваринництва, будучи важливим компонентом у структурі концентрованих кормів.

Існуючий рівень виробництва зерна ячменю не відповідає потенційним потребам держави, що обумовлює потребу в удосконаленні технології його вирощування. Оптимізація агротехнічних прийомів, підбір високопродуктивних сортів та раціональне використання ресурсного потенціалу є вирішальними чинниками підвищення ефективності виробництва цієї важливої культури.

Низька продуктивність ячменю ярого в сучасних агроекосистемах зумовлена комплексом факторів, серед яких технологічні обмеження, такі як незадовільне матеріально-технічне забезпечення, порушення науково обґрунтованих сівозмін, недостатнє застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин, а також абіотичні стреси, зокрема несприятливі погодно-кліматичні умови під час критичних фаз росту та розвитку культури.

В умовах зазначених обмежень значний науковий і практичний інтерес набувають дослідження щодо вдосконалення технології вирощування ячменю ярого. Сучасна аграрна наука пропонує різноманітні шляхи вирішення цієї проблеми, серед яких оптимізація систем обробітку ґрунту, раціональне

застосування добрив і засобів захисту рослин, а також створення та впровадження високопродуктивних сортів, адаптованих до специфічних умов вирощування.

Одним із перспективних напрямів інтенсифікації рослинництва є використання біологічних засобів, що дозволяє не лише відтворювати родючість ґрунтів, але й отримувати екологічно чисту продукцію. Застосування біопрепаратів на основі корисних мікроорганізмів відкриває нові можливості для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Ці препарати дозволяють спрямовано регулювати життєдіяльність рослин, сприяючи більш повній реалізації їх генетичного потенціалу, який у традиційних технологіях використовується лише на 25–30%.

Особливу увагу заслуговують мікробні препарати на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих бактерій. Науково доведено, що такі біологічні засоби можуть мобілізувати до 30% і більше фосфору, закріпленого в ґрунті, роблячи його доступним для рослин. Однак механізми взаємодії фосфатмобілізуючих мікроорганізмів із мінеральною основою ґрунту та рослинними організмами, особливо в case зернових культур, досі залишаються недостатньо вивченими.

Саме це визначає актуальність досліджень за темою дипломної роботи, які мають безперечний науковий і практичний інтерес, особливо для ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України, де оптимізація вирощування ячменю ярого може суттєво вплинути на стабілізацію зерновиробництва в регіоні.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ З НАУКОВОГО НАПРЯМКУ

1.1. Походження, поширення та господарське значення ячменю ярого

Ячмінь ярий (Hordeum vulgare L.) належить до найдавніших культурних рослин світу. Археологічні знахідки свідчать про його вирощування в регіонах Близького Сходу (територія сучасних Іраку та Сирії) близько 8 тисячоліття до нашої ери. На території Туркменістану ячмінь з'явився у V-IV тисячоліттях до н.е., а в Закавказзі - у II тисячолітті до н.е.

Поширення культури в Європі відбувалося з Малої Азії в IV-III тисячоліттях до н.е., звідки вона потрапила на південь сучасної Росії, до Молдови та України. Історично старшими є дворядні форми ячменю, тоді як шестирядні з'явилися приблизно на дві тисячі років пізніше [18].

У структурі світового рослинництва ячмінь посідає одне з провідних місць. Станом на 2003-2005 роки посівні площі під ячменем ярим становили 65,9 млн га, що відповідало 9,8% від загальних площ зернових культур. Валовий збір у цей період досягав 158 млн тонн, а середня світова врожайність у 2005 році становила 21,4 ц/га.

Найбільші площі посівів ячменю зосереджені в Україні (42% від загальної площі зернових), Білорусі (48,5%), Німеччині (33%) та Росії (29%). В Україні ячмінь є другою за значенням зерновою культурою після пшениці, а в глобальному вимірі займає четверту позицію після пшениці, рису та кукурудзи [10].

Частка ярого ячменю в структурі посівних площ зернових культур становить: в Україні - 42%, Білорусі - 48,5%, Німеччині - 33%, Росії - 29%, Казахстані - 29%, Туреччині - 25%, Канаді - 22%. За обсягами виробництва зерна ячменю серед країн світу лідирують позиції: Україна - 8,2%, Канада - 7,9%, Німеччина - 7%.

В Україні ярий ячмінь демонструє вищу врожайність порівняно з іншими ярими хлібами першої групи. Середня урожайність ярого ячменю в країні за останні роки коливається на рівні 18-22 ц/га, тоді як максимальний показник був досягнутий у 1990 році - 33 ц/га. В Миколаївській області урожайність становить

15-20 ц/га. За умови дотримання інтенсивної технології вирощування потенційна урожайність культури може перевищувати 40-45 ц/га.

Найбільші обсяги виробництва ячменю в Україні зосереджені в Миколаївській, Дніпропетровській, Одеській, Донецькій, Харківській, Запорізькій областях та АР Крим. Значні валові збори також спостерігаються в Сумській, Кіровоградській, Черкаській, Хмельницькій та Херсонській областях.

В Україні ярий ячмінь використовується як продовольча та кормова культура, займаючи важливе місце у структурі зернофуражних культур зі значною часткою в балансі концентрованих кормів [22].

Продовольче використання ячменю включає виробництво перлової та ячмінної крупи зі скловидного і крупнозерного дворядного ячменю. Наукові дослідження виявили в білку ячменю такі корисні речовини, як тригліцерид і тикотерол, які здатні значно знижувати рівень холестерину в крові. У хлібопекарській промисловості ячмінне борошно додають у кількості 15-20% при випіканні житнього і пшеничного хліба, хоча хліб з чистого ячмінного борошна характеризується низькими хлібопекарськими якостями. Також з зерна ячменю виготовляють сурогат кави.

Кормове значення ячменю визначається його високою поживністю: зерно містить у середньому 12,2% білка, 77,2% вуглеводів, 2,4% жирів і до 3% зольних елементів. Енергетична цінність становить 1,2 кормової одиниці та 100 г перетравного протеїну на 1 кг зерна, що робить його особливо цінним для відгодівлі свиней на високоякісний бекон. У тваринництві також цінується солома ячменю, особливо сортів з гладенькими остюками. Ячмінь вирощують на зелений корм і сіно у сумішках з ярою викою, горохом та чиною, де високоякісний урожай часто досягає 250-300 ц/га [19].

Окрім того, ячмінь має велике значення у пивоварній промисловості. Найбільш цінними для виробництва пива є сорти дворядного ячменю з добре виповненим і вирівняним за крупністю зерном. Зерно пивоварного ячменю має характеризуватися підвищеним вмістом крохмалю (60-70%) і екстративних речовин (78-82%), оптимальною кількістю білка (не більше 9-12%), низькою

плівчастістю (менше 10%) та високою енергією проростання (не менше 95% на четвертий день пророщування) [19].

Ячмінь ярий (Hordeum vulgare L.) належить до родини тонконогові (Poaceae) роду Hordeum, який об'єднує 28 видів. Культурний ячмінь (H. sativum) класифікують на три основні підвиди: дворядний (Hordeum distichum), у якого розвивається лише середній плодючий колосок на кожному уступі стрижня; багаторядний (Hordeum vulgare) з усіма плодючими колосками, що характеризується підвищеною посухостійкістю; та проміжний (Hordeum intermedium) з різною кількістю плодоносних колосків.

Морфологічні особливості ячменю включають мичкувату кореневу систему з 4-7 зародковими корінцями, порожнисту соломину висотою 50-140 см з 5-7 міжвузлями, листки з добре розвиненими вушками та облямівковим язичком. Суцвіття - колос, у якому стрижень складається з члеників з розміщеними колосками. Ячмінь є типовою самозапильною рослиною з двостатевими квітками.

За біологічними характеристиками ярий ячмінь вирізняється низькими вимогами до тепла: насіння проростає вже за 1-2°C, сходи витримують заморозки до -3...-4°C. Культура демонструє найвищу серед ярих зернових стійкість до високих температур (до 38-40°C) та посухи, хоча на початку вегетації чутлива до дефіциту вологи. Вегетаційний період становить 75-100 днів, що робить ячмінь найбільш скоростиглою зерновою культурою. Через слаборозвинену кореневу систему ячмінь вимагає родючих, добре аерованих ґрунтів з легкодоступними поживними речовинами.

Ячмінь ярий є вимогливою до попередників культурою через відносно слаборозвинену кореневу систему та низьку конкурентоздатність з бур'янами. Найкращими попередниками вважаються культури, що залишають поле чистим від бур'янів із достатньою кількістю легкодоступних поживних речовин. Система обробітку ґрунту включає лущення дисковими лущильниками на глибину 8-12 см після стерньових попередників, культивацію після просапних культур, а при інтенсивному проростанні бур'янів - дворазову культивацію на глибину 10-12 см. Обов'язковим є боронування та коткування для вирівнювання

поля, причому необхідно мінімізувати розрив між передпосівним обробітком ґрунту та сівбою.

Рекомендовані норми внесення добрив становлять 300 кг/га діамофоски (9:25:25, 10:26:26) при озимому посіві або 300 кг/га нітроамофоски (16:16:16, 15:15:15, 21:21:21) при яровому посіві під час передпосівної культивації. Для господарств з обмеженим асортиментом добрив допускається застосування нітроамофоски при озимому посіві, проте оптимальним варіантом залишається діамофоска.

Обов'язковим елементом технології є протруювання насіння. Ефективним є комплексний підхід, що включає ультрафіолетове опромінення разом із бактеріальним фунгіцидом-інсектицидом Ультрафіт (1-2 л/т) та стимулятором росту Гуматом Калію (1 л/т). Альтернативно можуть застосовуватися хімічні протруйники Вітавакс (3 л/т), Максим (1,5 л/т) або Давидент Старт (1 л/т) з додаванням 1 л Гумату Калію на 1 тонну насіння.

Норма висіву для ячменю становить 110-140 кг/га (до 2,5-3,0 млн насінин/га) і має корегуватися залежно від рівня водопостачання, типу ґрунту та погодних умов. При посіві в сухий ґрунт і пізніх строках сівби рекомендовано збільшувати норму висіву на 10%.

Після сходів перед фазою кущіння проводиться позакоренева підживлення гуматом калію "Гумат-Лист" з витратою 1 л препарату на 150-250 л води на гектар. Основна мета обробки восени - допомогти рослинам швидше засвоїти мінеральні добрива та стимулювати накопичення цукрів перед зимівлею.

За теплих осінніх умов необхідний ретельний моніторинг стану сходів через ризик пошкодження комахами-шкідниками. При виявленні ознак ушкоджень рекомендовано застосування інсектицидних препаратів.

У фазі кущіння проводять комплекс заходів:

Підживлення азотними добривами - по мерзлоталому ґрунті вноситься 70-100 кг/га аміачної селітри для усунення азотного голодування.

Хімічний захист посівів - після появи сходів бур'янів проводиться обприскування баковими сумішами, що включають:

- Гербіциди: ефір 2,4 Д Пріма (0,4-0,6 л/га), Гранстар (20-25 г/га), Дербі 17S (0,05-0,07 л/га)
- Фунгіцид Ультрафит (3 л/га)
- Гумат калію (1 л/га) для зниження фітотоксичності та активізації імунітету рослин

Боротьба з шкідниками - при перевищенні екологічного порогу шкодочинності застосовують інсектициди: децис (0,2 л/га), децис-екстра (0,05 л/га), сумі-альфа 5% (0,2 л/га), Бі-58 (1,5 л/га). Норма витрати робочого розчину - 200-300 л/га.

У період після другого коліна за вихід у трубку здійснюють:

Підживлення мікроелементами - вноситься комплекс хелатних мікроелементів «LF-Зернові» (1-2 л/га), що містить:

- Мікроелементи в хелатній формі: Cu, Mn, Zn, SO_3, B, Mo;
- Вітаміни групи B;
- Органічні кислоти та амінокислоти.

Цей комплекс активізує вуглеводний та білковий обмін, синтез нуклеїнових кислот та сприяє формуванню високоякісного зерна.

Для пшениці додатково вноситься 70-100 кг/га сульфату амонію для покращення хлібопекарських якостей зерна, тоді як для ячменю цей елемент не є обов'язковим.

У період виходу в прапор-лист пшениці та формування колоса в листі ячменю проводиться обов'язкова обробка посівів фунгіцидами для захисту майбутнього колоса, оскільки в цей період рослина найбільш вразлива до хвороб. За необхідності проводиться додаткова обробка інсектицидами. Рекомендована схема захисту включає інсектицидно-фунгіцидний препарат «Ультрафит» у дозі 2 л/га, фунгіцид «Фіто-М» (триходермін) - 1 л/га, гумат калію «Гумат-Лист» - 1 л/га та карбамід - 3-5 кг/га на 250-300 л води на 1 га.

Така комбінація забезпечує комплексний захист та підживлення рослин. За наявності спекотних умов до бакової суміші рекомендується додавати «LF-Кремній-200» у дозі 1 л/га, оскільки кремній відіграє важливу роль у зниженні інтенсивності випаровування вологи з листової поверхні, сприяючи кращому формуванню врожаю.

У період цвітіння може застосовуватися борне добриво Біо-Бор ЛФ 140 як стимулятор запилюваності. На етапі наливу зерна проводиться заключна обробка рослин з використанням комплексу, що включає гумат калію (1 л/га), карбамід (4-5 кг/га) та препарат «Ультрафит» (2 л/га). Ця обробка сприяє інтенсивному наповненню зерна та формуванню високих показників якості врожаю.

1.2. Роль біологічних факторів у підвищенні врожайності ячменю ярого

Вирішення проблеми підвищення врожайності та якості зерна ячменю ярого потребує комплексного підходу, що передбачає використання високопродуктивних сортів із стабільною формою врожаю та оптимізацію їх живлення [16]. Отримання стабільно високих урожаїв тісно пов'язане з підтриманням родючості ґрунту, яка значною мірою залежить від інтенсивності життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів.

Мікроорганізми складають приблизно 90% від усіх живих істот ґрунту і характеризуються значно вищою фізіологічною та біохімічною активністю порівняно з макроорганізмами. До унікальних функцій ґрунтової мікрофлори належать: фіксація молекулярного азоту атмосфери, трансформація мінеральних і органічних речовин у доступні для рослин форми, участь у процесах гумусоутворення та синтез біологічно активних сполук. Важливим аспектом рослинно-мікробних взаємодій є здатність мікроорганізмів продукувати фітогормони, антибіотики, роденто- та ситомоцидні токсини, які стимулюють ріст рослин і захищають їх від патогенів та шкідників [36].

Світовий досвід свідчить про стрімке зростання виробництва біопрепаратів. Обсяги їх виробництва становлять: в Україні - близько 100 тисяч гектарних порцій, Угорщині - понад 200 тисяч, Великобританії, Югославії та Польщі - по 500 тисяч, Румунії - понад 1 мільйон, Індії - 3 мільйони, Канаді - 4 мільйони, Австралії - 6 мільйонів порцій.

Особливо показовим є досвід США, де потреби сільського господарства в азоті забезпечуються на 31% за рахунок мінеральних добрив, на 24,2% - органічних добрив і на 44,8% - біологічної фіксації азоту [37]. Це підтверджує

перспективність використання біологічних препаратів у сучасному землеробстві.

Для глибшого розуміння причинно-наслідкових зв'язків у системі "ґрунт-рослина" сучасні дослідження приділяють значну увагу ризосферній мікрофлорі, склад і функціональний стан якої суттєво впливають на розвиток рослин та ефективність мінерального живлення. Експериментально доведено, що передпосівна інокуляція насіння ячменю біопрепаратом Ризоентерін стимулює розвиток ризосферної мікрофлори та підвищує чисельність фізіологічних груп мікробів у середньому в 2,0-2,5 рази порівняно з контролем без інокуляції.

Перспективним напрямом є комплексне використання біопрепаратів, що дозволяє зменшити застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин. У поєднанні з іншими агротехнічними заходами це сприяє отриманню високоякісної продукції з вмістом нітратів, що не перевищує допустимих концентрацій.

Важливо відзначити, що підвищений вміст нітратів у рослинній продукції не є виключно наслідком застосування високих норм азотних добрив. На цей показник впливає комплекс факторів, включаючи кліматичні умови, освітленість посівів, сортові особливості, фазу вегетації, форми та строки внесення добрив, а також час відбору зразків для аналізу. Отримання екологічно чистої продукції залежить не стільки від відмови від мінеральних добрив і хімічних засобів захисту, скільки від правильного їх застосування.

Дослідження, проведені на дослідному полі Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН на темно-сірому опідзоленому ґрунті, продемонстрували ефективність застосування біопрепаратів для поліпшення фосфорного та азотного живлення. Під впливом альбобактерину урожайність соняшнику збільшувалася в середньому на 0,45 т/га порівняно з контролем, а при застосуванні поліміксобактерину - на 0,75 т/га.

Одночасно спостерігалося підвищення олійності насіння в середньому на 1,5%, що свідчить про позитивний вплив біопрепаратів не лише на кількісні, але й на якісні показники врожаю.

Результати досліджень, проведених на Носівській дослідній станції, демонструють позитивний вплив бактерізації насіння сої альбобактерином. Застосування цього біопрепарату сприяло підвищенню урожайності зерна сої на 0,06 т/га порівняно з контрольною ділянкою. Крім кількісних показників, відзначено також покращення якості продукції - вміст протеїну в зерні збільшився на 1,4% [35].

Дослідження, проведені Інститутом сільськогосподарської мікробіології УААН на чорноземі вилугуваному легкосуглинковому, підтверджують високу ефективність біопрепаратів при вирощуванні ріпаку. Під впливом альбобактерину спостерігалося збільшення урожайності на 0,28 т/га та підвищення олійності на 1,5%. Застосування поліміксобактерину забезпечило ще більш значне підвищення урожайності - на 0,39 т/га, при цьому олійність зросла на 1,0% [50].

Особливо значний ефект від застосування біопрепаратів зафіксовано при вирощуванні соняшнику. Під впливом альбобактерину урожайність цієї культури збільшувалася на 0,64 т/га, а олійність насіння підвищувалася на 2,9%. Використання поліміксобактерину показало ще кращі результати - приріст урожайності становив 1,13 т/га, а олійність зросла на 3,5% [50].

Отримані дані свідчать про перспективність використання біопрепаратів для підвищення не лише кількості, але й якості продукції різних сільськогосподарських культур. Ефект від їх застосування проявляється як у збільшенні урожайності, так і у покращенні харчових та технологічних властивостей отриманої продукції.

РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ І ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт дослідження: Процеси росту, розвитку та формування зернової продуктивності рослин ячменю ярого залежно від передпосівної обробки насіння біопрепаратами.

Предмет дослідження: Рослини ячменю ярого, біопрепарати.

Характеристика сорту ячменю ярого Кріссі

Загальна інформація:

- Реєстраційний номер: 07012034
- Вид: Ячмінь звичайний (Hordeum vulgare L.)
- Тип культури: ячмінь ярий
- Метод створення: самозапилення
- Оригінатор - Saaten-Union GmbH (Німеччина)

Господарські характеристики:

- Напрям використання: зерновий, пивоварний
- Рекомендовані зони вирощування: Лісостеп, Полісся, Степ
- Група стиглості: середньостиглий
- Продуктивність: 26,4 балів

Агробіологічні властивості:

- Стійкість до посухи: висока
- Стійкість до полягання: висока
- Стійкість до осипання: висока
- Стійкість до хвороб:
- Борошниста роса злаків – висока
- Ринхоспоріоз злаків - висока

Даний сорт є перспективним для дослідження впливу біопрепаратів через його високі адаптаційні властивості та широкий ареал вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.



Загальна характеристика: Сорт Кріссі є найпоширенішим сортом пивоварного ячменю в Європі, що відрізняється стабільною високою врожайністю завдяки відмінній адаптивності до континентальних умов. Він проявляє високу чутливість до засобів інтенсифікації виробництва та має низький вміст білка навіть за умов надлишкового азотного живлення або посухи.

Технологічні якості: Сорт характеризується високими солодорозчинними якостями з великим виходом екстракту солоду, що робить його ідеальним для пивоварної промисловості.

Біологічні особливості:

- Група стиглості: середньостиглий;
- Тривалість вегетаційного періоду: 69-97 днів;
- Соломина: від короткої до середньої довжини;
- Здатність до кущіння: висока;
- Піхви нижніх листків: без опушення;
- Забарвлення вушок: антоціанове, від середнього до сильного;
- Восковий наліт на піхві: середньої інтенсивності;

Морфологічні ознаки колоса:

- Положення при дозріванні: довго зберігає вертикальне положення;
- Форма: циліндрична;
- Щільність: пухкий, середньої щільності;
- Восковий наліт: слабкий;
- Ості: довші за колос, зазублені, з кінчиками середньо-слабкого антоціанового забарвлення;
- Перший сегмент колосового стрижня: короткий, зі слабким вигином.

Ці характеристики роблять сорт Кріссі перспективним для вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України з метою отримання високоякісної пивоварної сировини.

Детальна морфологічна характеристика сорту Кріссі: Стерильний колосок відхилений і сильно розвинений, що є характерною відмінною ознакою сорту. Опушення основної щетинки зерна коротке. Антоціанове забарвлення нервів зовнішньої квіткової луски проявляється від слабкого до середнього. Зазубреність внутрішніх бічних нервів зовнішньої квіткової луски відсутня або дуже слабка. Зернівка велика з неопушеною черевною борозенкою, яка охоплює лодикули. Маса 1000 зерен становить 38-47 г.

Матеріали та методи дослідження:

Для проведення дослідження використовувалися три види біопрепаратів: біокомплекс-БТУ-р, поліміксобактерин та діазобактерин.

Характеристика біокомплексу-БТУ-р:

Цей препарат призначений для передпосівної обробки насіння овочевих та зернових культур, обробки розсади та саджанців перед висаджуванням, кореневого та позакореневого підживлення, захисту від грибкових та бактеріальних хвороб, а також відновлення корисної мікрофлори ґрунту.

Ефекти від застосування біокомплексу-БТУ-р:

- Прискорення появи однорідних сходів та підвищення енергії проростання насіння;
- Захист рослин від широкого спектру збудників хвороб без ефекту звикання;
- Покращення приживання розсади та саджанців;
- Підвищення стійкості до негативних природних факторів та пестицидів;
- Збалансоване живлення рослин мікро- та макроелементами
- Покращення розвитку та прискорення термінів визрівання
- Покращення хімічного складу продукції та смакових якостей
- Підвищення врожайності на 10-30%
- Зменшення витрат мінеральних добрив та пестицидів на 15-30%
- Підвищення родючості ґрунту

Склад біокомплексу-БТУ-р:

До складу препарату входять природні азотфіксуючі бактерії, фунгіцидні бактерії широкого спектру дії, фосфор- та каліймобілізуючі ґрунтові бактерії, інші корисні бактерії (молочнокислі, симбіотичні), а також біологічно активні продукти їх життєдіяльності: фітогормони, вітаміни, фунгіциди, амінокислоти, макро- та мікроелементи.

Поліміксобактерин є спеціалізованим біопрепаратом для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, включаючи цукровий буряк, зернові (пшениця, ячмінь), кукурудзу, льон-довгунець, соняшник, ріпак ярий та озимий. Препарат застосовується шляхом передпосівної бактеризації насіння та проявляє комплексну дію, спрямовану на покращення фосфорного живлення рослин. Він активізує розчинення важкодоступних мінеральних і органічних фосфатів ґрунту, продукує природні стимулятори росту рослин та вітаміни групи В, а також підвищує стійкість сільськогосподарських культур до специфічних захворювань: цукрового буряку - до коренеїду, соняшнику - до несправжньої борошнистої роси, кукурудзи - до пухирчастої сажки.

Економічна ефективність препарату проявляється у еквівалентності внесенню 15-30 кг діючої речовини мінеральних фосфорних добрив на 1 га, що забезпечує загальний ефект до 2000 грн прибутку на гектар. Поліміксобактерин являє собою рідину коричневого кольору зі специфічним запахом, де діючою речовиною виступають фосфатмобілізуючі бактерії Paenibacillus polymyxa КВ.

Ці бактерії продукують органічні кислоти та фермент фосфатазу, що забезпечує ефективне розчинення важкодоступних мінеральних та органічних фосфатів ґрунту і перетворення їх у легкодоступні для рослин форми.

Призначення та застосування:

Діазобактерин є біологічним препаратом, призначеним для передпосівної обробки насіння озимого жита, гречки та кормових злакових трав (пажитниці пасовищної, пажитниці однорічної, стоколосу безостого). Його використання спрямоване на підвищення урожайності та поліпшення якості зерна і зеленої маси сільськогосподарських культур.

Механізм дії:

Препарат має комплексну дію, що включає:

- Стимуляцію росту і розвитку рослин за рахунок біологічно активних сполук;
- Підвищення абсорбційної здатності кореневої системи;
- Покращення коефіцієнта використання поживних речовин;
- Активізацію фіксації молекулярного азоту в кореневій зоні;
- Підвищення стійкості рослин до захворювань.

Форма випуску та склад:

Діазобактерин виготовляється у формі рідкого концентрату, який представляє собою живильне середовище з клітинами азоспірил. Концентрація бактерій становить 3-5 млрд клітин на 1 мл препарату.

Ефективність застосування:

Застосування Діазобактерину забезпечує:

- Підвищення урожайності озимого жита на 12-30%
- Збільшення урожайності гречки на 15-30%
- Приріст урожайності злакових трав на 15-20%
- Підвищення вмісту білка та незамінних амінокислот у продукції
- Економію мінерального азоту в обсязі 30-45 кг/га

Технологія застосування: Передпосівну обробку насіння проводять з використанням протруювачів "Мобітокс-Супер", ПС-10А, ПСШ-5 згідно з інструкцією до машини. Після обробки насіння необхідно підсушити до сипучого стану для запобігання втрати сипучості та можливого зниження норми висіву.

Для передпосівної обробки насіння озимого жита, гречки та злакових трав застосовують дозування 150-200 мл рідкого препарату на гектарну норму насіння. Відповідну кількість препарату ретельно розводять у воді для отримання однорідної робочої суспензії. Обробку насіння проводять з використанням стандартного протруювального обладнання типу "Мобітокс-Супер", ПС-10А або ПСШ-5.

Під час технологічного процесу необхідно дотримуватися ключових вимог: обробку слід проводити в затінених умовах, забезпечити рівномірне покриття

насіння препаратом та після обробки ретельно підсушити насіння до сипучого стану. Підсушене насіння висівають у відповідні агротехнічні терміни, що гарантує максимальну ефективність дії біопрепарату та запобігає втраті сипучості, яка могла б призвести до порушення норми висіву.

РОЗДІЛ 3.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Кліматичні умови

Лісостепова зона характеризується помірними кліматичними умовами з чітко вираженою сезонністю. Річний кліматичний цикл включає чотири окремих сезони, кожен з яких має свої особливості:

Весняний період відрізняється інтенсивним підвищенням температури повітря, що обумовлює швидкий перебіг цієї пори року протягом приблизно 45 днів. Весна триває з 11-13 березня до 22-24 квітня. Характерними особливостями є ранній початок польових робіт (у першій декаді березня) та відновлення вегетації озимих культур і багаторічних трав у третій декаді місяця. Останні весняні заморозки в повітрі зазвичай спостерігаються 16-24 квітня. Для весняного періоду також характерні суховії.

Літній сезон характеризується помірно жаркою погодою. Метеорологічним критерієм початку літа вважається стійкий перехід середньодобової температури повітря через +15°С у бік підвищення, а завершення - у бік зниження. Згідно з багаторічними спостереженнями, літній період триває з 7-13 травня до 15-21 вересня. Влітку відзначається максимальна кількість опадів у порівнянні з іншими сезонами, а також підвищена грозова активність, яка часто супроводжується ливнями. Частим явищем є літні засухи.

Осінній період відрізняється короткою тривалістю, теплою погодою та посушливими умовами. Початок осені визначається за стійким переходом середньодобової температури повітря та ґрунту через +10°С у бік зниження, що зазвичай відбувається 11-12 жовтня. Завершенням осені вважається перехід середньодобової температури повітря через 0°С, який відбувається 24-25 листопада. Загальна тривалість осені становить 44-48 днів. Перші осінні заморозки в повітрі зазвичай спостерігаються 6-18 жовтня, хоча найраніші заморозки можуть відзначатися вже 5-14 вересня. Опадів восени випадає переважно у вигляді дощу, а в листопаді вони мають змішаний характер.

Зимовий період у Лісостеповій зоні характеризується помірною тривалістю та м'якістю. Для цієї пори року властиві часті відлиги та формування нестійкого снігового покриву. Атмосферні опади випадають переважно у сніговій формі, однак значну частку складають і дощові опади, особливо під час відлиг. Стійкий сніговий покрив, здатний зберігатися протягом тривалого часу, формується лише в окремі, найбільш холодні зими. Явища заметілей на території регіону спостерігаються відносно рідко.

Процес промерзання ґрунту зазвичай розпочинається в перших числах грудня. Глибина промерзання коливається залежно від інтенсивності морозів та наявності снігового покриву. Відтаювання ґрунту відбувається поступово і завершується до кінця другої – початку третьої декади березня. Такі умови сприяють достатньому накопиченню ґрунтової вологи в зимово-весняний період, що є важливим фактором для формування врожаю сільськогосподарських культур.

3.2. Погодні умови в роки проведення досліджень

2025 рік склався сприятливо для вирощування ячменю ярого, оскільки за вегетаційний період випало 158 мм опадів, що на 6 мм перевищує середньобагаторічну норму. Весняні фенологічні процеси розпочалися із значним запізненням: перехід середньодобової температури повітря через 0°С, що означає кінець метеорологічної зими, відбувся 10-12 березня - на 16-20 днів пізніше середніх багаторічних показників, тоді як перехід температури через +5°С зафіксовано 23 березня в межах середніх термінів.

Перша декада березня була практично без опадів, і лише в другій та третій декадах пройшли незначні опади, загальна кількість яких за місяць становила 6,7 мм (21,3% від норми).

Посів ячменю ярого проведено 27 березня після настання фізичної стиглості ґрунту. Запаси продуктивної вологи на момент посіву були задовільними: в орному шарі ґрунту - 27,8 мм, а в метровому шарі - 110,6 мм. Погода першої декади квітня складалася з двох контрастних періодів: з 1 по 6

квітня переважав високий атмосферний тиск, а з 7 по 10 квітня південно-західна периферія північного циклону принесла опади різної інтенсивності у вигляді дощу (14,0 мм) при середній температурі повітря 8,3°С, що на 38% перевищувало норму.

Агрометеорологічні умови третьої декади березня були сприятливими для початкової вегетації ярих культур, тому на початку квітня у ячменю ярого спостерігалися масові сходи з добрим станом посівів.

Зволоження орного та метрового шарів ґрунту під культурою залишалося на достатньому рівні. Істотні дощі, що пройшли в середині другої декади квітня, значно покращили вологозапаси в ґрунті, і станом на 18 квітня зволоження ґрунту відповідало достатнім показникам. Однак наростання тепла відбувалося порівняно з минулим роком дуже повільно, що гальмувало розвиток ячменю ярого, у рослин якого на цей період відмічалася лише фаза "третього листа".

Агрометеорологічні умови третьої декади квітня, незважаючи на відсутність опадів, характеризувалися добрим зволоженням ґрунту та повільним наростанням температур, що сприяло утворенню вузлових коренів і початку кущіння ячменю ярого. У травні погода залишалася нестійкою: перша декада відзначилася прохолодною дощовою погодою, що створило задовільні умови для вегетації та формування нижнього вузла соломини, а друга декада з опадами 12 мм (92% норми) була сприятливою для подальшого фазового розвитку культури.

У третій декаді травня встановилася тепла суха погода з відносною вологістю повітря до 30% і нижче, що спричинило засушливі явища, але не завадило ячменю яриму заколоситися в останні дні декади. Перша декада червня пройшла під знаком сухої спекотної погоди з дефіцитом опадів (лише 3 мм, що на 85% менше норми), у цей період у ячменю відмічалася фаза молочної стиглості.

Друга декада червня погіршила умови вегетації через інтенсивне висихання верхніх шарів ґрунту та формування ґрунтової посухи в метровому шарі, де запаси продуктивної вологи в орному шарі впали до критичних 8 мм.

Третя декада червня складалася з двох контрастних періодів: перша половина пройшла за жаркої сухої погоди, а друга половина супроводжувалася

активними циклонами з грозовими зливами, що призвело до різкого зниження температури. Незважаючи на складні погодні умови, у посівах ячменю ярого відмічена воскова стиглість зерна. У першій декаді липня агрометеорологічні умови для завершального формування врожаю склалися задовільно, що дозволило ячменю досягти фази повної стиглості зерна та провести збирання урожаю 8 липня.

3.3. Характеристика ґрунтового покриву

Найбільш поширеними у господарстві є чорноземи опідзолені, які займають основну частину території, тоді як у понижених ділянках рельєфу поширені чорноземи намиті. Формування цих ґрунтів відбувалося в умовах помірного клімату на карбонатних лесах, які є основною ґрунтотворною породою. Високий вміст карбонатів кальцію сприяє закріпленню продуктів розпаду органічних речовин та коагуляції гумусових сполук, що позитивно впливає на фізико-хімічні властивості ґрунту. За механічним складом леси на даній території є легкоглинистими.

Значну роль у ґрунтотворенні відіграють також оглеєні леси, в яких окисні сполуки заліза та алюмінію представлені у вигляді горошин діаметром до 5 мм або перетворені на закисні сполуки з характерним зеленуватим відтінком. Карбонати в цих породах присутні у формі прожилок та сірих кам'янистих стяжіннь розміром 1-2 см.

Потужність гумусового горизонту в чорноземах коливається від 60 до 68 см із вмістом гумусу 2,1-3,2%. У слабо- та середньозмитих ґрунтових різновидах спостерігається зменшення потужності гумусового горизонту до 35-50 см з відповідним зниженням вмісту гумусу. Механічний склад цих ґрунтів варіює від середньо- до важкосуглинкового. Ґрунтово-поглинальний комплекс містить незначну кількість поглиненого натрію, що зумовлює слабку солонцюватість ґрунтів.

Невелику площу в господарстві займають чорноземні ґрунти, сформовані в умовах надлишкового зволоження. Відмінною особливістю цих ґрунтів є

наявність плям оглеєння на глибині 40-70 см. Потужність гумусового горизонту становить 40-70 см із вмістом гумусу 2,7-2,8%.

Основним джерелом зволоження ґрунтів на досліджуваній території є атмосферні опади, які визначають формування водного режиму ґрунтового покриву. На корінній рівнинній частині господарства ґрунтові води залягають на значній глибині та характеризуються різним ступенем мінералізації. Через глибоке залягання ґрунтових вод вони не беруть участі в процесах ґрунтоутворення та не впливають на формування ґрунтового профілю.

Така гідрологічна характеристика території обумовлює важливість раціонального використання атмосферних опадів та підтримання оптимального водного балансу в ґрунтах шляхом застосування відповідних агротехнічних заходів, спрямованих на збереження та накопичення вологи в ґрунті.

3.4. Мета і завдання досліджень

Мета досліджень полягала у встановленні ефективності застосування біопрепаратів для передпосівної обробки насіння ячменю ярого в умовах навчально-науково-виробничого комплексу Уманського національного університету в Черкаської області.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні завдання:

1. Провести аналіз літературних джерел щодо морфобіологічних особливостей та технології вирощування ячменю ярого.
2. Визначити вміст рухомого фосфору у ґрунті залежно від впливу передпосівної бактеризації насіння ячменю ярого.
3. Дослідити динаміку наростання надземної маси ячменю ярого та вміст в ній елементів живлення під впливом біопрепаратів.
4. Встановити продуктивність ячменю ярого залежно від передпосівної інокуляції насіння.
5. Провести оцінку економічної ефективності вирощування ячменю ярого залежно від обробки насіння біопрепаратами.

Наукова новизна дослідження полягає у комплексному вивченні впливу різних біопрепаратів на ріст, розвиток та продуктивність ячменю ярого в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах Центрального Лісостепу України.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості впровадження ефективних біопрепаратів у виробничу практику для підвищення врожайності та якості зерна ячменю ярого при зниженні витрат на мінеральні добрива та хімічні засоби захисту рослин.

3.5. Методика проведення досліджень

Для вирішення поставлених завдань було проведено комплекс польових та лабораторних досліджень за загальноприйнятими методиками в умовах НВВ Уманського НУС Черкаської області протягом 2025 року.

Схема досліду передбачала вивчення чотирьох варіантів передпосівної обробки насіння ячменю ярого:

1. Контроль (обробка насіння водою)
2. Біокомплекс БТУ-р
3. Поліміксобактерин
4. Діазобактерин

Дослід закладено у чотириразовій повторності, з площею посівної ділянки 2,0 га та облікової площі 1,5 га.

Аналітичні дослідження ґрунту включали визначення:

- Нітратного азоту за методом Грандваль-Ляжу;
- Аміачного азоту з реактивом Неслера;
- Рухомого фосфору за Мачигіним;
- Обмінного калію на полуменевому фотометрі;
- Вмісту гумусу за Тюріним-Кононовою.

Фенологічні спостереження проводили згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур», фіксуючи початок фази при 10% рослин та повну фазу при 75% рослин.

Біометричні виміри включали:

- Висоту рослин;

- Наростання сирої та сухої біомаси надземної частини;
- Відбір рослин у фази кущіння, виходу в трубку, колосіння та повної стиглості.

Лабораторний аналіз передбачав визначення вмісту загального азоту за К'єльдалем, фосфору за методом Мерфі-Рейлі та калію на полуменевому фотометрі.

Облік урожаю проводили методом суцільного обмолоту з подальшим визначенням врожайності зерна після очищення та перерахунку на стандартну вологість 14%.

Економічну ефективність визначали у грошовому вираженні з використанням цін, що склалися на ресурси та продукцію станом на 1 січня 2025 року.

3.6. Агротехніка в досліді

Після збирання попередника (пшениці озимої) проводили лущення ЛДГ-15 по мірі відростання бур'янів. Через 12-14 днів, при появі сходів бур'янів, здійснювали оранку плугом ПЛН-5-35 з передплужниками на глибину 20-22 см. У подальшому періоді проводили боронування та культивацію для підтримки поля чистого від бур'янів до зими. При настанні фізичної стиглості ґрунту виконували культивацію КПС-4 в 1-2 сліди на глибину 6-8 см.

У досліді застосовували стандартні норми витрат біопрепаратів на гектарну норму висіву насіння: Біокомплекс БТУ-р - 200 мл, Поліміксобактерин - 200 мл, Діазобактерин - 200 мл. Обробку насіння проводили шляхом ручної інокуляції. Гектарну норму кожного препарату розводили у відповідній кількості води для отримання робочої суспензії.

Насіння розміщували на брезенті, рівномірно зволожували отриманою суспензією згідно зі схемою досліду та ретельно перемішували для забезпечення повного покриття. Після обробки насіння підсушували до сипучого стану для запобігання злипання та забезпечення рівномірного висіву.

Сівбу ячменю ярого проводили у найраніші строки після настання фізичної стиглості ґрунту, оскільки щоденне запізнення з посівами після оптимальних термінів призводить до втрати врожайності на 0,6-1,2 ц/га. Норму висіву підтримували на рівні 3,5-4 млн схожих насінин на 1 га. Глибину загортання насіння регулювали у межах 4-5 см за умови достатнього зволоження ґрунту. В разі недостатньої вологості посівного шару ґрунту відразу після сівби проводили коткування ґрунту кіпами ЗККШ-6.

Збирання врожаю здійснювали методом прямого комбайнування за допомогою зернового комбайна. Така технологія дозволила мінімізувати втрати зерна та забезпечити якісне збирання врожаю в оптимальні агротехнічні строки.

РОЗДІЛ 4.
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив біопрепаратів на поживний режим ґрунту

Поживний режим ґрунту, що визначається вмістом доступних для рослин поживних речовин, є ключовим фактором родючості та продуктивності агроценозів. Ячмінь ярий, як культура з високими вимогами до живлення, особливо чутливий до забезпеченості ґрунту доступними формами азоту та фосфору. Для формування 1 ц зерна ячмінь споживає 2,5-3 кг азоту, 1-1,2 кг фосфору та 2-2,5 кг калію [49].

Сучасні підходи до підтримання та відновлення родючості ґрунтів передбачають активне використання мікробіологічних процесів. Застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих бактерій становить важливий елемент біологізації землеробства, сприяючи покращенню процесів живлення рослин, підвищенню урожайності та отриманню екологічно чистої продукції [6, 35].

Особливість поживного режиму ґрунтів полягає в тому, що основні запаси поживних речовин знаходяться у формі органічних та важкорозчинних мінеральних сполук. Перехід цих сполук у доступні для рослин форми здійснюється в результаті мінералізаційної діяльності різноманітних груп мікроорганізмів, включаючи бактерії, гриби та актиноміцети.

Сільськогосподарські культури демонструють вибіркову здатність до поглинання хімічних елементів. Найбільш виражена селективність спостерігається відносно азоту, фосфору, сірки, молібдену, калію, хлору, брому, йоду, вуглецю, кальцію, магнію, цинку, міді, кобальту, радію та рубідію. Ці елементи частіше накопичуються в рослинних організмах у вищих концентраціях порівняно з їх вмістом у ґрунті.

На противагу цьому, такі елементи як цирконій, торій, хром, титан, алюміній, ванадій, іридій, кремній, свинець, нікель, фтор, арсен та залізо зазвичай містяться у ґрунті у більших кількостях. Співвідношення натрію,

марганцю, стронцію, літію та селену має приблизно рівну концентрацію в ґрунті та рослинних організмах.

Азот у ґрунті переважно міститься в органічних рештках рослинного та тваринного походження. Процес мінералізації органічних сполук призводить до утворення мінеральних форм азоту, доступних для рослин - нітратів, нітритів та солей амонію. Найбільш доступними для рослин є нітратний азот та азот аміачних сполук. Ефективність використання рослинами азоту, внесеного у вигляді нітратних та аміачних сполук, становить 50-75%. Аміачний азот використовується більш ефективно через його здатність поглинатися ґрунтовим комплексом, на відміну від нітратного іону.

Фосфор у ґрунті присутній у органічних та мінеральних сполуках. Рослини засвоюють фосфер переважно з солей фосфорної кислоти - фосфатів. Найбільш доступними є водорозчинні фосфати натрію та калію, тоді як фосфати алюмінію та заліза відрізняються низькою розчинністю та доступністю. Важкорозчинні дво- та трикальцієві фосфати під впливом вуглекислоти, що виділяється при розкладі рослинних решток, трансформуються в розчинну монокальцієву сіль.

Калій входить до складу кристалічних решіток первинних та вторинних мінералів, що робить його важкодоступним для рослин. Більш доступною формою є обмінний калій, який утримується адсорбційними силами на поверхні ґрунтових колоїдів. Найбільш доступний калій з простих солей міститься в ґрунтах у незначних кількостях.

Мікроорганізми відіграють ключову роль у процесах трансформації азоту та інших елементів живлення через амоніфікацію, нітрифікацію, азотфіксацію та денітрифікацію. Недооцінка мікробіологічного фактора є однією з причин низької ефективності використання азотних добрив, надмірного накопичення нітратів у продукції та забруднення біосфери. Бактерії також активізують розчинення мінералофосфатів, переводячи їх із запасної форми в метаболічну [44].

Результати досліджень свідчать, що вміст нітратів у ґрунті за фазами розвитку рослин варіював під впливом передпосівної інокуляції насіння та погодних умов (табл. 4.1.1).

Таблиця 4.1.1

Вплив біопрепаратів на вміст поживних елементів у 0-30 см шарі ґрунту, мг/100 г ґрунту

Варіант досліду	***Строк визначення***					
	сходи			***повна стиглість зерна***		
	нітрати	***рухомий фосфор***	***обмінний калій***	***нітрати***	***рухомий фосфор***	***обмінний калій***
Контроль	1,05	6,03	27,9	0,67	5,35	19,5
Біокомплекс БТУ-р	1,58	6,80	33,1	0,94	6,17	23,8
Поліміксобактерин	1,53	6,75	32,7	0,92	6,20	22,6
Діазобактерин	1,56	6,35	32,5	1,09	6,12	22,3

Застосування передпосівної обробки насіння біопрепаратами суттєво підвищило вміст нітратів у ґрунтовому шарі 0-30 см. Найефективнішим виявився біокомплекс БТУ-р, який забезпечив збільшення вмісту нітратів на 33,5% у період сходів та на 28,7% у фазу повної стиглості зерна порівняно з контролем. Поліміксобактерин та діазобактерин також демонстрували позитивний вплив, збільшуючи вміст нітратів відповідно на 31,4% та 32,7% у фазу сходів і на 27,2% та 38,5% у фазу повної стиглості.

Протягом вегетаційного періоду спостерігалася інтенсивна утилізація азоту рослинами ячменю для формування урожаю. Найбільше споживання нітратів відмічено у варіанті з біокомплексом БТУ-р - зменшення на 0,64 мг/100 г ґрунту (40,5%) до фази повної стиглості. Застосування поліміксобактерину призвело до зниження вмісту нітратів на 0,61 мг/100 г (39,9%), діазобактерину - на 0,47 мг/100 г (30,1%), тоді як у контрольному варіанті споживання склало лише 0,38 мг/100 г (36,2%).

Передпосівна інокуляція насіння також позитивно вплинула на вміст рухомого фосфору в орному шарі ґрунту. У 2025 році максимальний показник у фазу сходів зафіксовано при обробці біокомплексом БТУ-р - 6,80 мг/100 г ґрунту, що на 11,3% перевищувало контрольний варіант. Поліміксобактерин та діазобактерин демонстрували дещо нижчі, але все ж статистично значущі результати щодо мобілізації фосфору в ґрунті.

Обробка насіння поліміксобактерином забезпечила високий вміст рухомого фосфору у фазі сходів - 6,75 мг/100 г ґрунту, що на 10,7% перевищувало контрольний показник. Застосування діазобактерину дозволило досягти рівня 6,35 мг/100 г ґрунту, що було на 5,0% вище за контроль, але дещо нижче від результатів обробки біокомплексом БТУ-р.

Протягом вегетаційного періоду спостерігалося закономірне зниження вмісту рухомого фосфору в ґрунті від фази сходів до повної стиглості зерна. На контрольному варіанті зменшення склало 0,68 мг/100 г ґрунту (11,3%). У варіантах з біопрепаратами цей показник був меншим: за обробки біокомплексом БТУ-р - 0,63 мг/100 г (9,3%), поліміксобактерином - 0,55 мг/100 г (8,1%), діазобактерином - 0,23 мг/100 г (3,6%).

Важливо відзначити, що саме поліміксобактерин забезпечив найвищий вміст рухомого фосфору в ґрунті на кінець вегетації - 6,20 мг/100 г ґрунту, що перевищувало показники інших варіантів на 0,5-13,7%.

Щодо вмісту обмінного калію, то біокомплекс БТУ-р продемонстрував найкращі результати: 33,1 мг/100 г ґрунту у фазі сходів та 23,8 мг/100 г ґрунту у фазі повної стиглості зерна.

Отримані дані свідчать, що протягом вегетації ячменю ярого відбувається інтенсифне використання рослинами основних елементів живлення з ґрунту. Застосування біопрепаратів, особливо біокомплексу БТУ-р, сприяє збереженню вищих залишкових концентрацій рухомих форм азоту та калію в ґрунті на кінець вегетаційного періоду, тоді як поліміксобактерин забезпечує кращу доступність фосфору для рослин.

4.2. Динаміка формування надземної біомаси ячменю ярого та її хімічний склад за різних варіантів інокуляції насіння

Мікроорганізми ґрунту становть винятково важливий структурний компонент агроценозів, оскільки їх біомаса часто перевищує масу всіх інших ґрунтових організмів разом із рослинними покривами. Інтенсивний метаболізм мікробіоти та значна площа поверхні мікробної біомаси забезпечують активний

обмін речовин з мінеральною частиною ґрунту, що безпосередньо впливає на процеси мінералізації та демінералізації, а отже - на доступність поживних елементів для рослин [36].

Ростові показники ячменю ярого слугують чутливими біоіндикаторами умов вирощування. Інтенсивність формування вегетативних та репродуктивних органів значною мірою детермінована рівнем забезпеченості рослин водою та елементами мінерального живлення. Встановлено прямий кореляційний зв'язок між врожайністю культури, обсягом вегетативної маси та висотою рослин, що обумовлено функціональною роллю стебел і листків як провідних шляхів транспорту органічних і мінеральних речовин [48, 49].

Особливо значущим є вплив рівня мінерального живлення на інтенсифікацію росту та накопичення біомаси в умовах дефіциту вологи, де оптимальне забезпечення поживними елементами дозволяє компенсувати негативний вплив посушливих умов на продуктивність ячменю ярого.

Результати досліджень за 2025 рік демонструють позитивний вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратами на висоту рослин ячменю ярого протягом усіх фаз вегетації (рис. 4.1.). Найефективнішим виявився біокомплекс БТУ-р, який забезпечив максимальні показники висоти рослин. Найнижчі значення зафіксовано у контрольному варіанті без бактеризації насіння, де висота коливалася від 59 до 77 см залежно від фази розвитку, що було на 12,7-26,6% нижче порівняно з варіантом з біокомплексом БТУ-р.

Застосування поліміксобактерину та діазобактерину також сприяло збільшенню висоти рослин, яка досягала відповідно 57-59 см та 75-76 см у різні фази розвитку.

Інокуляція насіння біокомплексом БТУ-р забезпечила найзначніший приріст лінійних розмірів: у фазу виходу в трубку - 26,6%, у фазу колосіння - 15,4%, та у фазу повної стиглості зерна - 12,6% порівняно з контролем. Це свідчить про стимулюючий вплив азот- та фосфатмобілізуючих бактерій на ростові процеси ячменю ярого протягом усієї вегетації.

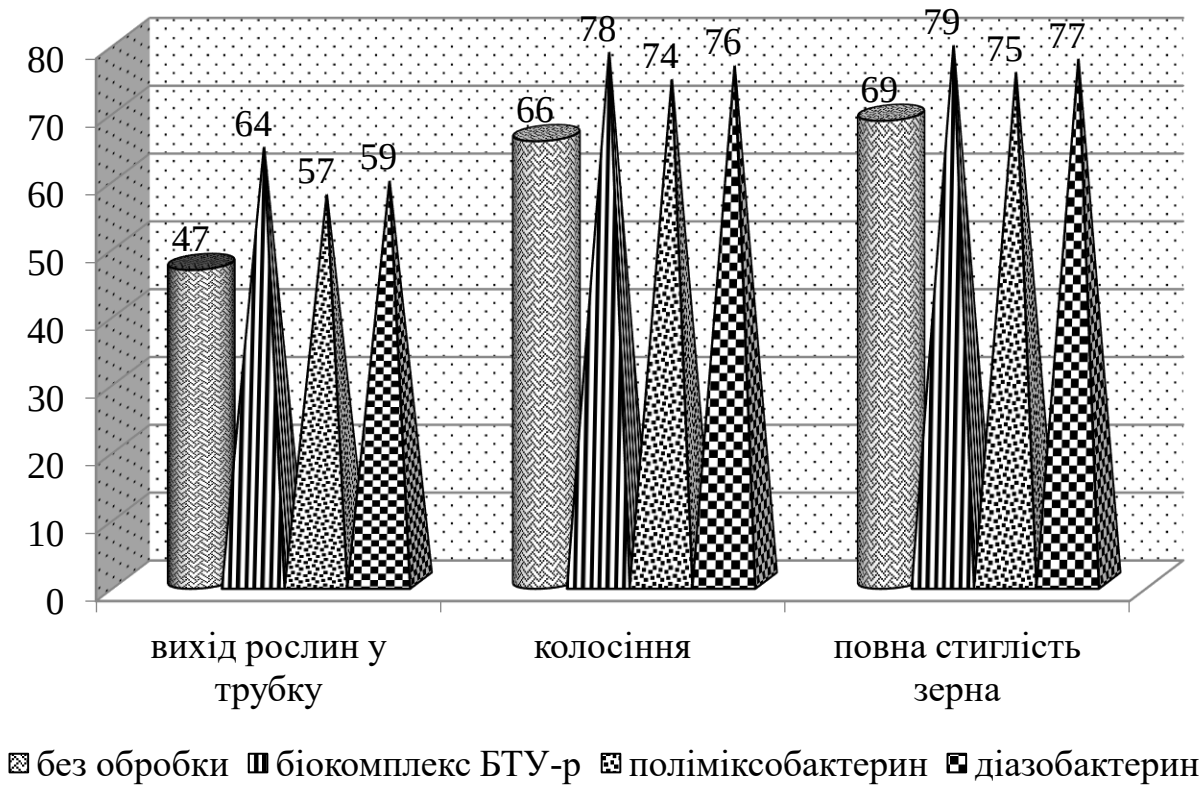


Рисунок - 4.1. Динаміка висоти рослин ячменю ярого за різних варіантів обробки насіння біопрепаратами (2025 р.), см

Застосування поліміксобактерину та діазобактерину для обробки насіння ячменю ярого забезпечило суттєве збільшення висоти рослин упродовж усієї вегетації. Найінтенсивніший приріст спостерігався у фазу виходу в трубку: 17,5% за використання поліміксобактерину та 20,3% за діазобактерину. У період колосіння ці показники становили 10,8% та 13,2%, а до фази повної стиглості зерна знизилися до 8,0% та 10,4% відповідно. Така динаміка свідчить про найбільшу ефективність біопрепаратів на ранніх етапах органогенезу ячменю.

Накопичення значного обсягу вегетативної маси вже на початкових фазах розвитку є вирішальним чинником для формування високопродуктивного агроценозу. Рослини використовують ресурси вегетативних органів як джерело вуглеводів, азотистих сполук та інших біологічно активних речовин для закладки та диференціації репродуктивних структур. Дослідження закономірностей формування надземної біомаси та її трансформації в різних умовах вирощування має важливе практичне значення, особливо в степовій зоні України, де до періоду повної стиглості у більшості сільськогосподарських культур значна частина листкового апарату відмирає [25].

Результати досліджень за 2025 рік демонструють чітку залежність інтенсивності накопичення надземної біомаси ячменю ярого від застосування передпосівної бактеризації насіння азот- та фосфатмобілізуючими бактеріями (табл. 4.2.1).

Таблиця 4.2.1

Динаміка наростання сирої надземної маси рослин ячменю ярого залежно від обробки насіння біопрепаратами, г/м²

Варіант досліду	***Фаза росту та розвитку рослин***		
	вихід рослин у трубку	***колосіння***	***повна стиглість зерна***
Контроль	853 г/м²	1689 г/м²	975 г/м²
Біокомплекс БТУ-р	2412 г/м²	2855 г/м²	1569 г/м²
Поліміксобактерин	1849 г/м²	2520 г/м²	1379 г/м²
Діазобактерин	2376 г/м²	2841 г/м²	1534 г/м²

Найбільш ефективним варіантом щодо накопичення вегетативної маси виявився біокомплекс БТУ-р. У фазі виходу в трубку цей показник перевищував контроль на 64,6%, у фазі колосіння – на 40,8%, а у фазі повної стиглості зерна – на 37,9%.

Поліміксобактерин та діазобактерин також демонстрували позитивний вплив на формування біомаси, хоча їх ефективність була дещо нижчою. При обробці поліміксобактерином приріст маси становив у фазу виходу в трубку 53,9%, колосіння – 33,0%, повної стиглості – 29,3%. Діазобактерин забезпечив відповідні показники 64,1%, 40,5% та 36,4%.

Порівняльний аналіз ефективності біопрепаратів показав, що біокомплекс БТУ-р у фазі виходу в трубку перевищував за накопиченням біомаси варіант з діазобактерином на 1,5%, а з поліміксобактерином – на 23,3%. Це свідчить про вищу ефективність комплексного препарату порівняно з монопрепаратами, особливо на ранніх етапах органогенезу ячменю ярого.

Порівняльний аналіз ефективності біопрепаратів у різні фази розвитку підтвердив сталу перевагу біокомплексу БТУ-р. У фазу колосіння його

перевищення над діазобактерином становило 0,5%, а над поліміксобактерином - 11,7%. У фазу повної стиглості зерна ці показники склали 2,2% та 12,1% відповідно.

Інтенсивність накопичення сирої надземної маси досягала максимуму до фази колосіння, причому найвищі показники зафіксовані при застосуванні біокомплексу БТУ-р. Хоча після цієї фази темпи приросту сповільнювались, варіанти з інокуляцією насіння продовжували демонструвати вищі показники накопичення біомаси.

Дослідження підтвердили тісний взаємозв'язок між поглинанням азоту та фосфору рослинами. При недостатній забезпеченості одним з цих елементів погіршується засвоєння іншого. Співвідношення азоту до фосфору в органічній речовині вегетативних органів коливається в межах 0,04-0,15 г/г [49].

Результати досліджень 2025 року продемонстрували позитивний вплив передпосівної бактеризації насіння на вміст елементів живлення в надземній біомасі ячменю ярого у фазу повної стиглості зерна (рис. 4.2), що підтверджує ефективність застосування біопрепаратів для покращення харчового режиму рослин.

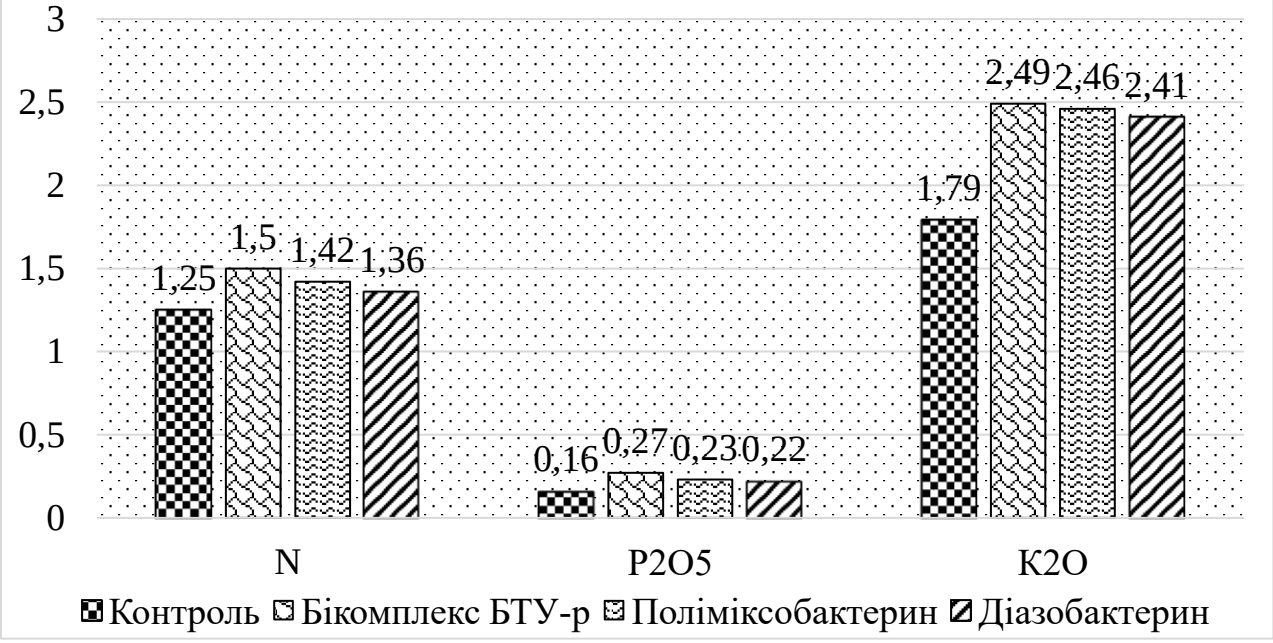


Рисунок 4.2. Вплив обробки насіння біопрепаратами на вміст елементів живлення в надземній біомасі рослин ячменю ярого у фазі повної стиглості зерна, % на суху речовину

Дослідженнями встановлено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратами суттєво підвищила вміст основних елементів живлення в надземній біомасі ячменю ярого у фазі повної стиглості зерна. Вміст азоту в рослинах коливався від 1,36% до 1,50% залежно від застосованого біопрепарату, тоді як у контрольному варіанті цей показник становив лише 1,25%. Найефективнішим виявився біокомплекс БТУ-р, який забезпечив збільшення вмісту азоту на 16,6 відсоткових пунктів порівняно з контролем, а також перевищував показники варіантів з поліміксобактерином та діазобактерином на 5,3 та 9,3 відсоткових пунктів відповідно.

Накопичення фосфору також значно підвищилось під впливом біопрепаратів. Максимальний вміст загального фосфору (0,27%) зафіксовано при обробці насіння біокомплексом БТУ-р, що на 40,7 відсоткових пунктів перевищувало контрольний варіант. Поліміксобактерин та діазобактерин забезпечили приріст вмісту фосфору на 30,4 та 27,3 відсоткових пунктів відповідно. Вміст калію у надземній біомасі також значно збільшився під впливом біопрепаратів.

Інокуляція насіння біокомплексом БТУ-р забезпечила збільшення вмісту загального калію на 28,1 відсоткових пунктів порівняно з неінокульованим варіантом. Отримані результати свідчать про високу ефективність біопрепаратів, особливо біокомплексу БТУ-р, у покращенні харчового статусу рослин ячменю ярого та підвищенні накопичення основних елементів живлення в рослинній біомасі.

Передпосівна обробка насіння біопрепаратами суттєво покращила якісні показники зерна ячменю ярого (табл. 4.2.2). Найефективнішим виявився біокомплекс БТУ-р, який забезпечив найвищий вміст усіх досліджуваних елементів живлення у зерні. Порівняно з контрольним варіантом, вміст азоту зріс на 24,2%, фосфору – на 51,2%, а калію – на 20,3%.

Інші біопрепарати також продемонстрували позитивний вплив на якість зерна. Діазобактерин забезпечив збільшення вмісту азоту на 21,1%, фосфору на 38,2% та калію на 15,4% порівняно з контролем. Поліміксобактерин показав

аналогічні результати: приріст азоту на 21,9%, фосфору на 44,7% та калію на 17,9%.

Аналіз співвідношення елементів живлення у зерні показав, що найбільшу частку займав азот, за ним слідував калій, тоді як вміст фосфору був найнижчим. Таке розподілення елементів є характерним для зерна ячменю та свідчить про оптимальне формування його харчових якостей під впливом біопрепаратів.

Таблиця 4.2.2

Вміст загального азоту, фосфору та калію в зерні ячменю ярого залежно від обробки насіння біопрепаратами, % на суху речовину

Варіант досліду	***Вміст,***		
	N	***P_2O_5***	***K_2O***
Контроль	2,10	0,21	0,55
Біокомплекс БТУ-р	2,77	0,43	0,69
Поліміксобактерин	2,69	0,38	0,67
Діазобактерин	2,66	0,34	0,65

Отримані дані свідчать про те, що біокомплекс БТУ-р є найефективнішим серед досліджуваних біопрепаратів для покращення харчового статусу ячменю ярого та підвищення якості зерна за рахунок інтенсифікації накопичення основних елементів живлення.

4.3. Формування елементів структури врожаю ячменю ярого залежно від технологічних прийомів вирощування

Продуктивність ячменю ярого визначається комплексом взаємопов'язаних показників, серед яких ключове значення мають густота продуктивного стеблостою, довжина колосу, кількість зерен у колосі та маса 1000 зерен. Застосування біопрепаратів суттєво впливає на ці параметри через поліпшення живлення рослин [37].

Важливим структурним елементом врожаю є кількість продуктивних пагонів на одиницю площі. Оптимальна густота стеблостою досягається не лише

регулюванням норми висіву, але й активізацією процесу кущіння за рахунок біопрепаратів. Передпосівна бактеризація насіння сприяє більш повній реалізації біологічного потенціалу рослин, коли необхідна кількість фертильних пагонів формується за меншої густоти стояния.

Результати досліджень демонструють позитивний вплив біопрепаратів на основні елементи продуктивності ячменю ярого (табл. 4.3.1). Найбільш ефективним виявився біокомплекс БТУ-р, який забезпечив збільшення довжини колосу на 10,3% порівняно з контрольним варіантом. Поліпшення цього показника свідчить про краще формування генеративних органів за рахунок оптимізації азотного та фосфорного живлення рослин.

Передпосівна обробка насіння біопрепаратами суттєво покращила показники продуктивності колосу ячменю ярого. Найбільш ефективним виявився біокомплекс БТУ-р, який забезпечив достовірне збільшення кількості колосків у колосі на 16,7% та числа зерен у колосі на 26,6% порівняно з контрольним варіантом.

Таблиця 4.3.1

Структура врожаю ячменю ярого за різних варіантів обробки насіння біопрепаратами

Варіант досліду	***Довжина колоса, см***	***Кількість колосків, шт.***	***Число зерен у колосі, шт.***
Контроль	6,1	15	15
Біокомплекс БТУ-р	6,8	18	19
Поліміксобактерин	6,6	17	18
Діазобактерин	6,4	16	18

Застосування Діазобактерину та Поліміксобактерину для передпосівної обробки насіння суттєво покращило структурні показники врожаю ячменю ярого. Інокуляція Поліміксобактерином забезпечила збільшення кількості колосків у колосі на 13,3% та кількості зерен у колосі на 20,0% порівняно з контролем. Діазобактерин показав дещо нижчі, але також статистично значущі результати - приріст відповідно на 6,3% та 20,0%.

Найефективнішим за всіма досліджуваними параметрами залишався біокомплекс БТУ-р, що підтверджує перевагу комплексних препаратів, які поєднують різні механізми дії корисних мікроорганізмів. Бактерії, що колонізують кореневу зону рослин, формують унікальне ризосферне середовище, виконуючи роль біологічного посередника між ґрунтом і рослиною. Мікроорганізми забезпечують трансформацію складних органічних і мінеральних сполук у доступні для живлення форми, створюючи оптимальні умови для реалізації генетичного потенціалу врожайності ячменю [43].

Результати досліджень підтверджують, що передпосівна обробка насіння бактеріальними препаратами достовірно підвищує урожайність ячменю ярого (табл. 4.3.2), що пов'язано з комплексним позитивним впливом на формування елементів структури врожаю та поліпшенням живлення рослин протягом вегетації.

Таблиця 4.3.2

Вплив обробки насіння біопрепаратами на врожайність зерна ячменю ярого, т/га

Варіант досліду	***Урожайність, т/га***	***Приріст до контролю***	
		т/га	***%***
Контроль	1,89	-	-
Біокомплекс БТУ-р	3,24	1,35	41,7
Поліміксобактерин	3,15	1,26	40,0
Діазобактерин	3,07	1,18	38,4

За результатами досліджень 2025 року, найвищу урожайність зерна ячменю ярого отримано при застосуванні біокомплексу БТУ-р – 3,24 т/га. Цей показник перевищив контрольний варіант на 1,35 т/га (41,7%), варіант з поліміксобактерином – на 1,26 т/га (40,0%) та варіант з діазобактерином – на 1,18 т/га (38,4%).

Значне підвищення урожайності за обробки насіння біокомплексом БТУ-р пояснюється його комплексним рістстимулюючим впливом, що включає покращення азотного та фосфорного живлення рослин, активізацію ростових процесів та підвищення стійкості до несприятливих факторів довкілля.

Таким чином, передпосівна обробка насіння біопрепаратами на основі азот- та фосфатмобілізуючих бактерій є ефективним прийомом підвищення продуктивності ячменю ярого, зокрема застосування біокомплексу БТУ-р забезпечує максимальний приріст урожайності на рівні 41,7% порівняно з контролем.

РОЗДІЛ 5.
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

У сучасному аграрному секторі спостерігається парадоксальна ситуація: незважаючи на експансію посівних площ під ярий ячмінь, світові обсяги виробництва цієї зернової культури не досягають необхідних рівнів. Ключовим фактором, що обумовлює дану диспропорцію, є системне порушення агротехнологій. Науково доведено, що реалізація потенційної врожайності сільськогосподарських культур можлива лише за умови їх повноцінного живлення. Традиційно ця задача вирішувалася шляхом внесення мінеральних добрив. Однак, в умовах економічної нестабільності, доступність даного ресурсу для переважної більшості аграрних формувань значно обмежилася.

Перспективним напрямом вирішення цієї проблеми є імплементація засад біологізації землеробства, зокрема, апробація біопрепаратів на основі фосфатомобілізуючих бактерій. Впровадження подібних біотехнологій дозволяє оптимізувати харчування рослин у умовах дефіциту мінеральних комплексів.
Окремою проблемою є захист посівів від комплексу фітопатогенів та комах-шкідників. Для профілактики таких хвороб, як сажка, кореневі гнилі, септоріоз, плямистості, а також для боротьби з злаковими мухами, попелицею, дротяниками та іншими шкідниками, застосовується передпосівна інкрустація насіння. З цією метою використовуються комбіновані інсектофунгіцидні протруйники, до складу яких входять такі діючі речовини, як дифеноконазол, флудіоксоніл, тіаметоксам, імідаклоприд, клотіанідин та інші.

Що стосується оцінки результативності аграрного виробництва, то вона вимагає комплексного підходу. Для об'єктивного аналізу економічної ефективності як у державних, так і у приватних агроформуваннях застосовується система взаємопов'язаних показників, які можуть бути виражені як у натуральному, так і у вартісному вимірі.

У сучасному аграрному секторі спостерігається парадоксальна ситуація: незважаючи на експансію посівних площ під ярий ячмінь, світові обсяги виробництва цієї зернової культури не досягають необхідних рівнів.

Ключовим фактором, що обумовлює дану диспропорцію, є системне порушення агротехнологій. Науково доведено, що реалізація потенційної врожайності сільськогосподарських культур можлива лише за умови їх повноцінного живлення. Традиційно ця задача вирішувалася шляхом внесення мінеральних добрив. Однак, в умовах економічної нестабільності, доступність даного ресурсу для переважної більшості аграрних формувань значно обмежилася.

Перспективним напрямом вирішення цієї проблеми є імплементація засад біологізації землеробства, зокрема, апробація біопрепаратів на основі фосфатомобілізуючих бактерій. Впровадження подібних біотехнологій дозволяє оптимізувати харчування рослин у умовах дефіциту мінеральних комплексів.

Окремою проблемою є захист посівів від комплексу фітопатогенів та комах-шкідників. Для профілактики таких хвороб, як сажка, кореневі гнилі, септоріоз, плямистості, а також для боротьби з злаковими мухами, попелицею, дротяниками та іншими шкідниками, застосовується передпосівна інкрустація насіння. З цією метою використовуються комбіновані інсектофунгіцидні протруйники, до складу яких входять такі діючі речовини, як дифеноконазол, флудіоксоніл, тіаметоксам, імідаклоприд, клотіанідин та інші.

Що стосується оцінки результативності аграрного виробництва, то вона вимагає комплексного підходу. Для об'єктивного аналізу економічної ефективності як у державних, так і у приватних агроформуваннях застосовується система взаємопов'язаних показників, які можуть бути виражені як у натуральному, так і у вартісному вимірі.

Економічна ефективність є інтегральним показником результативності використання ресурсів, що відображає корисний ефект від застосування засобів виробництва та живої праці. У сільськогосподарському виробництві вона реалізується через досягнення максимального обсягу продукції з одиниці площі за мінімальних витрат праці та коштів на одиницю продукції. Для кількісної

оцінки економічної ефективності використовується система взаємопов'язаних показників, до якої входять вартість валової продукції, розмір валового і чистого доходу, прибуток, рівень рентабельності та норма прибутку.

Важливою економічною категорією, що характеризує доцільність господарської діяльності, є рентабельність. Фінансовим результатом, що її обумовлює, виступає чистий дохід – частина вартості продукції, яка залишається після відшкодування витрат на її виробництво. Прибуток є реалізованою частиною чистого доходу, а його величина в аграрному секторі залежить від обсягу, якості та асортименту реалізованої продукції, а також співвідношення рівня її собівартості та цін реалізації.

Рівень рентабельності визначається як відсоткове співвідношення суми отриманого прибутку до повної собівартості реалізованої продукції. На цей показник безпосередньо впливають два фактори: рівень виробничих витрат та кон'юнктура ринку, що виражається у закупівельних цінах на сільськогосподарську продукцію.

Для дослідження економічної ефективності інокуляції насіння ярового ячменю біопрепаратами було використано вихідні дані з таблиці 5.1. На їх основі було розраховано суму додаткових витрат на застосування біопрепаратів у розрахунку на 1 гектар (таблиця 5.2), а результати розрахунків економічної ефективності впливу біопрепаратів на урожайність ярового ячменю наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.1

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності застосування біопрепаратів

№ п/п	*Показники*	*Варіанти*			
		контроль	*Діазобактерин*	*Поліміксобактерин*	*Біокомплекс БТУ-р*
1.	Виробничі витрати на 1 га, грн. • Базова собівартість (без урахування біопрепаратів) • Додаткові витрати на застосування біопрепаратів	2830,0 2830,0 -	3258,3 2830,0 428,3	3272,2 2830,0 442,2	3293,2 2830,0 463,2
2.	Внесено біопрепаратів, мл/га	-	100	200	200
3.	Урожайність, ц/га - основної продукції	18,9	30,7	31,5	32,4
4.	Вартість реалізації одиниці продукції, грн/ц	197,8	197,8	197,8	197,8
5.	Вартість валової продукції з 1 га, грн	3738,4	6072,5	6230,7	6408,7
6.	Чистий дохід з 1 га, грн	908,4	2814,2	2958,5	3115,5

Таблиця 5.2

Калькуляція додаткових витрат на застосування біопрепаратів на 1 га

№ н/р	*Види витрат*	*Варіанти*		
		Діазобактерин	*Поліміксобактерин*	*Біокомплекс БТУ-р*
1.	Вартість біопрепаратів, грн./га	65,0	71,2	83,2
2.	Витрати на доставку та внесення біопрепаратів, грн./га	150,0	150,0	150,0
3.	Всього витрат грн./га	215,0	221,2	233,3
4.	Операційні витрати на додаткову продукцію, грн/га	213,3	221,0	230,0
5.	Всього витрат, пов’язаних з використанням біопрепаратів, грн.	428,3	442,2	463,2

Передпосівна бактеризація насіння демонструє високу економічну ефективність, забезпечуючи чистий дохід у діапазоні 2814,2 – 3115,5 грн/га та вартість валової продукції на рівні 6072,5 – 6408,7 грн/га. Важливо враховувати, що позитивний вплив біопрепаратів виражається не лише у суттєвому прирості урожайності ярового ячменю на 11,8 – 13,5 ц/га, але й у закономірному збільшенні виробничих витрат. Зокрема, використання діазобактерину призвело до їх зростання на 428,3 грн/га, тоді як застосування поліміксобактерину та біокомплексу БТУ-р обумовило підвищення витрат на 442,2 грн/га та 463,2 грн/га відповідно.

Таблиця 5.3

Економічна ефективність вирощування ярового ячменю залежно від застосування біопрепаратів

№ н/р	*Показники*	*Варіанти*			
		контроль	*Діазобактерин*	*Поліміксобактерин*	*Біокомплекс БТУ-р*
1.	Урожайність основної продукції, ц/га	18,9	30,7	31,5	32,4
2.	Прибавка врожаю, ц/га	-	11,8	12,6	13,5
3.	Приріст вартості валової продукції, грн	-	2334,1	2492,3	2670,3
4.	Собівартість 1 ц всієї продукції, грн.	149,7	106,1	103,9	101,6
5.	Зменшення собівартості, %	-	29,1	30,6	32,1
6.	Чистий дохід, грн. - на 1 га - на 1 ц	 908,4 48,1	 2814,2 91,7	 2958,5 93,9	 3115,5 96,2
7.	Приріст чистого доходу, грн. - на 1 га - на 1 ц	 - -	 1905,8 43,6	 2050,1 45,8	 2207,1 48,1
8.	Рівень рентабельності, %	32,1	86,4	90,4	94,6
9.	Отримано додатково на 1 грн. витрат, пов'язаних з використанням препарату (сукупність витрат), грн. - врожаю основної продукції, ц - вартості валової продукції, грн. - чистого доходу, грн.	 - - -	 0,03 5,45 4,45	 0,03 5,64 4,64	 0,29 5,76 4,76
10.	Рівень рентабельності використання препарату, %	-	445,0	463,6	476,5

За результатами досліджень 2025 року, собівартість одного центнера зерна ярового ячменю коливалася в межах від 101,6 до 149,7 грн. Використання передпосівної інокуляції насіння сприяло істотному зниженню цього показника

– на 29,1–32,1% у порівнянні з контрольною групою, залежно від застосованого препарату.

Як демонструють дані таблиці 5.3, найвищу економічну ефективність серед усіх досліджуваних варіантів показав Біокомплекс БТУ-р. Його застосування забезпечило максимальне підвищення урожайності (+13,5 ц/га), що дозволило збільшити вартість валової продукції на 2670,3 грн/га, а чистий дохід – на 2207,1 грн/га (або 48,1 грн/ц). За таких умов рівень рентабельності виробництва досяг 94,6% за найнижчої собівартості 1 ц зерна – 101,6 грн.

РОЗДІЛ 6.
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

Сучасний агропромисловий комплекс є однією з найважливіших галузей економіки України, що характеризується складною структурою виробничих процесів та значними ризиками для працівників. Забезпечення безпечних умов праці в сільськогосподарському виробництві має вирішальне значення для збереження життя та здоров'я працівників, підвищення ефективності виробництва та якості сільськогосподарської продукції.

Особливості галузі, сезонність робіт, використання різноманітної техніки та хімічних речовин створюють значні виклики в організації охорони праці. Ефективна система охорони праці в агрокомплексі потребує комплексного підходу, що поєднує правове регулювання, організаційні заходи, технічне забезпечення безпеки та постійний контроль.

Специфіка сільськогосподарського виробництва полягає в тому, що працівники часто стикаються з різноманітними небезпечними факторами, що зумовлює необхідність розробки спеціальних заходів безпеки для кожної технологічної операції.

Правові засади охорони праці в Україні ґрунтуються на чіткій ієрархії нормативно-правових актів. Фундаментом є Конституція України, що гарантує право кожного працівника на безпечні та здорові умови праці. Основним законодавчим актом, що регулює трудові відносини, є Кодекс законів про працю України, який встановлює загальні принципи організації охорони праці. Спеціальним законодавчим актом у цій сфері є Закон України "Про охорону праці", що визначає основні принципи державної політики у сфері охорони праці, права та обов'язки працівників і роботодавців, організаційні заходи щодо забезпечення безпеки праці, порядок нагляду та контролю за дотриманням вимог охорони праці.

Для агропромислового комплексу особливого значення набувають спеціальні нормативні акти: Правила охорони праці у сільськогосподарському

виробництві (НПАОП 01.0-1.01-12), Державні санітарні правила "Транспортування, зберігання та застосування пестицидів", галузеві стандарти безпеки при експлуатації сільськогосподарської техніки, інструкції з безпеки для окремих видів сільськогосподарських робіт. Всі ці нормативні документи встановлюють конкретні вимоги до організації робочих місць, експлуатації обладнання, виконання технологічних операцій та застосування засобів індивідуального захисту. Відповідальність за дотримання вимог охорони праці несе роботодавець, який зобов'язаний створити безпечні умови праці та забезпечити працівників необхідними засобами захисту.

Виробничий процес у рослинництві характеризується унікальною структурою, що обумовлена технологічними особливостями галузі. Основні характеристики включають сезонність виробничих процесів, яка проявляється у весняних польових роботах (підготовка ґрунту, сівба), літніх роботах (догляд за посівами, захист рослин), осінніх роботах (збирання урожаю, післязбиральна обробка) та зимовому технічному обслуговуванні та ремонті. Кадрова структура в рослинництві передбачає залучення кваліфікованих фахівців різного профілю, сезонних працівників для виконання тимчасових робіт, керівників різних рівнів відповідальності та спеціалістів з технічного обслуговування.

Технічне забезпечення включає спеціалізовану сільськогосподарську техніку, системи зрошення та поливу, обладнання для зберігання та переробки продукції, засоби механізації трудомістких процесів. Організаційні особливості вимагають підготовки персоналу, техніки, будівель, виробничих площ (полів, плантацій, складських приміщень тощо).

Усі зазначені складові загального процесу характеризуються специфічними виробничими небезпеками, що вимагає розробки спеціальних заходів безпеки для кожної технологічної операції. Відповідними нормативними актами і технічною документацією визначено вимоги безпеки до технологічних процесів, що застосовуються в рослинництві.

Зокрема, встановлено вимоги безпеки щодо використання пестицидів і мінеральних добрив, під час обробки ґрунту, сівби, садіння та догляду за посівами, збирання зернових, зернобобових і круп'яних культур, їх

післязбирального дороблення та зберігання, збирання та заготівлі соломи, сіна, сінажу і силосу, вирощування та збирання цукрових буряків, картоплі, закладання та вирощування багаторічних насаджень і збирання врожаю, виконання робіт у захищеному ґрунті.

Організаційні заходи є основою ефективної системи охорони праці в агрокомплексі. Відповідні особи мають здійснювати комплекс заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. При підготовці та проведенні весняних польових робіт необхідно провести інструктивні семінари-наради з керівниками і фахівцями сільськогосподарських підприємств і організацій та фермерських господарств, на яких проаналізувати допущені раніше порушення вимог охорони праці, обговорити обставини і причини нещасних випадків.

Керівники підприємств повинні розробити організаційно-технічні заходи із забезпечення безпеки праці на час підготовки і проведення польових робіт. Особливу увагу слід приділити безумовному виконанню вимог Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві (НПАОП 01.0-1.01-12), інших законодавчих і нормативно-правових актів, що містять вимоги безпеки та гігієни праці в цій галузі.

При виконанні ґрунтообробних, посівних, збиральних робіт необхідно керуватися вимогами, викладеними виробниками в технічній документації (описах, паспортах, інструкціях з експлуатації) використовуваних засобів мобільної сільськогосподарської техніки, технологічного устаткування.

Перед початком весняно-польових і збиральних робіт слід проводити з працівниками позапланові інструктажі з охорони праці за професіями і всіма видами виконуваних ними робіт. Не можна допускати до роботи працівників, котрі не пройшли належного навчання та перевірки знань з питань охорони праці. Важливим елементом організаційних заходів є створення комісій та проведення приймання підготовленої для проведення робіт техніки, зокрема, на її відповідність вимогам безпеки праці.

Не можна допускати до експлуатації трактори, сільськогосподарські машини і агрегати, що не відповідають вимогам безпеки, не пройшли технічного огляду уповноваженими на це особами.

Технічні заходи безпеки в агрокомплексі охоплюють широке коло заходів щодо забезпечення безпечної експлуатації обладнання та техніки. Перед початком роботи необхідно перевірити на герметичність з'єднань усі машини, механізми та апаратуру для внесення добрив.

При використанні рідких мінеральних добрив слід вжити заходів з очищення, промивання та перевірки на підтікання чистою водою всіх ємностей, трубопроводів, шлангів, кранів, насосів, форсунок, інших деталей машин для внесення добрив. До експлуатації технічних засобів застосування пестицидів і агрохімікатів (спеціальних машин, механізмів і пристроїв для обробки об'єктів пестицидами та внесення органічних і мінеральних добрив) можна допускати лише працівників, котрі пройшли необхідне навчання, інструктаж, стажування, перевірку знань з питань охорони праці, медичний огляд та забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту.

Не можна допускати випадків залучення до роботи з пестицидами та агрохімікатами осіб молодше 18 років, а також працівників, котрі мають медичні протипоказання; вагітних жінок, матерів, які годують груддю. Приміщення для роботи з пестицидами і протруєним насінням мають бути обладнані проточно-витяжною вентиляцією, робочі місця – місцевими аспіраційними пристроями. Усі місця роботи з пестицидами і мінеральними добривами (завантаження, розвантаження, приготування, розведення, змішування) слід забезпечити медичними аптечками.

Застосування пестицидів у теплицях дозволяється тільки після проведення всіх робіт з догляду за рослинами та за умови відсутності осіб, які не займаються обробкою. Необхідно забезпечити контроль за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці, безпечних прийомів і методів праці, трудової і виробничої дисципліни; відсторонювати від роботи працівників, котрі не застосовують в необхідних випадках виданих їм засобів індивідуального захисту. Важливо складати маршрути пересування техніки з однієї ділянки

виробництва на іншу, обладнувати спеціальні місця для короткочасного відпочинку працівників у полі і вживання їжі, проводити передрейсові та післярейсові медичні огляди водіїв і механізаторів.

Відповідальним особам підприємств необхідно акцентувати увагу на забезпеченні технічної справності сільськогосподарської техніки, забороні експлуатації тракторів, не обладнаних електростартерним запуском двигуна, розробленню інструкцій та технологічних карт руху транспорту на полях і прилеглих територіях, визначенні місць для відпочинку працівників, стоянки автомобілів і сільгосптехніки, належного проведення інструктажів і навчання з охорони праці.

Посадові особи державного нагляду за охороною праці під час перевірок особливу увагу приділятимуть технічному стану сільськогосподарської техніки, а також стану дотримання вимог безпеки під час виконання польових робіт.

Посадові особи санітарно-епідеміологічного нагляду (спільно з адміністративними посадовцями) звертатимуть увагу на санітарно-гігієнічний стан ремонтно-механічних майстерень, забезпечення їх санітарно-побутовими приміщеннями; умови зберігання, правильність транспортування та використання пестицидів і агрохімікатів; умови для приготування і вживання їжі, транспортування харчових продуктів, забезпечення в достатній кількості столовим і кухонним посудом, миючими і дезінфікуючими засобами; забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими необхідними засобами індивідуального захисту та організацію централізованого прання спецодягу; організацію і проведення гігієнічного навчання та виховання, обов'язкових медичних оглядів і дотримання особистої гігієни працівників.

Зазначені вище порушення вимог безпеки перш за все відбуваються при виконанні робіт підвищеної небезпеки, що застосовуються у сільськогосподарському виробництві в цілому та в рослинництві зокрема. Перелік цих робіт включає: електрозварювальні роботи; роботи в охоронних зонах ліній електропередач; електромонтажні роботи на незнеструмлених електроустановках; роботи з легкозаймистими, займистими та вибухонебезпечними речовинами; транспортування балонів, посудин із

стисненими, скрапленими, отруйними, вибухонебезпечними та інертними газами, їх заповнювання та ремонт; обслуговування агрегатів і котлів, що працюють на газі та рідкому паливі; роботи, пов'язані з обслуговуванням, експлуатацією та ремонтом компресорних і холодильних установок, що працюють на вибухонебезпечних та токсичних газах; зливання, очищення, нейтралізація резервуарів, тари та інших ємкостей з-під нафтопродуктів, кислот, лугів та інших шкідливих речовин, зокрема, радіоактивних; роботи з отруйними, шкідливими, токсичними та активними речовинами; роботи щодо дезактивації, дезінсекції, дератизації та дезінфекції приміщень; обробляння деревини та інших матеріалів антисептичними та вогнезахисними сумішами і речовинами; вулканізаційні роботи; роботи, пов'язані з виготовленням, зберіганням, транспортуванням та застосуванням агрохімікатів, пестицидів; гасіння вапна; обслуговування дробарок, сортувальних, фасувально-пакувальних, змішувальних, варильних, сепараторних механізмів; випробування та обслуговування парових і водогрійних котлів, трубопроводів гарячої води, теплообмінників, тепломеханічного устаткування, посудин, що працюють під тиском; роботи у колодязях, траншеях, котлованах, бункерах, камерах і колекторах; роботи у замкненому просторі (вмістищах, боксах, трубопроводах); роботи щодо очищення від снігу та пилу дахів будівель за відсутності на них захисної огорожі; вантажні роботи за допомогою машин і механізмів; монтаж, демонтаж і накачування шин автотранспортних засобів; обслуговування і ремонт елементів підвіски автомобілів, гідропідіймачів на автомобілях-самоскидах та самоскидних причепах, їх знімання і встановлення; управління тракторами та іншими мобільними засобами; проведення робіт у силосах, призначених для різної сільськогосподарської продукції, у вагонах-зерновозах; роботи з розвантаження, складання і зберігання зернових та олійних культур, висівок, макухи насипом і в тарі.

Ефективна система охорони праці в агрокомплексі вимагає комплексного підходу, що поєднує правове регулювання, організаційні заходи, технічне забезпечення безпеки та постійний контроль. Запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням можливе лише за умови

дотримання всіх вимог нормативно-правових актів, проведення регулярних інструктажів, забезпечення технічної справності обладнання та створення безпечних умов праці для всіх працівників.

Особливу увагу слід приділяти роботам підвищеної небезпеки, вживаючи додаткових заходів безпеки та посиленого контролю. Тільки комплексний підхід до організації охорони праці може забезпечити безпечні умови праці в агропромисловому комплексі та запобігти нещасним випадкам на виробництві.

РОЗДІЛ 7.
РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Сільське господарство, поряд з промисловістю та транспортом, є одним з ключових факторів впливу на навколишнє середовище. Інтенсифікація аграрного виробництва супроводжується низкою серйозних екологічних проблем, що потребують негайного вирішення.

Основні екологічні загрози від традиційного сільського господарства включають хімічне забруднення ґрунтів, підземних і поверхневих водних ресурсів залишками мінеральних добрив та пестицидами, промислове забруднення при виробництві агрохімікатів, контамінацію навколишнього середовища відходами тваринництва (бактеріальне зараження, викиди метану, сірководню, аміаку), зменшення біорізноманіття рослинного і тваринного світу, деградацію ґрунтів (виснаження, заболочення, засолення), зростання дефіциту водних ресурсів, а також безпосередній вплив на здоров'я людини через накопичення шкідливих речовин у продуктах харчування.

Особливу загрозу становлять ризики, пов'язані з вживанням генетично модифікованих організмів, що підтверджується результатами міжнародних досліджень, які демонструють негативний вплив ГМО на організм лабораторних тварин.

У відповідь на ці виклики розроблено альтернативні методи ведення сільського господарства, серед яких: органічне землеробство (organic farming), біоінтенсивне мініземлеробство (biointensive minifarming), біодинамічне землеробство (biodynamic agriculture), екологічне сільське господарство (ecological agriculture), ЕМ-технології (effective microorganism technologies), усталене сільське господарство з низькою ресурсомісткістю (low input sustainable agriculture - LISA), точне землеробство (precision farming) та регенеративне сільське господарство (regenerative agriculture).

Найбільшого поширення у світі набув метод органічного виробництва, який ґрунтується на принципах здоров'я, екології, справедливості та турботи, використовуючи принцип біологічної синергії. Основними методами

органічного сільського господарства є відмова від використання гербіцидів, пестицидів, фунгіцидів і штучних добрив; застосування біологічних засобів захисту рослин; використання тваринних і рослинних відходів як добрив; застосування сівозміни для відновлення ґрунту; організація замкнутого циклу "землеробство-скотарство"; у тваринництві - обов'язковий випас худоби, відмова від використання синтетичних кормових добавок, гормонів та антибіотиків.

Незважаючи на численні переваги, органічне виробництво має певні недоліки: невисока ефективність біологічних препаратів у порівнянні з хімічними аналогами; потреба у збільшенні посівних площ; більші трудовитрати та тривалість виробничого процесу; вища собівартість готової продукції. Однак, попри ці обмеження, органічне сільське господарство має значно менший негативний вплив на довкілля порівняно з традиційними методами.

Станом на 2019 рік в усьому світі органічним способом використовувалося понад 70 мільйонів гектарів земель, що становить приблизно 1,4% від загальної світової сільськогосподарської площі. Лідером за площею органічних земель є Австралія. В Україні за даними 2019 року площа сільськогосподарських земель з органічним статусом та статусом перехідного періоду склала близько 468 тисяч гектарів, що становить 1,1% від загальної площі земель сільськогосподарського призначення.

Основними видами органічної продукції, що виробляється в Україні, є зернові культури, фрукти та овочі, м'ясо та м'ясні продукти, молоко та молочні продукти. Україна є значним експортером органічної продукції на європейський ринок, посідаючи друге місце серед 123 країн за обсягами поставок до ЄС у 2019 році.

Законодавче регулювання органічного ринку в Україні відповідає європейським стандартам. У Регламенті ЄС №1235/2008 для України зазначено 17 органів сертифікації: 16 іноземних та 1 український. Перший український сертифікаційний орган, ТОВ "Органік стандарт", було створено в 2007 році в рамках українсько-швейцарського проекту. Важливим кроком стало прийняття у 2018 році Закону України "Про основні принципи та вимоги для органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції", який набрав чинності у

2019 році. За ним було прийнято всі необхідні підзаконні нормативно-правові акти, зокрема Постанова Кабінету Міністрів №970 "Про затвердження Порядку (детальних правил) органічного виробництва та обігу органічної продукції" та Постанова №1032 "Про затвердження Порядку сертифікації органічного виробництва та/або обігу органічної продукції". Ця нормативно-правова база створює необхідні умови для подальшого розвитку органічного виробництва в Україні та інтеграції на європейський ринок.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На підставі результатів експериментальних досліджень, виконаних у дипломній роботі, отримано теоретичне обґрунтування та практичні рішення щодо підвищення продуктивності ярого ячменю шляхом передпосівної інокуляції насіння бактеріальними препаратами. Сформульовано такі основні висновки:

1. Рослини ярого ячменю протягом вегетації інтенсивно використовували азот для формування врожаю. Найбільше споживання нітратного азоту відзначено у варіанті з обробкою насіння Біокомплексом БТУ-р – зменшення вмісту NO_3 у ґрунті на 0,64 мг/100 г (40,5%) до фази повної стиглості зерна. Застосування поліміксобактерину та діазобактерину забезпечило зниження на 0,61 мг/100 г (39,9%) та 0,47 мг/100 г (30,1%) відповідно, тоді як на контролі – лише на 0,38 мг/100 г (36,2%).
2. Динаміка вмісту рухомого фосфору (P_2O_5) у ґрунті також свідчить про активне його використання рослинами. Найменше зниження відзначено при обробці діазобактерином – 0,23 мг/100 г (3,6%), що вказує на ефективну мобілізацію фосфору бактеріями. На контролі зменшення склало 0,68 мг/100 г (11,3%).
3. Інокуляція насіння Біокомплексом БТУ-р забезпечила найвищий вміст обмінного калію у ґрунті: 33,1 мг/100 г у фазу сходів та 23,8 мг/100 г у фазу повної стиглості, що свідчить про покращену калійну доступність.
4. Забезпеченість рослин поживними елементами позитивно вплинула на їх розвиток. Найбільш високу рослину сформовано за обробки Біокомплексом БТУ-р – 77 см, що на 26,6% перевищувало контроль. Також відзначено максимальну вегетативну масу – перевищення контролю на 64,6% у фазі виходу в трубку та на 37,9% у фазі повної стиглості.
5. Хімічний аналіз рослин confirmed підвищення вмісту азоту на 8,1–16,6% та фосфору на 40,7% за рахунок застосування біопрепаратів. Найкращі результати отримано за використання Біокомплексу БТУ-р.
6. Структура врожаю покращилася: кількість колосків у колосі збільшилася на 16,7%, а зерен – на 26,6% порівняно з контролем.

7. Урожайність ярового ячменю за інокуляції насіння Біокомплексом БТУ-р досягла 3,24 т/га, що на 41,7% (1,35 т/га) перевищує контрольний показник.
8. Економічні розрахунки підтвердили доцільність застосування Біокомплексу БТУ-р, який забезпечив найвищі показники: чистий дохід – 2207,1 грн/га, рентабельність – 94,6%, собівартість 1 ц зерна – 101,6 грн.

Пропозиції для виробництва

1. Для підвищення продуктивності ярового ячменю та економічної ефективності виробництва рекомендується проводити передпосівну обробку насіння препаратом «Біокомплекс БТУ-р».
2. Запровадження біологізації технології вирощування ярового ячменю шляхом інокуляції насіння дозволить зменшити використання мінеральних добрив без зниження урожайності.
3. Для подальшого вдосконалення технології доцільно провести дослідження з сумісним застосуванням біопрепаратів та знижених норм мінеральних добрив.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алімов Д. М. Технологія виробництва продукції рослинництва / Д. М. Алімов, Ю. В. Шелестов. – К. : Вища школа, 1995. – 271 с.
2. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств / В. Г. Андрійчук. – К. : Урожай, 2004. – 624 с.
3. Бойко П. Вплив сівозмін та інших факторів землеробства на продуктивність зернових культур / П. Бойко // Пропозиція. – 2001. – № 1. – С. 36–39.
4. Волкогон В. В. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Т. М. Ковалевська. – К. : Аграрна наука, 2006. – 312 с.
5. Джигерей В. С. Екологія та охорона навколишнього середовища / В. С. Джигерей. – К. : Вища школа, 2002. – 203 с.
6. Джигерей В. С. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища / В. С. Джигерей. – Л. : [б. в.], 2001. – 272 с.
7. Довідник агронома / за ред. Л. Л. Зінкевича. – К. : Урожай, 1985. – 672 с.
8. Економіка сільського господарства / за ред. В. П. Мертенса. – К. : Урожай, 1995. – 288 с.
9. Каленська С. М. Якісний ячмінь – це не складно / С. М. Каленська, О. В. Бачинський // Агросектор. – 2004. – № 3. – С. 22–23.
10. Кравченко М. С. Землеробство / М. С. Кравченко. – К. : Центр навчальної літератури, 2002. – 494 с.
11. Кучерявий В. П. Екологія / В. П. Кучерявий. – Львів : [б. в.], 2000. – 500 с.
12. Каталог нових сортів зернових колосових культур Селекційно-генетичного інституту: пшениця, тритикале, ячмінь / Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення. – Одеса : [б. в.], [б. г.].
13. Конопольський О. Технологічні аспекти вирощування ярого ячменю / О. Конопольський, В. Драбинюк // Пропозиція. – 2009. – № 4. – С. 60–68.
14. Мацибора В. І. Економіка сільського господарства / В. І. Мацибора. – К. : Вища школа, 1994. – 415 с.

15. Москалець В. В. Вплив мікробних препаратів на інтенсивність фіксації атмосферного азоту / В. В. Москалець, В. К. Шинкаренко, В. І. Москалець // Агроекологічний журнал. – 2006. – № 3. – С. 32–36.
16. Москалець В. В. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив та якість зерна сої / В. В. Москалець, В. К. Шинкаренко // Агроекологічний журнал. – 2004. – № 3. – С. 19–24.
17. Оптимізація основних технологічних параметрів в господарствах Миколаївської області під урожай 2003 року (рекомендації) / за ред. О. П. Серветник. – Миколаїв : [б. в.], 2002. – 13 с.
18. Охорона праці / за ред. Г. М. Гряніка. – К. : Урожай, 1994. – 242 с.
19. Протруювання зернових - обов'язковий засіб // Пропозиція. – 2003. – № 8–9. – С. 66.
20. Патика В. П. Мікробні препарати – важливий компонент біологізації технологій вирощування ярої пшениці / В. П. Патика, Є. П. Копилов, Т. І. Патика, Ю. О. Черницький, С. П. Надкерничний // Агроекологічний журнал. – 2004. – № 4. – С. 3–6.
21. Рослинництво з основами програмування врожаю / за ред. О. Г. Жатова. – К. : Урожай, 1995. – 253 с.
22. Сайко В. Ф. Наукові основи ведення зернового господарства / В. Ф. Сайко, М. Г. Лобас, І. В. Яшовський та ін. – К. : Урожай, 1994. – 332 с.
23. Титова Е. М. Продуктивність сортов ячменя в залежності від систем удобрений / Е. М. Титова // Агроном. – 2007. – № 4. – С. 94–95.
24. Усманова Г. О. Застосування альбобактерину і поліміксобактерину на посівах ріпаку і соняшнику / Г. О. Усманова, В. П. Патика // Агроекологічний журнал. – 2003. – № 4. – С. 70–74.
25. Царенко О. М. Навколишнє середовище та економіка природокористування / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін. – К. : Урожай, 1999. – 176 с.
26. Цигура Г. О. Ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні соняшнику / Г. О. Цигура, В. П. Патика // Агроекологічний журнал. – 2003. – № 1. – С. 43–46.

27. Технологія та ефективність вирощування ячменю ярого, придатного для пивоваріння / Н. І. Васько, М. Р. Козаченко, О. Г. Наумов та ін. // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2014. – Вип. 16. – С. 26–38.
28. Гораш О. С. Управління продуційним процесом пивоварного ячменю : монографія / О. С. Гораш. – Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2014. – 464 с.
29. Камінська В. В. Продуктивність ячменю ярого за різних технологій вирощування / В. В. Камінська, О. Ф. Дудка, Б. В. Мушик // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2016. – Вип. 3–4. – С. 114–122.
30. Технологія вирощування ячменю ярого в умовах східної частини Лісостепу України : навч. посіб. / В. В. Кириченко, В. М. Костромітін, С. І. Попов та ін. ; за ред. В. В. Кириченка. – Харків : НААН; Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2011. – 170 с.
31. Кузіна В. Ю. Сорт – найрезультативніший засіб підвищення ефективності виробництва пивоварного ячменю / В. Ю. Кузіна // Агросвіт. – 2020. – № 15. – С. 60–66.
32. Лихочвор В. В. Урожайність ячменю залежно від елементів інтенсифікації технології вирощування / В. В. Лихочвор, О. С. Гораш, О. І. Потопляк // Агроном. – 2018. – № 1. – С. 112–114.
33. Манько К. М. Ячмінь ярий: сучасні технології вирощування / К. М. Манько, Н. М. Музафаров // Агробізнес сьогодні. – 2012. – № 9. – С. 63–64.
34. Мельничук М. Д. Обґрунтування ресурсоощадних технологій отримання високоякісної сировини для пивоваріння в Україні / М. Д. Мельничук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Біологія, біотехнологія, екологія. – 2015. – Вип. 214. – С. 171–181.
35. Мірошниченко М. М. Ефективність засобів управління якістю зерна пивоварного ячменю на чорноземних ґрунтах Лівобережного Лісостепу / М. М. Мірошниченко // Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, ліс. господарство. – Харків, 2009. – № 2. – С. 83–87.

36. Романюк В. І. Особливості росту рослин ячменю ярого залежно від впливу доз азотних добрив та рістрегулюючих речовин в умовах Лісостепу Правобережного / В. І. Романюк // Корми і кормовиробництво. – 2018. – Вип. 86. – С. 134–140.
37. Свидинюк І. М. Продуктивність та пивоварна якість ячменю ярого залежно від удобрення / І. М. Свидинюк, О. В. Телепенько, О. В. Шморгун // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2006. – Вип. 3–4. – С. 50–55.
38. Сташейко В. І. Розвиток сировинної бази пивоваріння в Україні / В. І. Сташейко, О. Б. Шмаглій // Економіка АПК. – 2013. – № 9. – С. 25–31.
39. Цилюрик О. Який обробіток ґрунту обрати / О. Цилюрик // Агробізнес сьогодні. Механізація АПК. – 2018.
40. Шмаглій О. Б. Розвиток інноваційної інфраструктури пивоваріння України / О. Б. Шмаглій // Продовольчі ресурси. – 2014. – № 2. – С. 112–119.

ДОДАТКИ