

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

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

*«Допускається до захисту»*  
Завідувач кафедри загального  
землеробства та ґрунтознавства  
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦИК

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:  
Вплив біопрепаратів на врожайність ячменю ярого в умовах  
товариства з обмеженою відповідальністю «Нива»  
Синельниківського району Дніпропетровської області

Здобувач вищої освіти: \_\_\_\_\_ Юрій ІВАНОВ

Керівник кваліфікаційної роботи  
доцент \_\_\_\_\_ Василь ПОЗНЯК

Дніпро 2023

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Агрономічний факультет  
Кафедра загального землеробства та ґрунтознавства  
Спеціальність 201 «Агрономія»  
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри загального  
землеробства та ґрунтознавства  
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦИК

\_\_\_\_\_ (підпис)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

### ЗАВДАННЯ

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

Іванов Юрій Юрійович

1. *Тема роботи:* Вплив біопрепаратів на врожайність ячменю ярого в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Нива» Синельниківського району Дніпропетровської області

2. *Термін здачі студентом закінченої роботи:* \_\_\_\_\_

3. *Вихідні дані до роботи:* \_\_\_\_\_

4. *Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)*

5. *Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслен)* \_\_\_\_\_

6. Дата видачі завдання: « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник

кваліфікаційно роботи \_\_\_\_\_ Василь ПОЗНЯК

Завдання прийняв

до виконання \_\_\_\_\_ Юрій ІВАНОВ

*КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН*

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Здобувач освіти \_\_\_\_\_ Юрій ІВАНОВ  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Василь ПОЗНЯК  
(підпис)

Зміст	
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ АСОЦІАТИВНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ НА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУРАХ	8
1.1 Народно-господарське значення ячменю	8
1.2 Взаємодія асоціативних бактерій та рослин залежно від біотичних та абіотичних факторів	12
1.3 Вплив біопрепаратів асоціативних діазотрофів на врожайність зернових культур	19
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 Характеристика ґрунтового покриву господарства	26
2.2 Характеристика клімату та гідротермічних умов у період проведення дослідів	28
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	30
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
4.1 Польова схожість насіння та виживання рослин	32
4.2 Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів	34
4.3 Ефективність фотосинтезу	36
4.4 Стійкість до вилягання	41
4.5 Врожайність зерна ячменю ярого	42
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	47
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ В ТОВ «НИВА»	49
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

## РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи: Вплив біопрепаратів на врожайність ячменю ярого в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Нива» Синельниківського району Дніпропетровської області.

Екологічна криза, яка вразила світ наприкінці 20 століття, викликала серйозні проблеми у сільському господарстві, зокрема, щодо родючості ґрунтів. За цей період використання мінеральних добрив в середньому зменшилося вдесятеро, а в окремих регіонах навіть до 30 разів, а обсяг використання органічних добрив зменшився у 6 разів. Недостатність основних елементів живлення та низька ефективність землеробства в приватних господарствах призвели до зниження врожайності. Одним із ключових напрямків вважається розробка методів забезпечення небобових рослин доступним азотом шляхом використання потенціалу азотфіксуючих бактерій.

Мета досліджень полягає у вивченні впливу біопрепаратів на ріст, розвиток та формування врожайності ярого ячменю в умовах господарства.

Теоретична та практична значимість даної роботи проявляється в реалізації отриманих результатів досліджень. Експериментальні дані, які були зібрані, розширюють знання у сфері фундаментальних досліджень щодо впливу асоціативної азотфіксації на зернові культури, зокрема ярий ячмінь. Робота також висвітлює важливість цього процесу у збагаченні ґрунту та агроценозів біологічним азотом, а також його вплив на урожайність за використання зональної агротехніки.

Випускна робота складається з вступу та шести розділів, висновків і рекомендацій для виробництва, а також списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи становить 61 сторінку комп'ютерного тексту, що включає 16 таблиць. Список використаних джерел нараховує 52 найменування.

## ВСТУП

Актуальність теми. Глобальна екологічна криза кінця 20 століття поставила сільське господарство та головну її складову - родючість ґрунтів на межу катастрофи. У середньому знизилася вдсятеро застосування мінеральних добрив, а деяких регіонах до 30, органічних до 6 раз. Нестача основних елементів живлення в одному випадку, а в іншому і вкрай низька система землеробства в приватних господарствах, призвели до падіння врожайності. Саме тому перед суспільством поставлено завдання переходу до стратегії сталого розвитку сільськогосподарського виробництва та отримання екологічно чистої продукції за постійного зростання антропогенного навантаження.

У зв'язку з пошуком шляхів збільшення виробництва рослинницької продукції при одночасному зниженні доз мінеральних добрив та покращення екологічної обстановки зріс інтерес до препаратів, створених на основі високоефективних штамів асоціативних мікроорганізмів, що застосовуються для інокуляції насіння зернових культур. Однією з найважливіших напрямів вважається розробка шляхів забезпечення небобових рослин доступним азотом з допомогою використання потенціалу азотфіксуючих бактерій.

Не менш важливим є й створення сортів польових культур із підвищеною чуйністю до асоціативної азотфіксації, що у свою чергу відкриває перспективи отримання більш високого врожаю зернових із екологічно чистою високою якістю продукцією.

У зв'язку з цим вивчення дії діазотрофної бактеризації на мікробіологічну активність ґрунту, адаптивні властивості вирощуваних зернових культур, формування продуктивності та якості зерна є в даний час актуальним науковим напрямом. Теоретичну та методологічну базу дослідження складають праці вчених та фахівців, що розглядають питання застосування асоціативних діазотрофів при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Мета досліджень - оцінити дію біопрепаратів (асоціативних діазотрофів) на ріст, розвиток та формування продуктивності ярого ячменю в умовах господарства.

Завдання досліджень:

1. Встановити дію біопрепаратів Ризоагрін та Азорізін та контрастних умов вирощування на посівні якості насіння, польову схожість та виживання рослин ярого ячменю.
2. Вивчити тривалість вегетаційного та міжфазних періодів ячменю у контрастних умовах вирощування при використанні передпосівної інокуляції насіння біопрепаратами.
3. Вивчити дію препаратів на врожайність та елементи структури врожаю.
4. Оцінити економічну ефективність використання препаратів

Теоретична та практична значимість роботи та реалізація результатів досліджень. Отримані експериментальні дані доповнюють фундаментальні дослідження про характер дії асоціативної азотфіксації зернових культур зокрема ярого ячменю, у збагаченні біологічним азотом ґрунту та агроценозів та його впливу на формування врожаю з використанням зональної агротехніки.

Методологія та методи дослідження. Для планування та проведення досліджень джерелом інформації були монографії, наукові статті, періодичні видання, електронні версії наукових журналів, методики постановки досліду та інші матеріали. Як емпіричні методи дослідження використовувалися спостереження, експеримент, вимірювання. Теоретико методологічну основу досліджень склали методи планування та проведення дослідів. Роботу виконано з використанням сучасного обладнання, екологічних, біологічних методів. У ході дослідження застосовані стандартні методи пізнання та статистичного аналізу, табличні та графічні форми візуалізації даних.

## РОЗДІЛ 1.

### ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ АСОЦІАТИВНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ НА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУРАХ

Асоціативна азотфіксація заснована на зв'язуванні азоту атмосфери ґрунтовими мікроорганізмами, що перебувають у контакті з корінням небобових культур. У ризосфері небобових рослин досить широко поширені азотфіксуючі бактерії родів *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*, *Erwinia* та *Citrobacter* (родини *Enterobacteriaceae*). За рахунок асоціативної азотфіксації в ризосфері лугових та зернових злаків у зоні помірного клімату за вегетаційний період надходить до 30 – 40 кг/га азоту.

Підвищення стійкості та продуктивності агроecosистем за великого розмаїття ґрунтово-кліматичних умов стає пріоритетним завданням для агропромислового комплексу [1]. Створення сортів зернових з підвищеною чуйністю до асоціативної азотфіксації відкриває перспективи підвищення врожайності сільськогосподарських культур з екологічно чистою, високої якості продукцією, у тому числі ячменю [3].

#### 1.1 Народно-господарське значення ячменю

Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) – одна з найдавніших сільськогосподарських культур, що вирощується з часів зародження землеробства, має кормове, продовольче, технічне та агротехнічне значення (Wiebe, 1979). Для випікання хлібних продуктів борошно, що отримується з ячменю менш придатна ніж від інших зернових культур у зв'язку з тим її перемішують з пшеничного, або житнього в кількості не більше 25 %. У зерні ярого ячменю виходячи з літературних джерел та проведених досліджень міститься: білка від 7 до 15 відсотків; вуглеводів до 65 відсотків; жиру до 2 відсотків; клітковини від 5 до 5,5 відсотків; золи від 2,5 до 2,8 відсотків [5].

Однією з особливостей ярого ячменю є те, що його білок містить практично всі незамінні амінокислоти, включаючи найважливіші такі як лізин і



триптофан. Зерно ярого ячменю нерідко застосовують як концентрований корм, тому що в 1 кілограмі міститься близько 1,27 кормових одиниць і близько 100 г перетравного білка) для всіх тваринних видів, найбільш значуще - для відгодівлі свиней [7]. Високий вміст у зерні ячменю гордеїну сприяє зменшенню розвитку грампозитивних бактерій, що дуже добре позначається на здоров'ї тварин.

Ячна солома за поживністю перевершує житню та пшеничну; у запареному вигляді її добре поїдають тварини. У південних районах ячмінь іноді вирощують на зелений корм та сіно у сумішах з викою, горохом, чином та іншими культурами [8].

Ячмінь є сировиною для пивоварної промисловості. Особливо цінними для приготування пивного солоду вважаються дворядні ячмені, що мають велике вирівняне зерно з крупнозернистим пластидним крохмалем, що складається з амілози та амілопектину, зі зниженою плівчастістю (8,0 – 10,0 %), вмістом екстрактивних речовин більше 78,0 – 82,0 % і високою енергією. [9]

Зерно плівчастого ячменю як сировина для пивоваріння серед інших культур поза конкуренцією. Солод - продукт переробки ячмінного зерна, його використовують у хлібопеченні, для виробництва пива та квасу. Для пивоварної промисловості використовують спеціальні сорти ячменю, які мають містити білки у зерні 9,0 – 12,0 %. Для приготування гарного пива необхідне зерно особливого біохімічного складу, що отримується під час вирощування пивоварних сортів ячменю. Одержанню ідеальної сировини сприяє поєднання двох факторів: пивоварний сорт та його вирощування у відповідних ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умовах [11].

Крім продовольчого, пивоварного та кормового призначення ячмінь має важливе агротехнічне значення. У складних господарських ситуаціях, де, з одного боку, стоять вимоги культури землеробства, з другого - жорсткі економічні реалії, ячмінь може виконати роль буфера. Посіви ячменю сприяють більш повному знищенню бур'янів навесні, тому що термін сівби можна

зрушити на кінець травня - початок червня, а досить раннє збирання дозволяє посилити пресинг на бур'ян у результаті ранньої обробки ґрунту восени [12]. Ряд вчених аграріїв вважають, що дія і післядія органічних і мінеральних добрив, що забезпечують стабільне збільшення врожаю ярого ячменю в різні за агрокліматичними умовами роки на світло-каштанових ґрунтах [13]. У зв'язку з коротким вегетаційним періодом ячменю, він, перебуваючи в системі сівозміни, дозволяє більш раціонально підійти до питання логістики та використання техніки при певних агротехнічних заходах, тим самим зменшує напругу в найскладніші періоди польових робіт. Відома також роль ячменю, як покривної культури у сівозміні з багаторічними травами. Внаслідок його раннього збирання, багаторічні трави рано звільняються від покриву і добре розвиваються наприкінці літнього періоду та восени.

Вища стійкість до несприятливих умов середовища проти іншими зерновими культурами свідчить про високі потенційні можливості культури ячменю.

Ячмінь – вимоглива до ґрунтової родючості культура. Висока вимогливість до родючості ґрунту впливає із його біологічних особливостей. У нього порівняно з іншими хлібними злаками значно слабше розвинена коренева система. Тому він більше за інші культури потребує легкодоступних елементів живлення [14].

У своїх вимогах до ґрунту ячмінь наближається до пшениці. Ярий ячмінь поглинає найбільше поживних речовин у початковій фазі розвитку. Так, у період сходи – кушіння він поглинає близько половини фосфору та азоту та майже три чверті калію від усієї їх кількості, що використовується протягом вегетації. У зв'язку з цим для отримання високих урожаїв цієї культури дуже важливо, щоб рослини були забезпечені повною мірою доступними елементами живлення з самого початку їх розвитку [15]. Основні постачальники зерна - розташовані в зоні недостатнього зволоження. Там розташовані основні посівні площі ячменю.

В умовах реформування економіки, висока врожайність та стабільність цієї культури можуть бути забезпечені за допомогою створення нових адаптивних сортів, здатних з найменшими втратами винести дію стресових факторів середовища, і навіть на невисоких за родючістю агрофонах давати добрі врожаї. У вирішенні цієї проблеми велика роль приділяється і сортовій агротехніці.

Висока пристосовність культури до різних ґрунтово-кліматичним умовам дозволяє вирощувати цю культуру повсюдно. В Україні ячмінь вирощують на 2,4 млн. га, у зв'язку із потребами сільськогосподарського виробництва вимоги до сучасних та майбутніх сортів ячменю підвищилися. Потрібні досконаліші сорти, що відповідають усім запитам сільгоспвиробництва (кормові, пивоварні, голозерні) та пристосовані до жорстких кліматичних умов [16].

Сорт є одним з найважливіших факторів підвищення врожайності та поліпшення якості зерна. Тільки висока адаптивність сорту може забезпечити стабільність урожаю у різних екологічних умовах [17]. Сорти ячменю зернофуражного призначення та пивоварного призначення мають високу врожайність та вміст білка до 14,6%. Сорти ячменю повинні бути конкурентоспроможні завдяки високому потенціалу продуктивності та включені до Держреєстру.

В даний час зберігається гостра потреба в сортах ячменю з високим адаптивним потенціалом для вирощування південного лісостепу. Більшість господарсько цінних властивостей ячменю мають полігенну природу. До них відносяться врожайність та елементи структура врожаю (продуктивна кустистість, число зерен у колосі, маса 1000 зерен), тривалість вегетаційного та міжфазних періодів, висота рослини, стійкість до вилягання та основних хвороб, стійкість до абіотичних факторів, а також показники та харчові якості зерна. На фоні цих полігенних систем виявляється дія окремих великих генів, які істотно впливають на ту чи іншу характеристику. Так, відомі домінуючі та рецесивні гени скоростиглості, домінуючий ген стійкості до кислотності

грунту, рецесивний ген воскоподібного ендосперму *wx*, доміантні гени високої діастатичної активності солоду та високої білковості зерна. Відому роль у селекції ячменю грають рецесивні гени високого вмісту лізину.

Поповзухіна Н.А. та інші дослідники вважають, що наявний набір створених сортів відрізняється значною генетичною різноманітністю, широкими адаптаційними можливостями, може бути привабливим для товаровиробників за показниками врожайності, якості зерна, стійкості до абіотичних та біотичних стресорів.

## **1.2 Взаємодія асоціативних бактерій та рослин залежно від біотичних та абіотичних факторів**

Явище асоціативної азотфіксації з діазотрофними бактеріями було відкрито недавно. Можливість активізації азотфіксації у прикореневій зоні небобових рослин було передбачено С. П. Костичевим у 1926 році. Бразильським ученим І. Доберейнер у 1974 році були виявлені в ризосфері небобових рослин азотфіксуючі бактерії родів *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* (родини *Enterobacteriaceae*) (Доберейнер, 1974). Бактерії перелічених родів є грамнегативними паличками, рухливими, факультативними анаеробами. Цей факт був експериментально підтверджений у дослідях з вирощування небобових рослин без застосування азотних добрив (Брендбоцький дослід в Англії, поля Прянішнікова в СРСР, дослід «вічне жито» у ФРН та ін.) (Rovira, 1965; Базилінська, 1988; Lynch, 1990; Теорія мінерального живлення..., 2001; Аужанова, 2015). Здатність засвоювати атмосферний азот мають діазотрофи – вільноживучі та симбіотичні азотфіксуючі бактерії (Алферов, 2018). В даний час описано 2 роди архебактерій, 38 родів бактерій і 29 родів ціанобактерій, що володіють азотфіксуючою активністю (Кретович, 1994; Hollman, 1997; Умаров, 2006; Шотт, 2007, Алферов, 2018).

У лабораторії екології симбіотичних та асоціативних ризобактерій було вивчено динаміку чисельності виробничих штамів ростстимулюючих бактерій,

які широко використовуються як біопрепарати, у ризосфері різних сільськогосподарських культур та ґрунті. У дослідженнях виділено та охарактеризовано групу бактерій, що домінують у ризосфері проростків ячменю за їх впливом на ріст рослин та колекційних штамів ріст стимулюючих бактерій. Було дано оцінку взаємодії виробничих штамів асоціативних бактерій з аборигенною бактеріальною мікрофлорою ризосфери ячменю.

Численні дослідження підтверджують, що мікроорганізми, що засвоюють молекулярний азот атмосфери – діазотрофи, мають подібний біохімічний механізм фіксації азоту [16].

Існують дві основні групи, що фіксують атмосферний азот, мікроорганізмів, що вступають у симбіоз з вищими рослинами (роди бактерій *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mezorhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azorhizobium*) і вільноживучі Кумаков, 1982; Васюк, 1989; Glick, 1995; Новікова, 1996; Спайнк та ін., 2002; Ситников, 2012. До другої групи належать асоціативні азотфіксатори (роди бактерій *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Agrobacterum*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Flavobacterium* *Arthrobacter* та ін.) і мікроорганізми, більш пристосовані до вільного існування в ґрунті (роди бактерій *Clostridium*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* та ін; азотфіксуючі фототрофні бактерії, ціанобактерії) (Azotobacterandpotential ... 1981; Патіка, 2003)

У дослідженнях учених було показано перспективність бактеризації кормових трав азоспірилами Берестецький та інших., 1985. Створення біопрепаратів на основі азотфіксуючих бактерій було продиктовано необхідністю збереження їх життєдіяльності та функціональної активності у певній препаративній формі (поживне середовище чи субстрат) з метою широкого практичного застосування (Ситников, 2012).

Внаслідок проведених багаторічних досліджень встановлено, що інокуляція рослин високоефективними штамми ризобій (нітрагінізація) підвищує продуктивність бобових у середньому на 10,0 – 25,0 %. На основі асоціативних азотфіксуючих бактерій розроблено технологію виробництва

біопрепаратів – діазофіту (ризоагріну) для пшениці та рису та ризоентерину під ячмінь. Біоагент діазо фіта - *Agrobacterium radiobacter* 204, а ризоентерину - *Enterobacter aerogenes* 30a. Для інокуляції насіння пшениці, ячменю, озимого жита, проса та рису застосовується так само вітчизняний препарат діазобактерін на основі *Azospirillum brassilense* та ряд інших біопрепаратів комплексної дії на основі штамів асоціативних азотфіксаторів [18].

Дослідження в зоні помірного клімату показали, що асоціативна азотфіксація в зоні ризосфери під посівами пшениці змінювалася від 12,0 до 33,6, під травами – від 30,1 до 84,0 кг/га на рік (Умаров та ін., 1985; Асоціативна азотфіксація та ... , 2020).

Асоціативні азотфіксатори, розміщуючись у кореневій зоні рослин, у сприятливих умовах можуть забезпечити до 45 % потреб рослин у азоті. Оптимізуючи властивості ґрунту та вносячи органічні добрива, продуктивність природної популяції асоціативних азотфіксаторів можна підвищити в 2 – 4 рази Kundu, 1980; Avivi, 1982; Берестецький, 1983, Кравченко , 1985; Шелюто та ін., 2020.

З 2006р. лабораторією родючості ґрунтів проводилися випробування бактеріальних препаратів на основі штамів мікроорганізмів-діазотрофів, здатних збільшувати врожайність основних зернових культур на 15 – 20 % [19]. Польові досліді були закладені на південному чорноземі з проведенням передпосівної інокуляції біопрепаратами насіння проса. У досліді у різні роки вивчалася ефективність застосування бактеріальних препаратів Мізорін, Ризоагрін та Флавобактерін, представлених у НДІ сільськогосподарської мікробіології. Отримані результати показали, що ефективність застосування бактеріальних препаратів на посівах проса у посушливих умовах степового клімату перебувала залежно від розподілу опадів під час його вегетації. У середньому в період 2007 – 2010 рр., а також у 2014 р., 2015 та 2017 роках незалежно від умов зволоження збільшення врожаю до контролю знаходилося в межах 0,20 – 0,24 т/га. Застосування бактеріальних препаратів не вплинуло на

азотний режим ґрунту [20]. Найбільший економічний ефект був отриманий від застосування препаратів Мізорін і Флавобактерін, де умовно чистий прибуток склав 351 грн./га [21]. Сучасні дослідження асоціативної азотфіксації дозволили виділити вчення про біологічний азот в окремий напрям, багато фізіологічних та біохімічних особливостей цього процесу активно вивчаються мікроорганізми, що здійснюють його в асоціації з рослинами [22].

Так, відділом сільськогосподарської мікробіології Аграрного Університету Таміл Нада (Індія) в ході досліджень у своїх природно-кліматичних умовах були розроблені різні біопрепарати на основі ефективних штамів мікроорганізмів, які покращують процес освоєння культурними рослинами необхідні ним елементи живлення в галузі ризосфери [23]. Вони прискорюють мікробіологічну активність у ґрунтовому покриві, що зумовлює ступінь доступності поживних речовин у формі, що легко засвоюється рослинами. Мікроорганізми роду *Azospirillum* є первинними жителями верхнього шару ґрунтового покриву, ризосфери та міжклітинного простору кореневої зони злакових рослин. За літературними даними близько 25 – 30 % азотних добрив може бути замінено шляхом використання *Azospirillum* трьох видів: *A. Iroet*, *A. brasilense* та *A. amazonense*. Крім фіксації азоту *Azospirillum* підвищує стійкість рослин до хвороб та посухи [23].

Дослідження на чорноземі вилуженому показали ефективність передпосівної обробки насіння ярої пшениці мікробіологічними препаратами БісолбіФіт стандарт і БісолбіФіт супер як у чистому вигляді, так і на фоні мінеральних добрив з різними дозами азоту [24]. Досліджувані препарати на чорноземі вилуженому позитивно впливали на врожайність і якість зерна ярої пшениці. Було доведено можливість зниження доз азоту на 50 % і більше при вирощуванні ярої пшениці з використанням для передпосівної обробки насіння біопрепаратів на основі діазотрофів [25].

Проведено оцінку ефективності застосування препаратів ризосферних діазотрофів - ризоагріну та флавобактеріну та їх суміші на ярій пшениці [26].

Дослідним шляхом встановлено, що збільшення врожайності ярої пшениці від застосування біопрепаратів відбувається за сприятливих погодних умов, за нестачі атмосферних опадів позитивна дія інокуляції знижується. Виявлено, що інокуляція насіння біопрепаратами, а також спільне їх використання забезпечують підвищення збирання зерна ярої пшениці на середньосуглинному ґрунті, рівноцінне внесенню мінерального азотного добрива в дозі 30 кг/га. Отримані дані служать теоретичною основою використання ризоагрини і флавобактерина в технологіях вирощування пшениці ярої. Використання на пшениці асоціативних діазотрофів сприяє збільшенню врожайності та забезпечує отримання високої економічної віддачі [28].

На агродерново-підзолистих ґрунтах оцінено особливості дії біопрепаратів на продуктивність пшениці ярої та гороху в одновидових та змішаних посівах. При інокуляції насіння пшениці ризоагрином достовірно збільшення врожаю зерна отримано лише на фоні без внесення азотних добрив у два з трьох років проведення досліджень [29].

В умовах дерново-підзолистого ґрунту зони застосування біопрепарату Азотовіту показало достовірно збільшення врожайності при інокуляції ним насіння. Інокуляція насіння ярої пшениці біопрепаратом Азотовіт збільшувала у зерні вміст сирого білка та сирого клейковини на 1,9 %. При використанні біопрепарату одержано зерно, що відповідає другому класу якості. Виявлено оптимальне поєднання регуляторів росту та бактеріальних препаратів (мелафен + флавобактерин), що дозволяє при передпосівній обробці насіння сформувати врожайність зерна м'якої пшениці ярої – 2,49 – 3,71 т/га при рівні на контролі - 2,1 т/га. [30].

Запропонована система передпосівної обробки насіння екологічно безпечна, забезпечує підвищення врожайності та покращення якості зерна за найменших витрат матеріальних та енергетичних ресурсів [31]



У дослідженнях Полякова Н. В. констатує: Комплексна оцінка екологічної буферності темно-сірих лісових ґрунтів в агроценозах Центрально-чорноземної зони довела високу дію мікробіологічних препаратів на мікрофлору ґрунту, підвищення чисельності та різноманітності корисних груп мікроорганізмів, що зумовлює підвищення ґрунтової родючості, зниження доз мінеральних речовин біопрепаратів та мікродобрив в управлінні формуванням елементів продуктивності зернових культур та подоланні ними стресових ситуацій. Досліди Стародубцева показали, що застосування біопрепаратів Азотовіт і Фосфатовіт та мікродобрива Аквамікс для передпосівної обробки насіння озимої та ярої пшениці є агрономічно та економічно вигідним, оскільки сприяє підвищенню екологічної стійкості агроландшафту та рослин до стресових погодних умов, збалансованому урівнюванню. [32]. У Вологодській області на дерново-підзолистому ґрунті оцінено дію комплексного застосування мінеральних добрив та біопрепаратів на врожайність та якість ячменю та гороху в одновидових та змішаних посівах. Встановлено, що біопрепарат асоціативних діазотрофів флавобактерін збільшує врожайність зерна та зеленої маси ячменю як без внесення, так і при внесенні мінеральних добрив. Застосування асоціативного, симбіотичного та мікоризного біопрепаратів підвищує використання рослинами елементів мінерального живлення з добрив, збільшує їхню окупність додаванням врожаю зерна.

Польові дослідження показали ефективність дії біопрепарату ризоагрін на мікробіологічну активність лучно-чорноземного ґрунту, посівні якості насіння, інтегральні показники фотосинтезу, продуктивність та якість зерна м'якої ярої пшениці. Виявлено чуйні на інокуляцію генотипи, адаптивні до агроекологічних умов південного лісостепу. Виявлено, що в ризосфері пшениці переважали мінералізаційні процеси, інтенсивність яких збільшувалася до фази наливу зерна. Інокуляція біопрепаратом сприяла активізації цього процесу, на момент дозрівання зерна цей ефект згладжувався.

Проведені дослідження А. Д. Аужанової доповнюють подання про використання асоціативної азотфіксації зернових культур у забезпеченні біологічним азотом ґрунту та агроценозів, відновлення екологічної рівноваги та підвищення адаптивних властивостей агроєкосистем. Використання біологічної азотфіксації для потреб сільського господарства надалі навряд чи можливе без вивчення механізмів взаємовідносин та взаємодії партнерів у діазотрофному біоценозі.

В агроєкологічних умовах південного лісостепу на дослідних полях було вивчено дію біопрепаратів на 9 сортоутворювачах пшениці ярої м'якої, 3-х сортах ярого ячменю зернофуражного та пивоварного призначення та 6-ти сортах – вівса посівного. Ґрунт дослідної ділянки - лучно-чорноземна середньопотужна середньогумусова важкосуглиниста з нейтральною реакцією середовища. Для інокуляції насіння використали біопрепарати Ризоагрин і Азорізн. Виявлено позитивний вплив інокуляції на посівні якості, польову схожість насіння, виживання рослин, тривалість вегетаційного періоду та врожайність зернових культур [35].

В даний час, коли виробництво мікробіологічних препаратів для сільського господарства вийшло на новий рівень на базі асоціативних бактерій, все частіше використовуються штами, які здатні в короткий час заселяти область ризосфери в ґрунтовому покриві та створювати найбільш сприятливі умови для зернових культур (і не тільки), освоюючи азот атмосфери.

Найбільш актуальним і виробничо простим є спосіб підвищення рівня азоту в ґрунті – це внесення активних штамів бактерій безпосередньо до ризосфери рослин, що може досягатися шляхом прямої інокуляції насіння або коріння Whipps, 2001.

### **1.3 Вплив біопрепаратів асоціативних діазотрофів на врожайність зернових культур**

Наукові дослідження як окремих учених, так і науково-дослідницьких інститутів, дослідчених станцій, показують, що ситуація з внесенням мінеральних та органічних добрив не забезпечує компенсації винесених з урожаєм сільськогосподарських культур елементів живлення та не підтримує родючість ґрунтів. Зокрема, негативний баланс лише з азоту становить близько 1 млн. т на рік [38]. Сучасний підхід до управління продуктивністю сільськогосподарських культур має комплексний характер і має формуватися за принципами, які враховують особливості фотосинтезу, морфогенезу та мінерального живлення та забезпечують управління ними. Першочерговим завданням такого підходу є максимальне нівелювання факторів, що перешкоджають зближенню біологічного потенціалу культури (сорту) з фактичним. Цьому сприяє використання інтегрованих систем застосування добрив, хімічних меліорантів, засобів захисту рослин, регуляторів росту та розвитку рослин, біопрепаратів, тобто. розумне поєднання екологічно безпечних прийомів агротехніки з агрохімічними та біологічними засобами [39].

Одним із таких джерел якого потребує сільськогосподарська рослина може бути атмосферний азот, акумульований у ґрунтовому покриві за рахунок асоціативних мікроорганізмів в агроценозах з переважанням небобових культур Lambert, 1985. Колективами вітчизняних учених щорічно створюються біологічні препарати для стимулювання процесу азотфіксації, які підвищують урожайність та якість сільськогосподарських культур [38]. За останні роки закладено багато польових та мікропольових дослідів щодо дослідження ефективності застосування різних біологічних препаратів на основі несимбіотичних азотфіксаторів з небобовими культурами, наприклад з ярим ячменем. За результатами досліджень під час вирощування зернових культур встановлено високу ефективність застосування мікробних препаратів для

передпосівної обробки насіння в умовах центрально-чорноземної зони. Врожайність озимої тритікале в середньому зросла на 1,5 – 5,5 ц/га. При вирощуванні ячменю ярого ріст врожайності під впливом діазотрофних препаратів склало 2,4 – 3,4 ц/га [41]. Проведені дослідження в показали високу ефективність біопрепаратів (Флавобактерін, Азорін, Ризоагрин, екстрасол-55), що пов'язано зі збільшенням продуктивної кущистості рослин пшениці та маси 1000 зерен. Збільшення врожайності пшениці від інокуляції насіння склало – 13 – 24%. З препаратів найефективнішими виявилися Флавобактерін та Ризоагрин, їхня дія рівноцінна внесенню мінерального азоту 30 кг/га. Мікробні препарати сприяли зниженню чисельності грибною мікрофлори.

У Республіці Мордовія вивчено дію препаратів Ризоагрин і Флавобактерин. Рослини ячменю позитивно відзивалися на інокуляцію насіння біопрепаратами, надбавка від Ризоагріну склала 0,15-0,17 т/га, Флавобактеріну 0,16-0,19 т/га.

Інокуляція насіння ячменю біопрепаратом Азорірін підвищила врожайність зерна ячменю на 0,33 – 0,39 т/га. При інокуляції насіння у зерні ячменю підвищився вміст сирого білка на 0,7 – 0,8%. Таким чином, випробування з використання препарату Азорірін показали, що інокуляція насіння покращує азотне живлення рослин і збільшує врожайність і якість зерна ячменю за рахунок використання біопрепарату зросла окупність мінеральних добрив додаванням врожаю зерна з 1,42 до 8,93 кг/кг (кг/кг). Ефективність біопрепарату збільшилася на фоні стартового внесення азоту в дозі 30 кг/га д.р. [44].

У польових умовах Алтаю встановлено позитивну реакцію різних сортів ячменю та пшениці на інокуляцію насіння препаратами корневих діазотрофів. Обробка насіння зернофуражного ячменю забезпечила достовірне збільшення врожаю в межах 0,24 – 0,39 т/га.

Результати польових дослідів ВНДІ сільськогосподарської мікробіології, ВНДІ агрохімії ім. Д. М. Прянішнікова і агрохімічної служби показали, що

збільшення у польових дослідах врожайності зерна ячменю ярого від інокуляції біопрепаратами (окремо і спільно з азотними добривами) найбільш тісно пов'язана із вмістом гумусу, величиною рН КСІ і значенням гідротермічного коефіцієнта  $\theta_v$  (травні). Зв'язок між значеннями ГТК за травень, липень, травень-липень, червень-липень, вегетаційний період і збільшенням врожайності виявився несуттєвим ( $t_f < t_r$ ). Встановлено, що найбільше збільшення врожайності зерна ячменю від інокуляції біопрепаратами на фоні фосфорно-калійних добрив можна отримати при вмісті гумусу 2,5 – 2,7 %, нейтральної реакції ґрунтового середовища (рН 6,1 – 6,7) і зволоженні в травні-червні (ГТК за травень-червень = 1,3-1,8) [48].

Біопрепарати застосовуються для покращення азотного живлення ярих зернових на дерново-підзолистих ґрунтах. Так, застосування асоціативних діазотрофів на ячмені забезпечило зростання врожайності від 2,8 до 5,1 ц/га [49].

Інокуляція насіння озимих культур біопрепаратами асоціативних діазотрофів (Флавобактерін, Екстрасол, Ризоагрин) знижувала розвиток корневих гнилей у 1,2 – 1,4 рази, поширеність їх у 1,3 – 1,7 разів. Найбільш чуйні на інокуляцію насіння асоціативними діазотрофами ячменю зернофуражного. На загальну чисельність мікроорганізмів у ризосфері досліджуваних сортів впливала взаємодія факторів – виду біопрепарату та погодних умов, що склалися в період вегетації, на кількість автотрофних нітрифікаторів та ґрунтових грибів – сорт культури та інокуляція насіння біопрепаратами.

Науковими дослідженнями було показано, що за нестачі атмосферних опадів у період вегетації врожайність сільськогосподарських культур від інокуляції та азотних добрив, як правило, не змінюється. Однак при достатньому зволоженні дія біопрепаратів асоціативних мікроорганізмів еквівалентна внесенню азотного добрива під пшеницю озиму, жито та

тритікале, ячмінь та овес у дозі 30 кг/га, під яру пшеницю 30-45 кг/га, під кукурудзу 45- картопля 40-45 кг/га діючої речовини (Завалін, 2015).

Інокуляція насіння багаторічних трав, озимого жита та вівса відповідними біопрепаратами підвищувала окупність фосфорно-калійних добрив у сівозміні з конюшиною та конюшиною-тимофійковою сумішшю в 2 рази, з тимофіївкою в 1,7 рази [41].

Дослідження, проведені на дослідному полі на дерново-підзолистому середньосуглинистому ґрунті, показали, що при використанні біопрепаратів (Ризоторфін) мала місце тенденція збільшення маси 1000 насінин ячменю (на 7-9%) (0). Вміст сирого білка в насінні люпину від інокуляції посівного матеріалу при вирощуванні на фоні фосфорно-калійних добрив підвищувався з 31 до 32-33 %, на фоні повного мінерального добрива біопрепарати ефекту не дали. Збирання сирого протеїну з урожаєм насіння люпину зростало від застосування повного мінерального добрива на 37%, від використання біопрепаратів на 14-19%. При передпосівної інокуляції ризоторфіном на фоні  $N_{60} P_{60} K_{60}$  збільшення становить 36 %. Максимальний у досліді збирання сирого протеїну (524 кг/га, 44 % до контролю) відзначений при бінарній інокуляції та внесенні  $N_{60} P_{60} K_{60}$ .

У польових дослідах на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах, вивчалася ефективність використання біопрепаратів асоціативних діазотрофів під різноманітні сільськогосподарські культури. В результаті досліджень виявили, що при внесенні біопрепаратів спільно з торфонавозним компостом польова схожість картоплі збільшувалася з 83 до 87 – 90 %, кукурудзи з 41,0 – 50,7 до 54,3 – 64,3%. Застосування препаратів екстрасол КО, екстрасол № 15, серрація № 218 на фоні 30 т/га торфонавозного компосту під картоплю збільшило його врожайність на 1,84 т/га. Найкращі в цьому відношенні результати забезпечувало внесення 4,75 кг/га екстрасолу КО та серації 218 (36 кг/га), меншою азотфіксуючою активністю характеризуються екстрасол 15 (25 кг/га) та азотобактер (22 кг/га). При використанні біопрепаратів внесення

азоту врожаєм картоплі зростало на 4,2-10,6 кг/га. Було встановлено, що обробка біопрепаратами призвела до зниження вмісту сухої речовини та крохмалю та збільшення концентрації нітратів у бульбах. Використання препарату біоплант дозволило збільшити врожайність кукурудзи на 0,26 т/га. Ефективність біопланту зросла у несприятливих екологічних умовах. На ґрунті, з підвищеним вмістом важких металів, у середньому за 2 роки досліджень було отримано збільшення врожайності у розмірі 1,21 т/га.

Комплексне застосування препарату біопланту у поєднанні з органічними добривами збільшило продуктивність ланки сівозміни кукурудза-ячмінь у 1,8-2,7 рази.

Проведені дослідження на чорноземі типовому потужному важкосуглинистому в польовому досліді на стаціонарі агропромислового виробництва, на пшениці озимій показали вплив біопрепаратів, що вивчаються, на врожайність і якість зерна пшениці озимої, а саме: підвищення біогенності системи ґрунт рахунок інтродукції живої культури мікроорганізмів (мікробні препарати Гуапсин та Трихофіт) та за рахунок активації аборигенних мікробних угруповань (регулятор росту Вітазим) (Ячмінь..., 2020). Використання регулятора росту рослин Вітазим для обробки насіння та посівів пшениці озимої забезпечило підвищення врожайності на 0,36 – 0,79 т/га, або на 8,2 – 17,6%. Використання комплексу мікробних препаратів Гуапсин і Трихофіт дозволили підвищити врожайність озимої пшениці на 0,42 – 0,78 т/га, або на 9,5 – 17,4 %. Найбільша економічна ефективність була отримана при використанні для обробки насіння та посівів пшениці озимої регулятором росту рослин Вітазим. Обробка регулятором росту Вітазим підвищила вміст сирової клейковини у зерні на 0,4-1,8 %, а використання для цих цілей комплексу мікробних препаратів Гуапсин та Трихофіт – на 0,9 – 2,8 % [40].

У різних польових дослідях із зерновими, кормовими та овочевими культурами на різних типах ґрунтів у різних регіонах встановлено, що в результаті обробки насіннєвого матеріалу біопрепаратами з асоціативними

мікроорганізмами зміни концентрації основних елементів живлення у тканинах рослин у початковій фазі вегетації не відбувається. У пізніші фази розвитку рослини з передпосівної інокуляцією споживають більше елементів живлення, порівняно з неінокульованими, отже створюються умови збільшення продуктивності даних рослин. Обробка насіння кукурудзи та озимої пшениці флавобактеріном дозволила збільшити концентрацію фосфору та калію у тканинах рослин, що позитивно впливало на енергетичний обмін та підвищило стійкість до хвороб та абіотичних факторів [10].

Методологічною основою дослідження стала концепція біологізації землеробства, яка передбачає максимальне насичення технологій вирощування сільськогосподарських культур біологічними факторами.

Зазначається, що впровадження у практику сільського господарства високоврожайних видів та сортів рослин потребує оптимального задоволення їхніх основних потреб, у тому числі створення у прикореневій зоні високих концентрацій легкодоступних сполук азоту. Ярий ячмінь позитивно реагував на обробку насіння Ризоагріном: відбувалося накопичення біомаси рослин та ріст врожайності зерна за рахунок стимуляції ростових процесів, підвищення вмісту фотосинтетичних пігментів та інтенсивності фотосинтезу.

Значення азотфіксації мікроорганізмами в біосфері, а також унікальність даних біохімічних процесів у майбутньому потребують уважного вивчення.

Вчені, що вивчають процеси азотфіксації, ставлять собі завдання дослідження механізмів взаємовідносини на кшталт ґрунт-рослина, і навіть створення з допомогою генної інженерії різні типи симбіонтів. Дослідження, присвячені симбіозам рослин та мікроорганізмів, уможливають управління та застосування даного процесу на практиці. На сьогоднішній день ведуться роботи з вивчення та впровадження нових штамів асоціативних діазотрофів та симбіотичних мікроорганізмів для рослин. Серед перспективних розробок зі створення біопрепаратів, заснованих на симбіозі рослини та мікроорганізмів, можна виділити роботи зі створення взаємовигідних умов існування рослин із



синьо-зеленими водоростями, застосування різних полісахаридів та білків рослин. Біологічні препарати, створені на основі мікроорганізмів, показують себе як альтернативні джерела отримання основних елементів живлення для рослин, також вони є більш екологічними, порівняно з мінеральними добривами.

Наукові дослідження довели, що сучасні тенденції створення, розвитку та просування «органічних» технологій землеробства передбачають заміну хімічних засобів, що використовуються в інтенсивному сільськогосподарському виробництві, на біологічні. У зв'язку з цим створення та використання біопрепаратів на основі ефективних аборигенних мікроорганізмів є актуальним завданням сучасного сільського господарства.

Проблема вивчення та впливу бактеріальних препаратів азорин та ризоагрин на продуктивність ячменю мало вивчена, особливо в умовах різкого погіршення мікробіологічної ситуації під час використання техногенних технологій виробництва рослинницької продукції.

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Характеристика ґрунтового покриву господарства

Переважними ґрунтами дослідної ділянки є чорноземи звичайні різної потужності, що формуються при рівні ґрунтових вод від 3 до 6 м та понад 6 м. відповідно.

У чорноземних ґрунтів переважно важкий гранулометричний склад. У профілі ґрунтів спостерігається шаруватість ґрунтів та наявність перехідного горизонту В. Шари порід мають різне походження гранулометричного складу, що викликає накопичення вологи в нижній частині профілю, утворення крижаної мерзлоти взимку та пізніше її відтавання взимку.

Чорнозем звичайний розвивається лучному степу, а також у південному лісостепу. Мають трохи менший, ніж у вилужені чорноземів вміст гумусу, азоту та зольних елементів. Гумусовий шар сильно варіює, реакція ґрунтового розчину нейтральна. У порівнянні з вилуженими чорноземами має меншу потужність перегнійного шару, бідніше гумусом, неглибоке промивання карбонатів. Гумусовий горизонт має сіре або чорне забарвлення з виразною комкуватою або зернистою структурою. У складі гумусу переважають гумінові кислоти.

Дані ґрунту слабо промиті від солей, карбонати можуть знаходитися з самої поверхні ґрунту (таблиця 1).

Чорноземи звичайні формуються при меншій кількості опадів, теплішому вегетаційному періоді, при непромивному і періодично промивному водному режимі.

Ґрунтоутворюючі породи території господарства переважно важкого гранулометричного складу та представлені третинними глинами, сильно карбонатними (іноді засоленими), та їх делювієм, а також лесоподібними важкими суглинками та легкими глинами.

Таблиця 1

**Характеристика чорнозему звичайного середньопотужного мало гумусного важко суглинистого**

Горизонт, глибина, см	Морфологічні ознаки
$A'_{max} 0-10/10$ см	Свіжий, пухкий, чорно-сірий, важкосуглинистий, пилювато-грудкуватий. У горизонті є біологічні новоутворення - кореневі системи рослин. Перехід у гір. $A_{п/п}$ різкий за структурою.
$A''_{ma} 10-26/16$ см	Вологий, ущільнений, темно-сірий, важкосуглинистий, пилювато-комкуватий. У горизонті є кореневі системи рослин. Перехід у гір. $AB_k$ до ясний за кольором.
$AB_k 26-41/15$ см	Вологий, щільний, неоднорідний, легкосуглинистий, комкувато-зернистий, новоутворення $CaCO_3$ у формі псевдоміцелію. Перехід у горизонт $A_{п/п}$ поступовий за кольором.
$B_{1k} 41-76/35$ см	Свіжий, дуже щільний, сіро-бурий, неоднорідний, із сірими затіками та плямами, глинистий, пилювато-грудкуватий, новоутворення $CaCO_3$ у формі просочення. Перехід у горизонт $B_{2k}$ поступовий за кольором.
$B_{2k} 76-96/20$ см	Вологий, дуже щільний, бурий, глинистий, комкуватий, новоутворення $CaCO_3$ у формі псевдоміцелію. Перехід у горизонт $B_{3k}$ поступовий за кольором.
$B_{3k} 96-110/14$ см	Вологий, дуже щільний, бурий, глинистий, комкуватий, новоутворення $CaCO_3$ у формі просочення, $CaSO_4$ у формі окремих кристалів. Перехід у гір. $C_{кг}$ поступовий за кольором.
$C_{кг} 110-150/40$ см	Сирий, щільний, жовто-бурий, неоднорідний, з білими плямами, глинистий, пилювато-грудкуватий, новоутворення $CaCO_3$ у формі просочення, $CaSO_4$ у формі гнізд.

Ґрунтоутворюючі породи карбонатні, неоднорідні по засоленню. На решті зони переважає середнє (0,3 – 0,5 %) і слабке, головним чином, хлоридно-сульфатне засолення. Ґрунтові води залягають глибоко. За складом вони дуже неоднорідні. Аналіз води з колодязів різних районів показав переважання слабо мінералізованих вод із вмістом солей від 0,8 до 3,5 г/л.

### **2.3 Характеристика клімату та гідротермічних умов у період проведення дослідів**

Клімат в зоні якого знаходиться господарство характеризується недостатнім та нестійким зволоженням на початку вегетації рослин та досить гарною забезпеченістю теплом. Тривалість вегетаційного періоду – понад 165 днів. Середня температура липня +24,5 °С, січня –4 °С (табл. 1). Максимум опадів випадає влітку, часто у вигляді злив. У квітні-травні – суховії, періодично – «чорна буря». На рік у середньому припадає 225 сонячних днів, рівень опадів становить 400–498 мм (табл. 2). Гідротермічний коефіцієнт дорівнює 0,7–0,8. Висота сніжного покриву 10–15 см. .

В цілому для території Дніпропетровської області характерні такі несприятливі кліматичні умови, як відлиги, морози з вітром, суховії та пилові бурі . Умовно область поділяється на три природно-сільськогосподарські зони: зону степу (50,8 %), степову посушливу (34,8 %) та сухостепову (14,4 %) зони. Це можна переглянути в таблиці 2

Таблиця 2

#### **Середньомісячна і середньорічна температура повітря, °С (дані господарської метеостанції)**

Рік	Місяць												сума за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Середня багаторічна	-4,7	-3,90	-0,80	9,1	51,4	19,2	21,3	20,4	14,7	8,3	2,1	2,2	9,8
2020р.	3,5	-10,0	0,30	13,5	19,8	13,1	8,2	5,9	5,9	12,1	4,7	3,4	10,0
2021р	-1,90	0,80	0,90	11,0	19,5	16,0	6,9	1,9	2,1	8,2	5,9	5,9	10,6
2022р	-4,30	-1,70	6,40	10,0	18,2	19,1	22,9	22,5	16,0	6,9	1,9	2,1	9,6

Клімат помірно-континентальний, відрізняється спекою влітку і великими холодами взимку. Середньорічна температура +9,8 С°, середньорічна кількість опадів становить 450 мм

Таблиця 3

**Кількість атмосферних опадів і розподіл їх по місяцях, мм (дані господарської метеостанції)**

Рік	Місяць												сума за рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Середня багаторічна	37,8	31,3	28,7	36,1	45,2	61,8	51,6	47,1	36,8	36,4	40,5	39	491
2020 р.	32,0	24,6	10,0	43,8	37,4	101,3	10,2	26,1	10,9	8,8	3,2	45,5	449
2021 р.	34,4	22,4	61,6	14,2	61,6	38,1	47,3	28,8	74,1	48,0	17,4	48,2	496
2022 р.	53,2	11,2	13,9	52,5	118,2	74,8	7,0	21,9	72,4	8,1	7,6	41,4	481

В цілому, складний вегетаційний період 2020 року показав і виявив суттєві недоліки агротехніки у багатьох господарствах, які в попередні роки нівелювалися сприятливими погодними умовами осіннього і зимового періодів. В першу чергу, це стосується правильного вибору попередників, строків сівби і сортового складу. Тільки завдяки дотриманню існуючих технологічних вимог у господарстві була збережена більша частина посівних площ і отримано відносно високі показники врожайності.

Погодні умови вегетаційного періоду 2021 р. відрізнялися від середньо багаторічних показників як більш високими показниками температури, так і сумою опадів.

### РОЗДІЛ 3.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження були закладені на території полів господарства господарства з урахуванням сучасних підходів під час закладення польового дослідження та проведення аналізів.

Площа стандартної ділянки 30м<sup>2</sup> при трикратній повторності. Дана система дозволяє мінімізувати систематизовані та грубі помилки під час проведення наукових досліджень. Було дотримано основних методичних вимог, а це: 1) типовість дослідження; 2) дотримання принципу логічної відміни; 3) проведення дослідження на спеціально виділеній характерній для природно-кліматичної зони ділянці; 4) облік урожаю та достовірність дослідження по суті.

Посів насіння 4,5 млн. схожих зерен на гектар в оптимальні строки. Попередник – зернові, другою культурою після пару. Інокуляція насіннєвого матеріалу біопрепаратами проводилася в день посіву з розрахунку 600 г на 1 га з нормою висіву 4,5 млн схожих зерен.

Кожну фазу розвитку ярого ячменю відбиралися рослинні проби у кількості 15 штук визначення фотосинтетичних показників.

Збирання отриманого врожаю проводилося за допомогою комбайна. Після збирання зерно висушувалося, очищалося. Надалі визначалися такі показники: вага зерна з кожної експериментальної ділянки, фактична врожайність, аналіз елементів структури врожаю.

У період проведення досліджень проводилися такі спостереження, обліки, визначення та розрахунки.

1. Посівні якості насіння визначалися відповідно до стандартів:
  - маса 1000 зерен,
  - енергія проростання та лабораторна схожість.
4. Фенологічні спостереження проводили відповідно до Методики Державної комісії з сортовипробування сільськогосподарських культур (1985).

5. Облік польової схожості та виживання рослин проводили згідно з методикою польових дослідів.

6. Розрахунок площі листя здійснювали згідно з формулою В. В. Анікєєва, Ф.Ф. Кутузова (1961):

$$S = l * d * 0,67 \text{ (см}^2\text{)}, \text{ де}$$

$S$  - площа листя,  $\text{см}^2$ ;  $l$  - Довжина листя,  $\text{см}$ ;  $d$  – ширина листя,  $\text{див}$ ;  $0,67$  – коефіцієнт перерахунку.

Фотосинтетичний потенціал (ФП,  $\text{см}^2 * \text{добу}$ ), що характеризує тривалість функціонування листя, визначався за методикою А. О. Ничипоровича (1966) за формулою:  $\text{ФП} = S_c * T$ , де  $S_c$  - середня за період площа листя,  $\text{см}^2$ .  $T$  – тривалість періоду, добу.

Коефіцієнт господарської ефективності фотосинтезу – за формулою:

$$K_{\text{госп}} = W_z / W_n * 100\%, \text{ де}$$

$W_z$  - Маса зерна,  $\text{г}$ ;  $W_n$  - надземна біомаса рослин, отримана при збиранні,  $\text{р}$ .

7. Вивчення елементів структури врожаю проводили згідно з Методикою Державної комісії з сортовипробування с/г культур (1971). Визначалися такі показники: висота рослини, загальна та продуктивна кустистість, кількість колосків та зерен у колосі, маса зерна колоса, маса 1000 зерен.

13. Статистична обробка отриманих експериментальних даних проводилася дисперсійним та кореляційними методами за Б. О. Доспехова (1985 р.) на персональному комп'ютері у спеціалізованих програмах Statistica, Microsoft Excel.

## РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1 Польова схожість насіння та виживання рослин

В умовах інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур саме фізичні властивості ґрунтів та гідрологічні особливості території нерідко є факторами, що лімітують урожайність сільськогосподарських культур. Запаси продуктивної вологи визначаються розрахунковим шляхом та є кількісним показником.

У дослідженнях ЗПВ (запаси продуктивної вологи) визначалися за шкалою зволоження С.А. Веріго, у середньому за роки досліджень показник відповідав градації задовільна (таблиця 4).

Таблиця 4

#### Запаси продуктивної вологи у ґрунті перед посівом ярого ячменю

Шар ґранту	Продуктивна волога, роки			Характеристика ґрунту по зволоженню
	2021	2022	2023	
0 – 20	37,57	36,99	36,52	Задовільна
0 – 100	133,52	130,48	132,49	Задовільна

Основною умовою утворення оптимального числа колосків у високопродуктивному посіві є певна кількість рослин на одиниці площі, яка залежить від прийнятих норм висіву, польової схожості насіння, продуктивної кущистості та виживання рослин у розрахунку на певну кількість висіву насіння залежить від великої кількості факторів. Для початку проростання насіння необхідні вода, тепло та кисень повітря.

Польова схожість рослин та їх виживаність значною мірою обумовлені середовищем, хоча частка впливу генотипу на прояв цих ознак не викликає сумніву.



Найвищий показник польової схожості у 2021 році був відзначений у сортів Вакула, Гладіс та Галактик (100%) у варіанті інокуляції Азорізіном. Найменший показник польової схожості був відзначений у сорту Галактик на контролі (таблиця 5).

Таблиця 5

**Польова схожість насіння ярого ячменю, %**

Сорт	2021			2022 рік			2023 рік		
	Контроль	Ризоагрін	Азорізін	Контроль	Ризоагрін	Азорізін	Контроль	Ризоагрін	Азорізін
Дача	97,0	93,0	98,4	97,6	93,0	96,0	89,0	94,0	90,0
Вакула	88,0	83,0	100,0	100,0	97,0	96,0	96,0	90,0	97,0
Гладіс	82,0	91,0	100,0	99,0	91,0	87,0	92,0	87	92,0
Адапт	99,0	83,0	82,0	94,0	83,0	78,0	96,0	89,0	91,0
Галактик	77,0	78,0	100	99,0	81,0	80,0	81,0	85,0	87,0
Середнє	88,6	85,6	96,08	97,9	89	87,4	90,8	89,0	91,4
НІР <sub>005</sub>	4,05			3,7			3,9		

Найвищий показник польової схожості у 2022 році був відзначений у сорту Вакула на контролі. Найменший показник польової схожості був відзначений у сорту Галактик у варіанті інокуляції Ризоагріном.

Вживання рослин обумовлена кліматичними умовами наступних фаз розвитку і вважається екологічно значущою ознакою адаптації.

Найбільше виживання рослин ячменю відзначено у 2022 р., у середньому за сортами цей показник становив 92,0 % у контрольному варіанті, 95,0 % - на варіанті з інокуляцією Ризоагріном та 90,0% у варіанті з Азорізіном (таблиця 6).

Таблиця 6

**Вживаність рослин ярого ячменю, %**

Сорт	2021			2022 рік			2023 рік		
	Контроль	Ризоагрін	Азорізін	Контроль	Ризоагрін	Азорізін	Контроль	Ризоагрін	Азорізін
Дача	87,0	84,0	87,0	84,0	87,0	96,0	86,0	83,0	84,0
Вакула	89,0	91,0	94,6	82,0	93,0	82,0	88,0	89,0	92,5
Гладіс	75,0	81,0	75,0	81,0	75,0	97,0	73,0	79,0	99,0
Адапт	80,0	88,0	100	99,0	91,0	86,0	79,0	86,0	99,0
Галактик	76,0	71,0	76,0	71,0	79,3	87,4	75,0	70,0	95,1
Середнє	81,4	83,0	86,5	83,4	85,06	89,68	80,2	81,4	94
НІР <sub>005</sub>	3,6			3,8			3,2		

У 2021 р. також спостерігалось підвищення виживання в середньому за сортами у інокульованих рослин, проте у сорту Вакула спостерігалось зниження виживання у варіантах інокуляції, також у сорту Галактик спостерігалось зниження виживання у варіанті інокуляції Ризоагріном.

У середньому за роки досліджень найбільшими значеннями виживання характеризувалися сорти: Адапт, Дача як на контрольному варіанті, так і на варіантах з інокуляцією. По всіх сортах простежується тенденція вищої виживання у варіанті з інокуляцією Азоризоном.

**4.2 Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів**

Вегетаційним періодом вважають тривалість вегетації зернових від повних сходів до воскової стиглості. На сьогоднішній день постає проблема його скорочення без зниження продуктивності. Створення ранньостиглих та середньостиглих сортів особливо актуальні для зони ризикового землеробства, де обмеженість теплових та водних ресурсів позначається часто на стабільності врожайності, якості зерна та насіння.

Виходячи з даних, представлених у таблиці 7, видно, що після обробки насіння біопрепаратами довжина періоду вегетації змінювалася на 1-3 днів. У сорту-стандарту Дача відзначені пізніші сходи у варіантах інокуляції, але фаза воскової стиглості у варіантах інокуляції Ризоагріном та Азорізіном настала на 2-3 дні раніше. У сорту Вакула у варіанті інокуляції Ризоагріном вегетаційний період коротше на 2 дні, а у варіанті інокуляції Азорізіном довжиною на 1 день порівняно з контролем. У сорту Гладіс у варіанті інокуляції Ризоагріном вегетаційний період скоротився на 3 дні порівняно з контролем, у варіанті інокуляції Азорізін змін не виявлено. У сортах виділився варіант з інокуляцією Ризоагріном сорту Галактик, вегетаційний період тут скоротився на 3 дні.

Таблиця 7

**Тривалість вегетаційного та міжфазних періодів ярого ячменю, днів.**

Сорт	Тривалість, днів						
	Посів - сходи	Сходи - куцїння	Куцїня - вихід у трубку	Вихід у трубку - колосіння	Колосіння – воскова стиглість	Довжина вегетаційного періоду	± до контроль
Дача К	14	12	11	18	38	93	-
Дача Р	16	11	11	17	36	90	-1
Дача А	15	11	11	17	36	91	-2
Вакула К	18	11	9	18	40	96	-
Вакула Р	17	11	9	17	40	94	-2
Вакула А	18	11	9	18	41	97	+1
Гладіс К	15	13	8	17	36	89	-
Гладіс Р	15	13	9	17	32	86	-3
Гладіс А	14	14	7	18	36	89	±0
Адапт К	14	14	9	16	37	90	-
Адапт Р	14	14	8	16	37	89	-1
Адапт А	16	14	9	16	36	91	+1
Галактик К	13	13	10	15	35	86	-
Галактик Р	13	13	9	13	35	81	-3
Галактик А	13	13	10	14	35	85	-1

К – контроль, Р – Ризоагрін, А – Азорізін.

Таким чином, довжина вегетаційного періоду у ячменю визначалася сумою активних температур, кількістю опадів, що випали. По всіх сортах ячменю за роки досліджень відзначається тенденція скорочення вегетаційного періоду у випадках з інокуляцією на 1-3 дні, а величина відхилення залежала від сорту ячменю. Більш сприятливими для росту та розвитку ячменю та формування врожайності були умови 2022 року.

### **4.3 Ефективність фотосинтезу**

За даними ряду досліджень відомо, що на активність азотфіксації в ризосфері істотно впливає фотосинтетична діяльність рослин. Інтенсивність корневих виділень, від якої залежить динаміка асоціативної азотфіксації, зростає у фази активного розвитку рослин та при високій швидкості фотосинтезу, тобто. за значних розмірів асиміляційної поверхні рослин.

Показником, що характеризує потужність асиміляційного апарату, є фотосинтетичний потенціал. Головними факторами, що визначають величину фотосинтетичного потенціалу, були площа листової поверхні та тривалість її функціонування. У зв'язку з цим динаміка формування фотосинтетичного потенціалу перебувала у прямій залежності від динаміки формування площі листової поверхні. Одним із мінливих показників фотосинтетичної діяльності рослин є його площа листя. На даний показник можуть впливати агротехнічні прийоми вирощування та підбір відповідних сортів. Максимальна площа наростання та розвиток листя в окремих рослин йде різними темпами. Період діяльності загальної площі листя залежить від довжини періоду вегетації. Результати дослідження показали, що площа листової поверхні залежить від сортових особливостей, погодних умов, інокуляції насіння.

У період досліджень спостерігався прояв усіх основних особливостей погодних умов, характерних для клімату зони.

У міжфазний період «сходи-кущіння» у фотопотенціалу були невисокі значення, які коливалися в межах  $121,6 \text{ см}^2 / \text{добу}$  -  $170,2 \text{ см}^2 / \text{добу}$  на контролі,

від 125,1 см<sup>2</sup> / добу до 169,9 см<sup>2</sup> / добу у варіанті з Ризоагріном і від 132,8 см<sup>2</sup> / добу до 180,2 см<sup>2</sup>/добу у варіанті з інокуляцією Азорізіном. Інокуляція насіння ячменю Азорізіном справила стимулюючий вплив на фотосинтетичний потенціал на початку вегетації рослин.

У конкретних умовах фотосинтез рослин визначається співвідношенням таких сполучених показників як інтенсивність фотосинтезу, площа листової поверхні, тривалість життєдіяльності листя різних ярусів. Від розмірів фотосинтезуючої поверхні залежить величина поглинання фотосинтетично активної радіації (ФАР).

У фазі кушіння площа листя однієї рослини в середньому за сортами ячменю становила 22,99 см<sup>2</sup>. Найбільша спостерігалася у сорту Адапт обробленої Ризоагріном – 25,12 см<sup>2</sup>

До фази вихід у трубку вона практично подвоювалася і сягала найбільшої величини 46,70 см<sup>2</sup>. При цьому найбільша площа листя була відзначена у Гладіс Р, що вказує на великі потенційні можливості щодо і, отже, формування високого врожаю біомаси, а також її господарської частини. Найменша величина цього показника в середньому характерна для сорту Дача К (36,12 см<sup>2</sup>).

Збільшення ростових функцій листового апарату в період кушіння – вихід у трубку, на наш погляд, пов'язане, в першу чергу, з максимумом опадів у цей час у місцевих умовах.

У міжфазний період «кушіння-вихід у трубку» спостерігалася збільшення фотопотенціалу до 428-591 см<sup>2</sup>/добу у зв'язку із ростом площі листя. Найбільше збільшення фотосинтетичного потенціалу відзначалося у сорту броварного ячменю Адапт у варіанті з інокуляцією насіння Азорізіном. У період від виходу рослин у трубку до колосіння спостерігалася зниження фотопотенціалу в порівнянні з попереднім періодом розвитку у всіх сортів, що вивчаються, найбільше у сорту Гладіс. Можливо, це пов'язано зі зменшенням площі листя рослин, ймовірним їх опаданням, засиханням.

Таблиця 8

**Динаміка формування площі листя ячменю, см<sup>2</sup>**

Сорт	Фаза розвитку			
	Кущіння	Вихід у трубку	Цвітіння	Молочна стиглість
Адапт К	20,220	41,250	26,920	12,500
Адапт Р	25,120	44,780	29,900	14,560
Адапт А	23,170	42,200	27,130	14,00
Дача К	22,130	36,120	25,920	10,110
Дача Р	24,820	38,100	27,230	13,230
Дача А	23,330	36,700	26,340	11,40
Галактик К	19,170	41,120	25,340	10,530
Галактик Р	24,230	44,230	28,170	9,800
Галактик А	22,200	42,120	26,150	10,560
Вакула К	24,650	41,3400	27,920	10,340
Вакула Р	25,110	42,900	28,200	11,730
Вакула А	24,900	41,700	27,800	11,220
Гладіс К	21,940	42,3300	25,00	10,120
Гладіс Р	24,330	43,740	28,250	12,230
Гладіс А	22,880	42,700	27,500	12,00

На пізніх стадіях розвитку рослин ячменю, від колосіння до молочної стиглості відбувається істотна перебудова фотосинтетичного апарату: основними продуктами його роботи є вуглеводи, настільки ж важливий фактор продуктивності рослин, як і загальна кількісна активність.

У зв'язку з початком наливу зерна відбувалося зниження фотосинтетичного потенціалу листя ярого ячменю порівняно з попередніми періодами: кущіння-вихід у трубку, вихід у трубку-колосіння.

До початку цвітіння починається відмирання листя нижніх ярусів, тому площа поверхні, що асимілює, в цей період зменшується і становить в середньому  $27,00 \text{ см}^2$ .

Відмирання листя триває до молочної стиглості, що негативно впливає на налив зерна. У цей період їхня площа знаходиться на найнижчому рівні у сорту Дача ( $9,85 \text{ см}^2$ ). До фази наливу зерна до 47 % загальної асиміляційної поверхні посідає піхву прапорного листа, а частка самої листової пластинки «прапора» вбирається у 8 %.

Біопрепарати по-різному впливали на фотосинтетичний потенціал різних сортів культури у цю фазу розвитку. У сорту Дача інокуляція знизилася фотосинтетичний потенціал на 13 – 23 % до контролю, тоді як сорт Гладіс біопрепарати збільшили значення на 51 – 81 % порівняно з контролем. Слід зазначити, що збільшення фотосинтетичного потенціалу ячменю Гладіс під впливом інокулянтів згодом призвело до достовірного зниження врожайності зерна. Найбільший позитивний вплив на фотосинтетичний потенціал листя ячменю Азорізн. Так, у ячменю Адапт під впливом інокулянта площа листя збільшилася на 18 % до контролю (в середньому за фактором).

У період від виходу рослин у трубку і до колосіння дещо знизилася площа листя рослин, тому в цей період зменшився і ФП листя. У середньому за роками фотопотенціал варіював від  $121,58 \text{ см}^2/\text{добу}$  до  $591,47 \text{ см}^2/\text{добу}$  у контрольному варіанті, від  $125,12 \text{ см}^2/\text{добу}$  до  $493,32$  на варіанті інокуляції Ризоагріном та від  $132,83 \text{ см}^2/\text{добу}$  до  $336,07 \text{ см}^2/\text{добу}$  у варіанті інокуляції Азорізіном. Кращими показниками при інокуляції насіння мали сорти ярого ячменю Адапт і Гладіс, сорт Дача інокуляції також виявила позитивний вплив.

Таблиця 9

**Фотосинтетичний потенціал листя рослин ярого ячменю, см<sup>2</sup>/добу.**

варіант	Міжфазний період				
	Сходи - кущіння	Кущіння - вихід у трубку	Вихід у трубку - колосіння	Колосіння- молочна стиглість	За вегетаційний період
Дача, К*	121,58	440,17	379,38	322,74	1263,8
Дача, А	132,83	441,12	352,07	279,45	1205,5
Дача, Р	125,12	432,46	301,29	248,31	1107,2
В середньому за сортом	126,51	437,92	344,25	283,50	1192,2
Гладіс, К	147,45	428,02	236,47	153,69	965,6
Гладіс, А	176,35	496,36	334,72	278,36	1285,8
Гладіс, Р	151,19	437,42	296,95	232,32	1117,9
В середньому за сортом	158,33	453,93	289,38	221,46	1123,1
Адапт, К	170,15	504,28	325,63	279,25	1279,1
Адапт, А	180,19	591,47	364,51	336,07	1472,3
Адапт, Р	169,88	493,32	309,08	233,09	1205,3
В середньому за сортом	173,41	529,69	333,07	282,80	1319,0
У середньому по біопрепарату					
Контроль	146,4	457,5	313,8	251,9	1169,6
Азорізн	163,1	509,7	350,4	298,0	1321,2
Ризоагрін	148,7	454,4	302,4	237,9	1143,4



Таким чином, в результаті досліджень щодо впливу біопрепаратів асоціативних діазотрофів на різні сорти ярого ячменю було встановлено таке:

1. За величиною фотосинтетичного потенціалу листя рослин за період сходи-молочна стиглість досліджувані сорти розташувалися у зростаючому порядку: (см<sup>2</sup>/добу) Гладіс (280,8) Дача (298,0) Адапт (329,7);

2. Під впливом біопрепарату Азорізн фотосинтетичний потенціал рослин ячменю був найвищим, зростав на 18 % в порівнянні з контролем;

Таким чином, максимальний фотосинтетичний потенціал під дією біопрепаратів досягався у фазу «вихід у трубку-колосіння», в 1,2-1,8 рази більше, ніж у фазу «кущення-вихід у трубку» та «колосіння-молочна стиглість» у ячменів Гладіс, Адапт. Площа листя впливала формування маси 1000 зерен і числа продуктивних стебел у фазу колосіння.

#### **4.4 Стійкість до вилягання**

Ознака стійкість до вилягання у ячменю є важливим фактором, що лімітує врожайність. Полеглі посіви значно знижують врожайність, втрати можуть становити до 50 %. Знижується якість зерна, що особливо негативно позначається на пивоварних показниках. Стійкість до вилягання того чи іншого сорту визначається генетично і залежить від висоти рослин та погодних умов періоду активної вегетації. Один із основних напрямків у селекції культури на стійкість до вилягання це створення низькорослих сортів. Однак, необхідно ретельне вивчення вихідного матеріалу та визначення його адаптивності до конкретної ґрунтово-кліматичної зони та придатності використання як батьківські форми.

Проведені дослідження не виявили суттєвих відмінностей щодо цього показника як за сортами, так і за роками досліджень. Розмір показника змінювалася від 3,7 до 4,5 балів. Обробка ризоагрином не виявила значного збільшення стійкості до вилягання, водночас під час обробки Азорізіном відзначалася позитивна тенденція збільшення цього показника.

Таблиця 10

**Оцінка зразків ярого ячменю на стійкість до вилягання**

Сорт	Дата проведення оцінки (липень перед збиранням)		
	2021	2022	2023
Дача К	4,1	4,2	4,0
Дача Р	4,1	4,1	4,2
Дача А	4,4	4,4	4,3
Вакула К	4,1	4,1	4,1
Вакула Р	4,0	4,0	4,2
Вакула А	4,3	4,3	4,3
Гладіс К	4,2	4,2	4,2
Гладіс Р	4,2	4,2	4,2
Гладіс А	4,3	4,5	4,5
Адапт К	3,7	3,8	3,9
Адапт Р	4,0	4,6	4,7
Адапт А	3,7	3,7	3,7
Галактик К	4,1	4,2	4,5
Галактик Р	4,1	4,2	4,5
Галактик А	4,3	4,3	4,5

**4.5 Врожайність зерна ячменю ярого**

Урожайність є комплексним показником адаптивності сорту до умов середовища. Найбільш сприятливі умови для формування врожайності ячменю склалися у 2021 р. (таблиця 11).

В умовах 2021 року врожайність сортів Дача та Вакула, не оброблених біопрепаратом, у середньому за дослідом склала 2,35 т/га, а врожайність інокульованих сортів Ризоаргіном – 2,889 т/га, а Азорізіном – 2,7 . Сорт Гладіс не оброблений біопрепаратами не давав збільшення врожайності. Очевидно, це

пов'язано з сортовими особливостями. На інокуляцію біопрепаратами у 2021 році добре відгукнувся сорт Галактик, прибавка склала 0,17 т/га від обробки Ризоагріном, 1,08 т/га від Азорізіну.

Таблиця 11

**Врожайність зерна сортів ярого ячменю у 2021 році, т/га**

Сорт	Врожайність зерна, т/га				
	Контроль	Інокуляція		± до контролю	
		Ризоагрін	Азорізін	Ризоагрін	Азорізін
Дача	2,49	3,61	3,48	+1,12	+0,99
Вакула	2,22	2,30	2,33	+0,08	+0,11
Гладіс	2,87	2,35	2,47	-0,52	-0,40
Адапт	2,55	2,23	1,98	-0,32	-0,57
Галактик	3,16	3,33	4,28	+0,17	+1,08

У 2022 та 2023 рр. інокуляція біопрепаратами також показала відзивчивість сортів Дача, Галактик (таблиця 12).

Отже, передпосівна обробка насіння Ризоагріном і Азорізіном дозволила виділити сорти які добре реагують на досліджувані варіанти. У середньому за 2022-2023 роки. сорт Дача дав прибавку до врожайності від 0,28 т/га оброблених Ризоагріном до 0,19 т/га оброблених Азорізіном порівняно з контролем, Галактик також дав надбавку, що склала від 0,10 т/га у 2022 році до 0,40 т/га у 2023. Сорти ярого ячменю Гладіс та Адапт не дали збільшення до врожаю після інокуляції насіння біопрепаратами. Сорт Вакула після обробки

насіння Азорізіном дав збільшення до врожаю 0,11 т/га порівняно з контролем (таблиця 12).

Таблиця 12

**Врожайність зерна сортів ярого ячменю у 2022-2023 рр., т/га.**

Сорт	Врожайність зерна, т/га								
	2022 р.			2023 р.			Х серед.		
	К	І		К	І				
		Р	А		Р	А	К	І	
							Р	А	
Дача	3,03	3,25	3,14	2,58	2,92	2,86	2,81	3,09	3,00
Вакула	2,22	2,40	2,44	2,02	2,18	2,22	2,12	2,28	2,33
Гладіс	2,90	1,85	2,05	2,70	1,92	2,29	2,80	1,89	2,17
Галактик	3,12	3,23	3,89	3,39	3,03	3,09	3,08	3,13	3,49
Адапт	2,26	2,20	2,11	2,20	1,85	2,05	2,23	2,02	2,08
Середнє	3,03	2,88	3,07	2,41	2,64	2,74	2,72	2,76	2,91
НІР <sub>005</sub>	0,21			0,19			0,20		

К – контроль, І – інокуляція, Р – Ризоагрин, А – Азорізін.

За результатами досліджень за 3 роки достовірні збільшення врожайності при обробці біопрепаратом показали сорти Дача, Галактик та Гладіс.

На підставі отриманих результатів, поданих у таблиці 13, було виявлено збільшення врожайності у сорту Дача при обробці насіння Ризоагріном (+0,22 т/га), а також у сорту Галактик при інокуляції Азорізіном (+0,77 т/га). Тенденція збільшення врожайності відзначалася у сорту Дача при використанні Азорізіну (+0,11 т/га), у сорту Галактик у варіанті з Ризоагріном (+ 0,11 т/га), а також у сорту Вакула при інокуляції обома препаратами (+ 0,12 та +0,08 т/га).

Таблиця 13

**Урожайність різних сортів ярого ячменю залежно від інокуляції насіння біопрепаратами, т/га.**

Сорт (А)	Врожайність зерна, т/га				
	Контроль	Інокуляція (В)		± до контролю	
		Азорізін	Ризоагрін	Азорізін	Ризоагрін
Дача	3,13	3,24	3,35	0,11	0,22
Вакула	2,21	2,33	2,29	0,12	0,08
Гладіс	2,87	2,32	2,12	-0,55	-0,75
Адапт	2,24	2,03	2,12	-0,21	-0,12
Галактик	3,12	3,89	3,23	0,77	0,11
<i>НІР 005 А</i>	<i>0,19</i>				
<i>НІР 005 В</i>	<i>0,15</i>				
<i>НІР 005 АВ</i>	<i>0,34</i>				

Розрахунки показали, що визначальний внесок у мінливість урожайності зробили сорт – 77,03 % та рік досліджень – 11,07 %. Частка впливу препаратів склала 4,95 %, взаємодії «сорт х препарати» – 3,46 %, «сорт х рік» – 2,29 %.

Аналіз структури врожаю показав, що збільшення врожайності зерна у варіантах досліду було зумовлено переважно такими показниками, як продуктивна кустистість, маса 1000 зерен і маса зерна колоса.

Аналіз структури врожаю – важливий метод оцінки розвитку культурних рослин, він дозволяє встановити закономірності формування врожаю та простежити його залежність від різноманіття факторів довкілля, в.т.ч. негативна дія хімічних ст. або екстремальних погодних умов, а також вплив хвороб, бур'янів, шкідників.

Таблиця 14

**Характеристика сортів ярого ячменю по елементам структури врожаю**

Сорт, варіант	Висота рослини, см.	Загальна кустистість	Продуктивна кустистість	Кількість зерен в колосі, шт.	Вага зерен з 1 колосу, г.	Маса 1000 зерен, г.
Дача К	65	1,95	1,13	21,6	0,90	41,67
Дача Р	75	2,01	1,38	23,4	1,03	44,02
Дача А	75	1,93	1,11	22,2	1,02	50,49
Вакула К	75	1,47	1,26	19,0	1,06	55,79
Вакула Р	80	1,96	1,52	19,3	1,08	55,96
Вакула А	80	1,96	1,96	19,4	1,06	54,64
Гладіс К	75	1,88	1,50	19,5	1,04	53,3
Гладіс Р	70	1,88	1,53	18,5	0,94	50,8
Гладіс А	70	2,00	1,57	20,3	1,07	52,7
Адапт К	85	1,70	1,20	21,2	1,13	53,30
Адапт Р	85	2,05	1,95	22,9	1,35	58,95
Адапт А	85	1,55	1,14	24,4	1,30	53,28
Галактик К	85	1,74	1,22	23,5	1,24	52,77
Галактик Р	85	2,00	1,17	19,0	1,03	54,21
Галактик А	90	1,52	1,15	18,8	1,06	56,38

Аналіз структури врожаю показав, що найбільша кількість продуктивних колосків і маса тисячі насіння, вище на інокульованому насінні біопрепаратами у сортів Дача, Галактик та Вакула.

Застосування біопрепаратів призвело до збільшення маси тисячі насіння від 5,6 до 21,1 % та продуктивної кустистості від 20,6 до 22,1 % по відношенню до контролю цих сортів.

## РОЗДІЛ 5.

### ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основне завдання застосування біопрепаратів – отримання максимального прибутку, тобто. різниці між доходом та витратами на вирощування культури з урахуванням елементів якості продукції.

Основний принцип оцінки економічної ефективності використання біопрепаратів – зіставлення ефекту, отриманого внаслідок їх застосування у вигляді додаткового врожаю та економії матеріальнотехнічних та трудових ресурсів, та витрат на хімічні засоби захисту.

Як показники, що характеризують ефективність застосування біопрепаратів використовуються – врожайність (з урахуванням якості продукції), у натуральній та вартісній оцінці, витрати на 1 га посіву та собівартість 1 ц продукції, чистий дохід та рентабельність виробництва, витрати праці на виробництво 1 ц продукції на ділянках, оброблених та не оброблених хімічними засобами захисту рослин. З урахуванням їх визначають додатковий урожай від застосування біопрепаратів, чистий дохід та рентабельність додаткових витрат, пов'язаних із застосуванням біопрепаратів, вплив застосування біопрепаратів на економічні показники виробництва сільськогосподарських культур.

*Собівартість сільськогосподарської продукції* - вираження у грошовій формі поточних витрат підприємства на виробництво та реалізацію продукції.

У результаті виробничо-господарську діяльність витрати повинні відшкодовуватися з допомогою виручки від сільськогосподарської продукції і цим забезпечувати безперервність виробничого процесу.

*Рентабельність* характеризує система економічних показників, які відбивають результати діяльності сільськогосподарських підприємств. Рентабельність окреслюється ставлення прибутку (чистого доходу) до собівартості реалізованої продукції (таблиця 15).

Таблиця 15

**Економічна ефективність застосування інокуляції сортів ячменю  
ярого**

Показники	Галактик			Дача		
	К*	Р	А	К	Р	А
Врожайність, т/га	3,12	3,23	3,89	3,13	3,35	3,24
Ціна 1 ц зерна, грн.	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Виробничі витрати на 1 га, грн.	8147,4	8243,4	8588,1	8151,1	8477,5	8336,8
Вартість валової продукції, грн.	14040	14535	17505	14085	15075	14580
Умовно чистий прибуток, грн.	5892,6	6091,6	8816,9	5933,9	6597,5	6143,2
Витрати праці на 1 га, люд.-год.	11,3	12,1	11,9	12,8	11,4	12,4
Рівень рентабельності, %	72,3	76,3	103,8	72,8	77,8	74,9

К – контроль, Р – інокуляція Ризоагрін, А – інокуляція Азорізін

Аналіз даних показав, що врожайність зерна сорту Галактик після інокуляції біопрепаратами Ризоагрін і Азорізін збільшилася на 0,11 т/га і 0,77 т/га відповідно. Також найбільший показник рентабельності був відмічений на цьому сорті з використанням Азорізіну 103,8 %. Сорт Дача після інокуляції забезпечив збільшення врожаю 0,22 т/га і 0,11 т/га. Рентабельність сорту залишалася в межах контрольного варіанту. Виходячи з цього, можна дійти висновку, що застосування інокуляції на сортах Галактик і Дача економічно ефективно у першому випадку Азорізіном, тоді як у другому випадку Ризоагріном.



## РОЗДІЛ 6.

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ В ТОВ «НИВА»

В аграрному господарстві «НИВА» регулярно проводиться оцінка системи охорони праці з метою розробки найбільш ефективних заходів для захисту працівників та довкілля від небезпечних та шкідливих факторів, пов'язаних з використанням хімічних засобів у сільському господарстві.

Контроль за охороною праці виконується за допомогою різних методів, таких як монографічний, абстрактно-логічний, математичний, логіко-лінгвістичне моделювання, розрахунково-конструктивний, теорія ймовірностей, експертні оцінки та інші. У господарстві розроблена комплексна модель оцінки охорони праці, що включає дев'ять блоків оцінки:

- Забруднення ґрунтів пестицидами, агрохімікатами та важкими металами.
- Баланс азоту, фосфору та калію для забезпечення охорони навколишнього середовища.
- Навантаження худоби на пасовищні угіддя.
- Співвідношення стабілізуючих та дестабілізуючих факторів.
- Небезпеки відходів та побічних продуктів.
- Виробництво екологічно безпечної продукції.
- Умови праці на робочих місцях.
- Рівень інвестицій у охорону праці, навколишнього середовища та екологічно безпечної продукції.
- Рівень екологічної культури та культури охорони праці працівників та населення.

Забруднення природних ресурсів аграрним виробництвом, промисловими, будівельними та іншими підприємствами призводить до професійних захворювань працівників, зменшення родючості ґрунтів та їх

продуктивності, погіршення якості води та атмосфери, що впливає на якість сільськогосподарської продукції. Сучасні екологічні проблеми є надзвичайно важливими та глобальними. Статистичні дані про забруднення ґрунтів пестицидами свідчать, що допустима концентрація пестицидів перевищена на 15% площі.

Ці забруднення, які потрапляють в організм людини через трофічні ланцюги, призводять до професійних захворювань працівників і завдають значної шкоди здоров'ю. Наприклад, у 1959 році, коли на кожного жителя СРСР припадало 5 кг хімічних продуктів, використовуваних у сільському господарстві, кількість дітей із генетичними відхиленнями становила 0,74% від загальної чисельності. У 1983 році маса хімічних препаратів, які потрапляли на сільськогосподарські угіддя країни, зросла до 25 кг на душу населення, а кількість новонароджених дітей з генетичними порушеннями збільшилася до 16,5%. Погіршення екологічної ситуації та збільшення випадків професійних захворювань серед працівників сільського господарства пов'язані з використанням засобів хімізації, і вимагають глибокого вивчення проблеми.

#### Стан охорони праці в умовах виробництва ТОВ «Україна»

Громадську охорону праці забезпечує обраний представник, який визначається на зборах трудового колективу, оскільки в господарстві відсутні профспілки. Основні вимоги безпеки при виконанні робіт включають:

Залучення до роботи лише тих осіб, які пройшли вступний та первинний інструктаж на робочому місці;

Виконання лише дорученої роботи (крім екстремальних і аварійних ситуацій) та відсутність сторонніх осіб на робочому місці;

Відмова від роботи у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, а також у випадку хвороби чи втомленості;

Ознайомлення з розташуванням місць відпочинку та харчування, переконання, що в зоні відпочинку є питна вода, мило та аптечка. Перед їжею необхідно мити руки з милом і рушником або витирати їх насухо;

Уникання дотику до проводів і кабелів, які лежать рівно або висять видно з землі;

Утримання від сховування від дощу та грози під автотранспортом, сільськогосподарською технікою, кущами, узліссями, поодинокими деревами та іншими вищими об'єктами, які виступають над прилеглою місцевістю.

Проаналізувавши інформацію щодо стану безпеки праці на цій ділянці, підводимо підсумки та визначаємо кількісні показники виробничого травматизму.

Коефіцієнт частоти травматизму,  $K_{\text{ч}}$

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000 = \frac{1}{21} \cdot 1000 = 47,62$$

де  $T$  – кількість нещасних випадків;

$P$  – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму  $K_{\text{в}}$ :

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T} = \frac{19}{1} = 19$$

де  $D$  – кількість днів непрацездатності.

Коефіцієнт втрат робочого часу,  $K_{\text{вт}}$ :

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} \cdot 1000 = \frac{5}{21} \cdot 1000 = 268,7$$

Таблиця 16.

### Основні показники травматизму господарства

Показники	Роки		
	2021	2022	2023
Кількість працюючих, чол.	27	24	21
Кількість нещасних випадків, од.	-	1	-
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	-	19	-
- від захворювань	-	-	-
Втрати, тис. грн.:			
- виробничий травматизм	-	9,2	-
- профзахворювання	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	50	-

Коефіцієнт важкості травматизму	-	20	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	268,7	-

Отже, аналізуючи представлені в таблиці дані, можна визначити, що витрати, які виникли внаслідок нещасного випадку на фермерському господарстві, є незначними як у грошовому, так і у часовому вираженні. Для попередження професійних захворювань було витрачено 2603 гривень і заощаджено 268,7 робочих годин.

Щодо розробки інструкції з охорони праці при обробці ґрунту, перед початком робіт необхідно звіритися з майстром щодо правильного виконання інструкцій з безпеки та порядку виконання операцій, передбачених технологічною карткою, з якою ланка (бригада) повинна ознайомитися перед початком робіт. Зміни встановленого порядку без відповідних дозволів майстра не допускаються. Небезпечні зони та місця відпочинку повинні бути відзначені відповідними застережливими знаками.

Під час обробки ґрунту необхідно передбачити очищення проходів за необхідності. Заборонено виконувати роботу плугами, фрезами, дисковими боронами на площах старих садів з залишками пнів понад 501 шт. на 1 га без відповідних робіт з очищення для обробки ґрунту та працювати в небезпечних зонах під час валки дерев.

На схилах із крутизною та сильною ерозією слід провести засипки промоїн та встановлення опорних клітин для запобігання осипанню ґрунту. Робота на схилах із нерівністю більше 0,21 м без їхнього планування заборонена. Під час експлуатації машин на схилах необхідно утримувати людей під схилами протягом усієї їхньої довжини. По всій межі територій слід розміщувати відповідні попереджувальні таблички.

Заборонено:

Переносити ручні мотоінструменти з увімкненими робочими органами та працювати із ручними моторними розпушувачами, у яких відсутні запобіжні пристрої.

Працювати із незахищеними частинами механізму, що обертаються, а також перебувати ближче 15 м від працюючої фрези.

Знаходитись між трактором та причепом, ближче за 20 м від агрегату, а також сходити та сідати на агрегат під час його руху.

При роботі двох та більше машин на схилах відстань між ними повинна бути не менше 60 м по вертикалі і не менше 30 м по горизонталі. Робота на схилах на одній вертикалі не допускається, а швидкість руху на схилах і терасах повинна бути виключно на першій передачі.

Перед початком зустрічного руху трактора до машини тракторист повинен подавати звуковий сигнал для переконання, що між трактором та агрегатом нікого немає.

Необхідно слідкувати за тим, щоб у добривах не було зайвих елементів. Рух робочих органів повинен відбуватися тільки в лінійному напрямку пристрою, і при закопуванні робочого органу не допускається різких поворотів та заднього ходу.

Під час роботи агрегату одному робітнику заборонено проводити ремонтні роботи одночасно на двох чи більше пристроях.

Ремонт, регулювання і технічне обслуговування, включаючи змащування робочого механізму агрегату, повинні виконуватися тільки після повної зупинки машини, роботи двигуна на холостому ході та вжиття заходів для запобігання випадковому скочуванню, падінню тощо.

У випадку аварійної ситуації чи загрози травми машини та системи повинні негайно зупинятися, а несправності усуватися.

## ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що дія препаратів на польову схожість насіння була неоднозначною і варіювала як за роками досліджень, так і залежно від генотипу та використовуваного препарату. Найбільший відсоток виживання рослин (90-95%) відзначався в 2022 р. Позитивна дія інокуляції на сорти, що вивчаються, відзначалася в 2021 р. (в середньому за сортами + 13,9% до контролю ) і 2023 р. (+13,8 % ), причому переважно при обробці насіння Азорізіном.

2. Виявлено, що в середньому за роки досліджень тривалість вегетаційного періоду в середньому за варіантами дослідів становила 93 діб. Інокуляція насіння біопрепаратами сприяла незначній зміні вегетаційного періоду – на 1-3 доби.

3. Показано, що наростання листової поверхні у рослин відбувалося з фази кущіння, досягаючи максимуму фази виходу в трубку. Дія препаратів на цей показник, насамперед Ризоагріна, була позитивною. Фотосинтетичний потенціал листя (ФП) за вегетацію в середньому за роки досліджень збільшився при інокуляції Азорізіном (+151,6 см<sup>2</sup>/добу). Найбільше збільшення листової поверхні та ФП при інокуляції відзначалося у сортів ячменю Адапт та Гладіс.

4. Виявлено, що стійкість ячменю до вилягання змінювалася від 37 до 45 балів. Обробка Ризоагріном не виявила значного збільшення стійкості до вилягання, водночас під час обробки Азорізіном відзначалася позитивна тенденція збільшення цього показника.

5. Виявлено, що найефективнішою інокуляція виявилася у недостатньо сприятливих умовах 2023 р., коли в середньому за сортами на варіанті з Ризоагріном урожайність склала 2,64 т/га (+0,23 т/га до контролю), а з Азорізіном – 2,74 т/га (+ 0,33 т/га). У середньому за роки вивчення перевищення врожайності було відзначено у сортів Дача при обробці насіння Ризоагріном (+0,22 т/га) та Галактик – при інокуляції Азорізіном (+0,77 т/га).

З метою збільшення врожайності ярого ячменю при зменшенні доз мінеральних добрив, що вносяться, а також для досягнення найбільшої економічної ефективності його вирощування в умовах господарства рекомендується проводити передпосівну обробку насіння відзивчивих сортів Дача (Ризоагріном) Галактик (Азорізіном).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамова Марина Володимирівна, Дубовець Тетяна Анатоліївна, Кротова Людмила Анатоліївна. Випробовування ярого ячменю в умовах Центрального Казахстану// Вісник АДАУ. 2016. № 1 (135). URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/ispytanie-yarovogo-yachmenyu-a-v-usloviyahtsentralno-kazahstana> (дата звернення 19.02.2021).
2. Алфьоров А.А. Вплив ґрунтово-кліматичних умов на ефективність біопрепаратів та азотних добрив при вирощуванні ячменю/А.А. Алфьоров // Агрохімічний вісник. - №6. – 2017. – С. 38-42. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-pochvenno-klimaticheskikh-usloviyna-effektivnost-biopreparatov-i-azotnych-udobreniy-pri-vyraschivanii-yachmenyu>
3. Анікєєв В.В., Кутузов Ф.Ф. Новий спосіб визначення листової поверхні у злаків/В.В. Анікєєв, Ф.Ф.Кутузов // Фізіологія рослин, 1961. - Т.8. - Вип. 3. - С. 375-378.
4. .В. Асоціативна азотфіксація злаковими культурами: оглядова інформація/М.В. Базилінська. -М.: ВІНІТІ, 1988. -44 с.
5. Берестецький О.А. Ефект інокуляції тимофіївки лучної та вівсяниці очеретяної діазотрофами з природних азотфіксуючих асоціацій злаків /О.О. Берестецький та ін. // Сільськогосподарська біологія. – 1985.- № 3. – С. 48-52.
6. Біопрепарати в сільському господарстві (методологія та практика застосування мікроорганізмів у рослинництві та кормовиробництві) / відп. редактори: І.А. Тихонович, Ю.В. Круглів. – М.:, 2005. – 154 с.
7. Братцев Л.І. Селекція ярого ячменю / Л.І. Братцева, П.М. Миколаїв, П.В. Поповзухін// Досягнення науки і техніки АПК. №5.2013. С.11-13.
8. Дегтярєва І.А. Роль асоціативної азотфіксації у підвищенні продуктивності небобових культур, біологічної активності ґрунтів та їх родючості /І.А. Дегтярєва, І.А. Чернов // Актуальні проблеми інновацій із



нетрадиційними рослинними ресурсами та створення функціональних продуктів. – М., 2001. – С. 183-186.

9. Дегтярєва І.А. Еколого-фізіологічна регуляція взаємодії в агроценозі рослин роду *Amaranthus* L. та діазотрофів: автореф дис.... доктора біолог.наук: 06.01.04, 03.00.16. – М.:, 2005. –21с.URL:<http://earthpapers.net/>

10. Денісова О.П. Розробка прийомів основного обробітку ґрунту під ярий ячмінь в умовах Тамбовської області / А.П. Денісова, С.В. Соловйов // Наука та освіта. Вид-во: Мічурінський державний аграрний університет. -Т.2. - № 1. - 2019. С.59.

11. Євдокимова М.А. Сортові особливості азотного живлення ячменю в умовах сходу Нечорноземної зони: ... кандидата сільськогосподарських наук: 06.01.09. - Йошкар-Ола. – 2005. – 272 с.

12. Завалін А.А. Дія добрив та біопрепаратів на продуктивність сортів ячменю / О.О. Завалін, Т. М. Духаніна, Х. А. та ін // Агрохімія. - №1. – 2003. – С. 30-37.

13. Завалін А.А. Асоціативна азотфіксація та практика застосування біопрепаратів у посівах сільськогосподарських культур/ О.О. Завалін, А.А. Алфьоров, Л.С. Чернова // Агрохімія, №8. – 2019. – С.83-96.URL: <https://sciencejournals.ru/>

14. Завалін А.А. Оптимізація мінерального живлення та продуктивності рослин при використанні біопрепаратів та добрив /А.А. Завалін//Досягнення науки та техніки АПК. – Т. 29. – № 5. – 2015. – С.26-28.

15. Кожем'яков А.П. Продуктивність азотфіксації в агроценозах/А.П. Кожем'яков // Мікробіол. журн. -1997. – Т. 59, № 4. – С. 22-28.

16. Кожем'яков А.П. Продуктивність азотфіксації в агроценозах// Мікробіол. журн., 1997, 59 (4): 22-28.

17. Козлова М. Ю. Вплив біопрепаратів та добрив на ріст та розвиток ярого ячменю з підсівом конюшини/М.Ю. Козлова // Інженерно-технічні науки

- агровиробництво та екологія «Сучасні наукомісткі технології. Регіональний додаток» №1 (57). – 2019. – С. 127-131.

18. Кретович В. Л. Біохімія засвоєння азоту повітря рослинами [Текст] / В. Л. Кретович; Інститут біохімії ім. О.М. Баха РАН, Наукова рада з проблеми "Біологічний азот". - М.: Наука, 1994. - 169 с. : іл. – Бібліогр.: с. 143-168. - ISBN 5-02-005755-X

19. Кудеярів В. М. Надходження азоту в ґрунт при несимбіотичній азотфіксації / В. М. Кудеяров // Сучасний розвиток наукових ідей Д. Н. Прянішнікова: Збірник наукових праць. - М: Наука, 1991. - С. 155-169.

20. Куренкова С. В. Вплив ризоагріну на ріст та продуктивність ячменю / С.В. Куренкова, Г.М. Табаленкова// Агрохімія. – 2004. -№3. – С. 25–32.

21. Курсакова В. С. Роль мікробних азотфіксуючих препаратів та азотних добрив у формуванні врожайності м'якої ярої пшениці // В.С. Курсакова, Д.В. Драчов // Вісник Алтайського державного аграрного університету. - №8 (46). – 2008. – С.16-20.

22. Лукін С. М. Вплив біопрепаратів асоціативних азотфіксуючих мікроорганізмів на врожайність сільськогосподарських культур/С. М. Лукін, Є.В. Марчук // Досягнення науки та техніки АПК. - №8. -2011.- С.18-20.

23. Лялічкін О. А. Вплив біопрепаратів та добрив на врожайність та якість зерен ячменю./О. А. Лялічкін// Досягнення науки і техніки АПК. - № 8. - 2011. - С. 38-41.

24. Мануйлов В. М. Сортові ресурси, якість насіння та фітосанітарний стан зернових культур в Алтайському краї, автореф. дис... канд. с.-г. наук. / В. М. Мануйлів. – Барнаул, 2016. – 18 с.

25. Оцінка ефективності мікробних препаратів у землеробстві/За заг.ред. А. А. Завалина. – К.: РАСХ, 2000. – 82 с.

26. Патіка В. П., Коць С. Я., Волкогон В. В. та ін. Біологічний азот. - К.: Світ, 2003. – 424 с.

27. Пати́ка В. Ф. Мікроорганізми та біологічне землеробство/В.Ф. Пати́ка // Мікробіологічний журнал. – 1993. – Т. 55, № 3. – С. 95-102.
28. Персікова Т. Ф. Ефективність бактеріальних препаратів під культури сівозміни/Т. Ф. Персікова // Бюлетень ВІУА. – 2001б. - №114. - С. 143-144.
29. Петров В. Б. Мікробіологічні препарати у біологізації землеробства /В.Б. Петров, В.К. Чоботар, А.Є. Козаков// Досягнення науки і техніки АПК.- 2002. - №10. -С.12-15.
30. Сичов В. Г. Агрохімічні властивості ґрунтів та ефективність мінеральних добрив / В. Г. Сичов, С. А. Шафран. : ВНДІА, 2013. – 296 с.
31. Тарасов С. А. Роль біопрепаратів у вирощуванні пшениці озимої на чорноземі типовому Центрального Чорнозем'я: дисертація ... кандидата сільськогосподарських наук: 06.01.01 / Тарасов Сергій Анатолійович; [Місце захисту: 2015. - 207 с.
32. Теоретичні засади ефективного застосування сучасних ресурсозберігаючих технологій вирощування зернових культур / О. В. Гостєв, І. Г. Пихтін, Л. Б. Нітченко, В. А. Плотніков, Н. П. Гапонова.: ФДБНУ ВНДІЗІЗПЕ, 2016. – 87 с.
33. Avivi Y. Відповідь про те, що bacteria of genus Azospirillum / Y. Avivi, M. Feldman // Isr. J. Bot. -1982. - Vol. 31. – P. 237-245.
34. Azotobacter and potential nitrogenase activity в дінські сільськогосподарські рослини під continuous barley cultivation // Acta Agr. Scand. 1981.Vol. 31. – P. 433-437.
35. Clarke J. Діяльність виконана огорожа на shattering losses in oats, barley and wheat. Canad.Plant. Sc., 1981. - 25-28.
36. Glick B. Increase in plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbiol. - №41 – 1995.-P. 109-117.
37. Graves C. Barley and wheat varieties and soil acidity / C. Graves // Tennessee Farm Home Sci. Progr. Rep. Knoxville, Tenn. 1980. V. 113. P. 15-17.

38. Hollman, J., A. Quadt-Hollman, WF Mahafi та JW Klopper. Bacterial endophytes of agricultural crops. *Can. J. Microbiol.* № 43. – 1997.-P. 895914.
39. Intensive barley management in North-Eastern Ontario // *Highlights agricultural res. Ontario.* - V. 8. - № 4. -1985. – P. 14.
40. Kloepper JW, Lifshitz R., Zablutowicz R. Free-living bacterial inocula forenhancing crop продуктивності // *Trends Biotechnol.* 1989. Vol. 7. – P. 39-44
41. Kundu BS, Gaur AC establishment of nitrogen-fixing and phosphatesolubilizing bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake wheat crop // *Plant Soil.* 1980. Vol. 57. – P. 223-230.
42. Lambert B., Joos H. Fundamental aspects rhizobacterial plant growthpromotion research // *Trends Biotech.* 1989. Vol. 7. – P. 215-219.
43. Lynch JM *The Rhizosphere.* Chichester, England, J. Willey Ltd.-1990. 485 p.
44. Mykola NAZARENKO, Oleh OKSELENKO, Vasyi POZNIAK ECOLOGY-AND GEOGRAPHY-RELATED FEATURES OF WINTER WHEAT VARIETIES FOR THE AREAS OF INSUFFICIENT HUMIDIFICATION
45. D Interaction між plant roots and soil microorganisms. *Anna. Rev. Microbiol.* № 19-1965. - P. 241-266.
46. Sturts AV Bacterial endophytes: potential role в розробці resistant plant systems / AV Sturts, BR Christie, J. Novak // *Crete. Rev. Plant SCI.* №. 19. – 2000 – P. 1-30.
47. Позняк В. В. Ефективність застосування регулятора росту рослин хлормекватхлорид в посівах пшениці озимої, вирощуваної на різних фонах живлення. *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. Спец. випуск до XI з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків України «Ґрунтові ресурси: вчора, сьогодні, завтра», Харків 2018, С. 209–211.*
48. Whipps JM Microbial interactions and biocontrol в rhizosphere // *J. Experim. Botany.* -V.52. -2001. -P. 487 – 511.
49. Wiebe GA Introduction in barley / GA Wiebe // *USDA Agricultural Handbook 338.* Washington, DC, 1979. – P. 2-9.

50. Welbaum, G. Fertilization of soil microorganisms до збільшення продуктивності agro ecosystems /G. Welbaum, AV Sturz, Z. Dong, J. Novak // Crete. Rev. PlantSci. №23. – 2004. – P. 175-193.

51. Ярчук І. І., Позняк В. В., Кобос І. О. Ефективність застосування ретарданту Хлормекватхлорид в посівах пшениці озимої різної густоти стояння. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. №2. С. 306–313.

52. Позняк В. В. Ефективність застосування регулятора росту рослин хлормекватхлорид в посівах пшениці озимої, вирощуваної на різних фонах живлення. *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. темат. наук. зб. Спец. випуск до ХІ з'їзду ґрунтознавців та агрохіміків України «Ґрунтові ресурси: вчора, сьогодні, завтра»*, Харків 2018, С. 209–211.