МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра біології

Допущено до захисту

«____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри_____
(вчене звання,
прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

МІКРОБІОТА ГРУНТУ ЗА ДІЇ ХІМІЧНИХ І БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ В АГРОЦЕНОЗІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Виконав: студент 2 курсу,
групи 21м-б
спеціальності 091 Біологія
Олександр ОЛЕНОВИЧ

Керівник: Ірина ЛЕОНТЮК

Умань - 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	5
1.1. Мікробіологічні процеси в ґрунті та фізіолого-біохімічні зміни в рослинах пшениці озимої за дії хімічних і біологічних препаратів	5
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ	12
2.1. Грунтово-кліматичні умови	12
2.2. Характеристика об'єктів дослідження	16
2.3. Методика досліджень	18
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
3.1. Регулювання чисельності бур'янів в посівах пшениці озимої за дії хімічних і біологічних препаратів	19
3.2. Вплив хімічних та біологчних перпаратів на азотфіксувальні мікроорганізми родів *Azotobacter* і *Clostridium*	21
3.3. Вплив гербіциду Твіст та РРР Біолану на загальна чисельність ризосферних мікроорганізмів	24
3.4. Вплив гербіциду Твіст та РРР Біолану на чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів	27
3.5. Формування врожаю та якості зерна пшениці озимої залежно від внесення гербіциду Твіст і регулятора росту рослин Біолан	31
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
ВИСНОВКИ	36
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	38
ДОДАТКИ	43

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку землеробства актуальності набуває напрям досліджень мікробіологічних процесів ґрунту, де важливим компонентом біологічного кругообігу речовин є ґрунтові мікроорганізми. Вивчення біологічної активності ґрунту дає змогу вченим більш розширено зрозуміти і виявити закономірності у процесах перетворення органічної речовини, враховуючи антропогенний вплив на ґрунт та його властивості [1].

Ризосфера будь-якої сільськогосподарської культури характеризується специфічним мікробним ценозом, домінуючі види якого беруть участь як у процесах ґрунтоутворення, так і безпосередньо впливають на агроценоз. Важливим завданням сьогодення є вивчення спрямованості антропогенного впливу на стійкість, інтегрованість та функціонування мікробного ценозу ризосфери пшениці озимої, оскільки остання є однією з стратегічних культур в Україні [2].

Оцінка спрямованості мікробіологічних процесів у ґрунті дозволяє зробити більш глибокий аналіз змін у структурі ґрунтово-біотичного комплексу, які відбуваються внаслідок антропогенного навантаження. Спрямованість мікробіологічних процесів визначають за допомогою коефіцієнту мінералізації та іммобілізації, який дає можливість охарактеризувати напруженість мінералізаційних процесів, індексу педотрофності, що характеризує ступінь освоєння органічної речовини ґрунту мікрофлорою, індексу оліготрофності, що характеризує ступінь оліготрофності мікробних ценозів ґрунту [3].

Метою досліджень було вивчити особливості формування мікробного комплексу в агроценозі пшениці озимої за дії хімічних і біологічних препаратів.

Об'єкт дослідження: порівняльна характеристика чисельності основних фізіологічних і таксономічних груп мікроорганізмів, аналіз якісного складу, що формується в онтогенезі пшениці озимої за дії хімічних і біологічних препаратів, формування продуктивності врожаю та якості зерна пшениці озимої.

Предмет дослідження – – сорт пшениці озимої Оберіг Миронівський, гербіцид Твіст 250, в. г., регулятор росту рослин Біолан.

Методи досліджень: польовий – закладання досліду в польових умовах для дослідження ефективності дії різних норм гербіциду Твіст 250, в. г., внесеного окремо і сумісно з регулятором росту рослин Біолан. мікробіологічний – для визначення загальної чисельності ґрунтових мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп, метод пробного снопа – для визначення загальної продуктивності рослин; біохімічний – для встановлення якісних показників врожаю; статистичний – для оцінки дисперсійних результатів; порівняльно-разрахунковий – для оцінки економічної ефективності досліджуваних елементів технології

Наукова новизна: В умовах Правобережного Лісостепу України досліджено формування ризосферних мікробних угрупувань пшениці озимої, формування її врожайності та якісних показників зерна залежно від застосування гербіциду Твіст 250, в. г. та регулятор росту рослин Біолан.

Апробація результатів досліджень: Основні положення, які викладені в дипломній роботі доповідались і обговорювались на засіданні наукового гуртка кафедри біології, також на на секційному засіданні науково-студентській конференції і були опубліковані в Збірнику студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва. Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин. Умань. 2023. С. 60–62.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Мікробіологічні процеси в ґрунті та фізіолого-біохімічні зміни в рослинах пшениці озимої за дії хімічних і біологічних препаратів

Серед основних зернових культур пшениця озима за посівними площами займає в Україні перше місце і є головною продовольчою культурою. Це є свідченням важливого народногосподарського значення цієї культури у задоволенні потреб держави, у т. ч. і високоякісних продуктах харчування [4]

У системах захисту посівів контроль бур’янів займає головне місце, особливо в Україні, де засміченість полів є надзвичайно високою. В середньому вона перевищує 150 тис. насінин бур'янів на 1 м^2 і для її зменшення потрібні роки ретельного контролю за допомогою високоефективних агротехнічних методів і сучасних гербіцидів з чітким дотриманням регламентів їх застосування (дози, терміни, фази розвитку рослин, погодні умови і т. д.) [5].

Останнім часом для зменшення екологічної небезпечності гербіцидів ведеться поліпшення їх асортименту, вдосконалюються технології використання, розробляються і вводяться в склад препаратів антидоти (сполуки, що знешкоджують гербіциди, які потрапили на культурні рослини, і не діють на їх гербіцидні властивості по відношенню до бур’янів), ведеться селекція рослин на стійкість до гербіцидів [6].

За даними науковців [7–9], гербіциди і в подальшому залишаться ефективним засобом контролювання бур’янів в агроценозах, водночас, необхідна термінова оптимізація їх застосування для зниження можливих негативних опосередкованих побічних впливів на нецільові об’єкти. Зменшуючи рівень забур’янення посіву, гербіциди сприяють кращому забезпеченню рослин абіотичними факторами, створюють належні умови для росту і розвитку, сприяють інтенсивнішому проходженню фізіологічних процесів, завдяки чому формується основна частина врожаю [10].

Проте гербіциди є речовинами високої фізіологічної активності. Тому при вивченні їх дії важливо знати не тільки вплив на бур’яни а й на культурні

рослини, ризосферну й симбіотичну мікробіоту, які в комплексі забезпечують формування продуктивності посівів [11].

Тривалий досвід використання засобів хімічного захисту рослин показав їхній негативний вплив на довкілля і ґрунтову мікробіоту.

Переважна більшість дослідників [12-13] визнають, що пестициди проявляють токсичну дію, яка веде до зменшення чисельності мікроорганізмів у ґрунті і пригнічення їхньої біохімічної активності. Лише в небагатьох роботах відмічається, що хімічно синтезовані пестициди мають не тільки токсичну, а й мутагенну дію на мікроорганізми ґрунту [14].

У збереженні та відновленні родючості ґрунту значна роль відводиться мікроорганізмам. Вони є важливою складовою процесу ґрунтотворення і ланкою, що забезпечує екологічну рівновагу ґрунтової екосистеми. Завдяки діяльності ґрунтових мікроорганізмів у ґрунті накопичується не лише азот, а й інші рухомі форми елементів живлення, такі як фосфор та калій [15].

Мікробний ценоз – це один із найскладніших, найрізноманітніших і найпоширеніших типів просторово-функціональної організації живих угруповань педосфери. Мікроорганізми є основним джерелом генетичного різноманіття, що має широку видову й функціональну варіабельність. Завдяки складному видовому різноманіттю з відповідною ферментативною активністю, мікробіота відіграє виключно важливу роль у трансформації органічної матерії, процесах ґрунтоутворення та формуванні родючості ґрунтів [16].

Формування певного мікробного комплексу ґрунту, його структури та складу з відповідною функціональною активністю в значній мірі залежить від його типу, аґреґатного складу, обумовленого аграрним використанням та особливостями сільськогосподарських культур [17].

Дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених встановлено, що мікробіота є невід'ємним гомеостатичним компонентом ґрунту, котрий здійснює й визначає у ній важливі функції трансформації сполук та енерґії. Мікроорганізми – невід'ємна ланка кругообігу всіх біогенних елементів, що здійснює як продукційні, так і деструкційні процеси [18,19].

Особливості взаємодії мікроорганізмів між собою і рослинами мають різноманітні функціональні характеристики, що формують стійкі мікробні комплекси агроекосистем. Понад 95 % прокаріотних мікроорганізмів ґрунтів потребують комплексної оцінки трофічних зв'язків під впливом різних екологічних умов. Одним із важливих завдань ґрунтової мікробіології є об’єктивна комплексна оцінка складних зв'язків і розкриття механізмів взаємодії між мікробними ценозами та середовищем їх існування [20].

Збереження й підтримання гомеостазу біорізноманіття, оптимізація структури та текстури мікробного комплексу є важливим завданням у процесі розкриття механізмів взаємодії у системі «ґрунт – мікроорганізми – рослина» й визначальним фактором науково обґрунтованого управління ґрунтово-мікробними процесами у формуванні стійких високопродуктивних агроекосистем [21].

Незважаючи на те, що питання впливу пестицидів на мікробіоту ґрунту вивчається досить інтенсивно, залишаються мало дослідженими закономірності формування стійкості мікробного угруповання до токсичної і генотоксичної дії хімічних та біологічних препаратів. Вирішення цього питання є актуальним, оскільки дає можливість визначити вплив пестицидного навантаження на мікроорганізми ґрунту, виявити найбільш небезпечні пестициди, які можуть негативно впливати на їх генетичний апарат [22].

Більшість гербіцидів, що застосовують в оптимальних нормах не пригнічують ґрунтову мікрофлору і в деяких випадках навіть стимулюють мікробіологічні процеси [23, 24]. Але відомі випадки депресії в розвитку мікроорганізмів і їх перерозподілу в бік збільшення грибів та актиноміцетів [25]. Пестициди пригнічують біологічну активність ґрунтів і перешкоджають тим самим природному відновленню їх родючості. Висока стійкість багатьох пестицидів призводять до глибоких змін в екосистемах, що негативно впливає на здоров’я людини. Але відмовлення від гербіцидів нині неможливо, оскільки вони забезпечують приріст урожаю, а альтернативних високоефективних засобів боротьби з бур’янами поки ще не існує.

Гербіциди виявляють вплив на ґрунтову мікрофлору, тимчасово пригнічуючи окремі її групи, які через короткий термін відновлюють свою чисельність і навіть стимулюються [26].

Відомі факти депресії у розвитку мікроорганізмів і їх перерозподілу в бік збільшення грибів та актиноміцетів. Багато видів мікроорганізмів поступово руйнують гербіциди до практично нетоксичних метаболітів і гумінових кислот. Однак їх дія і напрямок залежить від виду й норми внесених препаратів. Механізм руйнування препаратів починається з моменту внесення гербіцидів. Фактично це ферментні реакції, такі як окислення і відновлення, розклад амідів, гідроксилювання, тощо. Ці реакції характерні для нормального обміну речовин. Уже при повторному внесенні одного й того ж препарату в ґрунт він руйнується швидше, ніж перший раз [27].

Сумісне внесення гербіцидів разом із регуляторами росту сприяє кращому розвитку мікроорганізмів, на це вказує ряд наукових досліджень [28-29].

Регулятори росту позитивно впливають на природні мікробні асоціації, вони активізують ріст природних асоціацій ґрунтових мікроорганізмів, ініціюють синтез мікроорганізмами біологічно активних сполук, підвищують здатність мікробних угрупувань продукувати антибіотичні речовини до фітопатогенних бактерій. Регулятори росту знижують вміст нітратів, іонів важких металів і радіонуклідів у продукції, удвічі знижують мутагенну дію гербіцидів [30].

У дослідах інституту мікробіології і вірусології НАН України показано, що регулятори росту позитивно впливають на природні мікробні асоціації. Зокрема під їх впливом збільшується здатність мікробів синтезувати речовини, антибіотичні до окремих хвороботворних бактерій, та зростає число мікроорганізмів, стійких до деяких груп фунгіцидів [31].

При сумісному застосуванні регуляторів росту та гербіцидів зменшується негативний вплив на рослини та ґрунтову мікрофлору, підвищується чисельність мікроорганізмів, стійких до ксенобіотиків [32].

Про позитивний вплив сумісного застосування гербіцидів та регуляторів росту рослин на мікробіологічні процеси в ґрунті, вказують дослідження Грицаєнко З.М. та Голодриги О.В [33], так гербіциди Тагра супер і Хармоні 75 при застосуванні по сходах сої як окремо, так і сумісно з Емістимом С, позитивно впливають на життєдіяльність мікрофлори ґрунту.

Одним із шляхів мобілізації поживних елементів ґрунту є застосування мікробіологічних препаратів на основі різних штамів азотфіксувальних, фосфатмобілізуючих мікроорганізмів і мікроорганізмів – продуцентів речовин фітогормональної та антифунгальної дії [34].

Головною функцією мікробіологічних препаратів є регуляція діяльності ґрунтової мікрофлори завдяки різкому збільшенню кількості корисних і відселектованих форм мікроорганізмів в окремих компонентах агрофітоценозу [35].

Рослинництво потребує розвитку стратегії використання регуляторів росту в існуючих технологіях вирощування сільськогосподарських рослин, що включають застосування регуляторів росту сумісно з пестицидами (фунгіциди, гербіциди, інсектициди) з метою зниження рівня негативного впливу хімічних засобів захисту та зовнішніх факторів середовища на зернові культури, отримання додаткової прибавки врожаю та підвищення якості зерна [36].

Окрім підвищення врожайності, регулятори зменшують в рослинах вміст нітратів, пестицидів та важких металів, підвищують харчову цінність вирощеної продукції. Разом із зростанням врожайності поліпшується і якість зерна. Вміст білка збільшується на 1-2%, клейковини - на 3-5 % [37].

У колосових зернових коефіцієнт кущення під впливом рістрегуляторів збільшується на 8-10%, а число продуктивних стебел – на 12-18%. Зростає також кількість зерен в колосі. Приріст урожаю озимої пшениці зумовлений обробкою біостимуляторів становить: 2,5-3,5 ц/га при врожайності 20-30 ц/га; 3,5-4,5 ц/га при врожайності 35-45 ц/га [38].

Внесення біостимуляторів росту сприяє кращому розвитку мікроорганізмів, а при сумісному застосуванні гербіцидів з рістрегуляторами кількість мікроорганізмів збільшувалась ще помітніше. При сумісному застосуванні біостимуляторів та засобів хімічного захисту рослин зменшується їх негативний вплив на рослини й мікрофлору, підвищується чисельність мікроорганізмів, стійких до ксенобіотиків, зростає активність редокс-систем, які можуть ініціювати окислювальну деструкцію цих небезпечних для довкілля сполук [38].

Крім позитивної дії на мікробіоту ґрунту, сумісне внесення гербіцидів і регуляторів росту рослин покращує продуктивність досліджуваних культур, а також підвищує якісні показники зерна. Так, в дослідженнях Розборської Л.В. та ін. [39] вказано, що бакова суміш Триатлону (40 г/га) і Емістиму С (20 мл/га) сприяла зростанню врожайності на 17 %, в порівнянні з контролем та покращувала якісні показники зерна, зокрема вміст білка та клейковини в зерні пшениці озимої зростав на 22,4 і 25,6 %.

При спільному застосуванні із хімічними препаратами вони реально забезпечують зменшення норм витрат гербіцидів та інсектофунгіцидів на 20-25% за рахунок кращого проникнення останніх у клітини рослин без зниження захисного ефекту, зменшують фітотоксичну та мутагенну дію пестицидів, що сприяє кращому розвитку вегетуючих рослин, підсиленню фотосинтетичної активності, посилюють розвиток листової поверхні та генеративних органів, збільшують кількість зернин в колосі та їх масу, сприяють підвищенню вмісту білків та клейковини, покращують якість зерна [40].

Окрім підвищення врожайності, регулятори росту рослин зменшують в рослинах вміст нітратів, отрутохімікатів та важких металів, підвищують харчову цінність вирощеної продукції, зменшують вихід некондиції та втрати при збиранні, транспортуванні і зберіганні, стимулюють раннє плодоношення овочевих та ягідних культур [41].

Інститутом агроекології і природокористування НААН науково обґрунтовано і практично доведено, що застосування – регуляторів росту рослин

(Ендофіт, Екостим, Неофіт, Вегестим, Ноостим, Гарт, Агростим та Екостим) сприяє підвищенню врожайності і покращує якість насіння основних сільськогосподарських культур, зокрема зернових та зернобобових. Так, застосування препарату Екостим під час вегетації сприяло збільшенню врожайності зерна пшениці озимої на 0,60 – 0,82 т/га, вмісту білка – на 0,4 – 1,4%, клейковини – на 2,0 – 5,2% [42].

Регулятори росту дозволяють не тільки підвищити врожай, поліпшити його якість, але й прискорити строки дозрівання, підвищити стійкість рослин до несприятливих факторів середовища, зменшити і кількість використання пестицидів та добрив, значно покращити екологічний стан ґрунтів та навколишнього середовища, знизити вплив радіонуклідів [43].

Таким чином, виходячи з досліджень вітчизняних та зарубіжних вчених використання гербіцидів та регуляторів росту рослин в технології вирощування зернових колосових культур є перехідним етапом на шляху до екологізації виробництва. Тому вивчення їх впливу на мікробіоту ґрунту є питанням захисту довкілля та підвищення продуктивності рослин.

Таблиця 2.1

Роки	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Середньомісячна температура повітря, ºС													
2023	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4				
Середнє багаторічне	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5	8,3	2,8	-1,8	8,8
Опади, мм													
2023	6	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	4,2				
Середнє багаторічне	38	34	36	41	52	81	68	49	61	43	43	40	586
Відносна вологість повітря, %													
2023	89	81	72	80	56	64	68	65	62				
Середнє багаторічне	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88	76

2.2. Характеристика об'єктів дослідження

Дослідження виконували продовж 2023 року у польових та лабораторних умовах Уманського національного університету садівництва. В дослідженнях використували гербіцид Твіст, 250 в.г. та регулятор росту рослин Біолан.

Гербіцид Твіст, діюча речовина: галауксифен-метил**,** 130,3 г/кг, флорасулам, 125 г/кг, антидот (клоквінтосет-мексилу), 88,8 г/кг. Галауксифен-метил транспортується через ксилему і флоему й накопичується у меристемних тканинах. Конкретний механізм дії цієї хімічної речовини досі невідомий. Однак, ґрунтуючись на дослідженнях ауксинів не піколінових кислот, вважається, що галауксифен-метил імітує дію високої дози природного рослинного гормону ауксину, що призводить до порушення процесів росту у сприйнятливих рослин і викликає надмірну стимуляцію специфічних генів, регульованих ауксином. Чутливі види бур'янів припиняють рости одразу після проникнення препарату крізь їхню листову поверхню. Остаточного контролю таких бур'янів можна очікувати через 2–3 тижні залежно від їх видового складу та стадії розвитку, ступеня забур'янення і кліматичних умов до, під час та після обприскування. Середньочутливі види бур'янів залишаються в пригніченому стані, що знижує їхню конкурентоздатність з культурними рослинами. Флорасулам належить до групи інгібіторів синтезу АЛС, що відповідає за синтез бокових ланцюгів амінокислот валіну, лейцину та ізолейцину. Внаслідок блокування синтезу важливих амінокислот порушується поділ клітин. Завдяки наявності антидоту — клоквінтосет-кислоти —гербіцид має покращені показники селективності до культурних рослин, особливо в несприятливих умовах [45].

Регулятор росту рослин Біолан. Діюча речовина: комплекс біологічно-активних сполук - продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів - 1 г/л (насичені і ненасичені жирні кислоти (С 14 -С 28), полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокініновою і ауксинового природи); комплекс біогенних мікроелементів - 0,014 г/л ПЕГ1500 - 540 мл/л. Препарат сприяє прискореному поділу клітин, розвитку кореневої системи, збільшенню листкової поверхні і вмісту хлорофілу, знижує фітотоксичної дію пестицидів, має

антимутагенний ефект, покращує якість вирощеної продукції, збільшує урожай. Біолан застосовують як для передпосівної обробки насіння, так і для обприскування рослин по вегетації у вигляді водного розчину в одній суміші з іншими препаратами, який готують в день використання. Його доза при внесенні на тонну насіння або на гектар посівів досить мала, тому важливо, щоб препарат був рівномірно розчинений в робочому розчині [46].

Сорт пшениці озимої **Оберіг Миронівський**. Оригінатор: Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла Національної академії аграрних наук України. Рік реєєстрації 2014 рік. Біологічні ознаки: Різновидність - еритроспермум. Має високу продуктивну кущистість. Колос білий, остистий, середньої довжини та щільності, циліндричний. Плече нижньої колоскової луски вузьке, скошене, зубець короткий, середньозігнутий. Форма нижньої колоскової луски овальна. Зернівка червона, велика. Якість зерна: Урожайність сорту 42,6 - 63,1 ц/га. Триваліть періоду вегетації складає 264 - 281 діб. Висота рослини - 75 - 86см. Стійкість до 7,9 - 8,3 балів. Стійкість до обсипання 8,2 - 8,8 балів. Стійкість до посухи 7,8 - 8,8 балів. Стійкість проти борошнистої роси 7 - 8 балів. Стійкість проти бурої іржі 7 - 9 балів. Стійкість проти фузаріозу 7 - 9 балів. Вміст клейковини - 27,5 - 30,1%. Господарські ознаки: Група стиглості-середньостиглий. Вегетаційний період 283-287 діб. Середньорослий. Висота рослин 10 см. Польова стійкість до основних захворювань: бурої іржі 7-9 балів, фузаріоз - 7-9, борошниста роса - 7-8. Стійкість до вилягання - 8-9 балів, до осипання – 8,2-8,8; винятково висока посухо-, жаростійкість (7,8 -8,8 балів) [47].

Схема досліду:

1. Контроль (без препаратів)
2. Біолан 20 мл/га
3. Твіст 40 г/га
4. Твіст 50 г/га
5. Твіст 60 г/га
6. Твіст 40 г/га + Біолан 10 мл/га

7. Твіст 50 г/га + Біолан 10 мл/га
8. Твіст 60 г/га + Біолан 10 мл/га

2.3. Методика досліджень

Обліки та спостереження, мікробіологічні аналізи в досліді проводили згідно нижче поданих методик.

1. Забур'яненість посівів визначали на 1 м^2 в 9-ти кратній повторності за методикою описаною З.М. Грицаєнко та ін. [48].

2. Загальну чисельність мікроорганізмів у ризосфері пшениці озимої визначали за загальноприйнятими методиками, описаними Волкогоном В.В. та ін. [49]. Зокрема: загальну чисельність бактерій визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на МПА, мікроміцетів – на Чапека, актиноміцетів на ККА, амоніфікуючих бактерій – на МПБ, нітрифікуючих – на елективному середовищі С. М. Виноградського, целюлозоруйнівних – на середовищі на О. О. Імшенецького та Л. І. Солнцевої. Чисельність мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г сухого ґрунту;

3. Ріст і розвиток асоціативних бактерій роду Azotobacter оцінювали на безазотистому живильному середовищі Ешбі за обростанням колоніями ґрунтових грудочок, роду Clostridium − на середовищах В. Т. Ємцева і С. М. Виноградського.

4. Облік врожаю виконували поділянково, шляхом збирання комбайном «Сампо» із послідуючим зважуванням.

5. Якість зерна оцінювали у відповідності до ДСТУ 3768:2010 «Пшениця. Технічні умови» з посиланням на стандарти [50]; вміст сирої клейковини ручним способом за ДСТУ ISO 21415– 1:2009 «Пшениця і пшеничне борошно»; вміст білка в зерні за ДСТУ 4117:2007, ГОСТ 10846-91 «Зерно і продукти його переробки»; натуру зерна за ДСТУ 4234:2003 «Зернові культури».

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Регулювання чисельності бур'янів в посівах пшениці озимої за дії хімічних і біологічних препаратів

Посіви пшениці озимої володіють досить слабкою конкуренцією з бур'янами, оскільки рослини мають досить невеликий коефіцієнт кущіння та значно слабшу кореневу систему, тому контроль забур'яненості – важливий агротехнічний захід, який забезпечує стабільність врожайності зерна. Одним із найголовніших завдань у технологічному циклі – це контроль бур'янів у посівах пшениці, чим швидше будуть знищені бур'яни, тим більший буде потенційний врожай, тому для забезпечення найліпших умов на ранніх стадіях росту сільськогосподарської культури застосовують гербіциди.

Серед причин, що впливають на зниження врожаю сільськогосподарських культур і погіршення його якості, значне місце займають бур'яни. Вони використовують вологу та поживні речовини, які знаходяться у ґрунті і тим самим погіршують умови росту та розвитку рослин. На сьогодні боротьба з бур'янами у посівах ведеться в основному хімічними методами. Але звертаючи увагу на екологічну ситуацію, необхідно відроджувати і застосовувати заходи, які були б екологічно безпечними. Постала необхідність впровадження якісно нових технологій вирощування сільськогосподарських культур [51].

У наших дослідах ми вносили гербіциди Твіст 250 в. г. та регулятор росту Біолан. Внесення гербіциду як окремо, так і разом з регулятором росту призвело до зміни бур'янового угрупування, бакова суміш дала можливість зменшити забур'яненість як злакових так і дводольних бур'янів.

В ході проведення досліджень із вивченню впливу гербіцидів Твіст та регулятора росту рослин Біолан на забур'яненість агроценозу пшениці озимої була встановлено, що використання досліджуваних препаратів дозволило контролювати чисельність бур'янів у посівах пшениці та наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вплив гербіцидів і регуляторів росту на чисельність бур'янів в посівах пшениці озимої, 2023 р.

Варіант досліду	Кількість бур'янів шт./м^2			Знищення бур'янів за кількістю, %		
	всього	злакові	дводольні	всього	злакові	дводольні
Контроль (без препаратів)	106	39	67	-	-	-
Біолан 20 мл/га	40	26	16	62,3	33,3	27,6
Твіст 40 г/га	34	30	4	67,9	23,1	94,0
Твіст 50 г/га	22	20	2	81,7	48,7	97,0
Твіст 60 г/га	16	15	1	84,9	61,5	98,5
Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	27	24	3	75,3	38,5	95,5
Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	16	14	2	85,3	64,1	97,0
Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га	8	7	-	92,5	82,1	100

За результатами досліджень видно, що кількість бур'янів в контролі становила 106 шт./м^2, в тому числі переважали дводольні бур'яни, їх кількість становила 67 шт./м^2, кількість злакових бур'янів була дещо меншою і становила 39 шт./м^2. При внесенні регулятора росту рослин Біолану кількість бур'янів дещо знижувалася і становила 34 шт./м^2, при цьому процент знищення бур'янів складав 62,3%, в тому числі 27,6 % відмічалося знищення дводольних бур'янів, а процент знищення злакових бур'янів становив 33,3%. Це пояснюється тим, що злакові бур'яни є більш стійкими, за короткий час вони здатні сформувати потужну кореневу систему яка забезпечує рослини вологою в посушливі періоди, тому вони є досить посухо- та жаростійкими. А ще вони середньо вибагливі до забезпечення світлом і тому можуть непогано розвиватись навіть за

умов затінення в загущених посівах. Внесення гербіциду Твіст в нормах 40 - 60 г/га дало змогу зменшити загальну кількість бур'янів на 67,9 – 84,9%, при чому найбільший відсоток знищених бур'янів відмічався саме в дводольних і становив 94 – 98,5%, оскільки даний гербіцид забезпечує контроль саме дводольних бур'янів. Хоча слід також відмітити і позитивну дію цього гербіциду на злакові бур'яни, процент знищення бур'янів становив 23,1 – 63,5%. При внесенні максимальної норми Твісту (60 г/га) була відмічена стимулююча дія гербіциду і процент знищених бур'янів був найвищим в порівнянні з контролем та іншими нормами гербіциду. При застуванні гербіциду сумісно з регулятором росту дія гербіциду Твіст підсилювалася і це дало змогу знищити більшу кількість бур'янів за всіх норм гербіциду. Внесення Твісту в нормі 60 г/га сумісно з Біоланом забезпечило 92,5% знищених бур'янів, при чому злакові бур'яни були знищені на 82,1%, а дводольні бур'яни на 100%.

Отже, із результатів досліджень можна сказати, що внесення гербіциду Твіст в посівах пшениці озимої забезпечує 67,9 – 92,5% знищення бур'янів, при чому найбільший відсоток знищених бур'янів відмічається при внесенні бакової суміші гербіцида з регулятором росту. як злакових так і дводольних бур'янів, що дає змогу набагато краще розвиватися рослині.

3.2. Вплив хімічних та біологчних перпаратів на азотфіксувальні мікроорганізми родів *Azotobacter* і *Clostridium*

Велику роль у грунтових мікроорганізмах відіграють вільноживучі азотфіксатори, які зосереджені переважно в ризосфері. В даний час здатність фіксувати азот в навколишньому середовищі виявлена у більш ніж 60 видів бактерій, включаючи мікроорганізми родів Azotobacter і Clostridium. Встановлено, що позитивна дія бактерій роду Azotobacter на рослини визначається двома факторами: поглинанням молекулярного азоту та різноманітних біологічно активних речовин (фітогормонів, антибіотиків, вітамінів групи В, органічних кислот, здатністю синтезувати амінокислоти

тощо).) [52]. Азотфіксуючі бактерії роду Clostridium також поглинають молекулярний азот і перетворюють його у форми, доступні іншим мікроорганізмам і рослинам. Проте ефективність азотфіксації залежить від антропогенних факторів, у тому числі агротехнічних, які створюють специфічні умови для росту рослин. Крім того, окремі літературні публікації свідчать про залежність росту асоціативних азотфіксаторів від застосування гербіцидів та регуляторів росту рослин у посівах. [53].

В наших дослідах ми вивчали чисельність азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* та роду *Clostridium* ризосфери пшениці озимої за внесення гербіциду Твіст та регулятором росту рослин Біолан. Аналіз одержаних результатів досліджень засвідчує, що зі збільшенням норми внесення гербіциду Твіст кількість асоціативних бактерій роду Azotobacter у ризосфері пшениці озимої зменшувалась в порівнянні з контрольним варіантом (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Чисельність асоціативних азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* та роду *Clostridium* (тис. КУО/г ґрунту) в посівах пшениці озимої за дії гербіциду Твіст та РРР Біолан, 2023 р.

Варіант досліду	*Azotobacter*		*Clostridium*	
	10 -та доба	20 -та доба	10 -та доба	20 -та доба
Контроль (без препаратів)	45	49	6,1	7,7
Біолан 20 мл/га	48	50	9,1	10,1
Твіст 40 г/га	31	49	10,5	12,2
Твіст 50 г/га	30	48	8,8	11,0
Твіст 60 г/га	27	46	7,7	10,3
Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	35	49	12,3	13,2
Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	34	48	11,2	12,0
Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га	32	47	9,4	10,6

Так, за обробки посівів пшениці озимої гербіцидом Твіст у нормах 40, 50 і 60 г/га на десяту добу після внесення гербіциду відмічалося зниження чисельності даних бактерій роду *Azotobacter* на 31, 33 і 40% відповідно до норм препарату в порівнянні з контрольним варіантом.

За сумісного внесення у посівах пшениці озимої досліджуваних норм гербіциду Твіст із регулятором росту рослин Біолан кількість оброслих колоніями грудочок ґрунту відносно варіантів із самостійним внесенням гербіциду зростала, однак все ж таки була нижчою за показник у контролі на 22, 24 і 29% відповідно до норм гербіциду Твіст. Застосування у посівах пшениці озимої регулятора росту рослин Біолан у нормі 20 мл/га стимулювало ріст азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter* та забезпечувало збільшення їх росту на 7% відносно контролю.

Ріст азотобактера у ризосфері пшениці озимої на 20-й день обліку у варіанті досліду із внесенням регулятора росту рослин Біолану відновлювавсяі становив 100%. За внесення Твісту в нормах 40–60 г/га кількість оброслих колоніями грудочок знижувалась на 1–4 шт. Сумісне внесення тих же норм гербіциду з РРР Біолан 20 мл/га виявляло оптимальний вплив на розвиток бактерій роду *Azotobacter*, де зниження кількості оброслих колоніями грудочок ґрунту відносно контролю складало 1–3 шт.

Отримані дані дають можливість нам стверджувати, що за внесення в посівах пшениці озимої регуляторів росту в баковій суміші з гербіцидом негативна дія гербіциду послаблюється. Особливо найбільш позитивний вплив на ріст азотфіксувальних бактерій роду Azotobacter виявляє композиція препаратів 40 г/га Твісту сумісно з регулятором росту рослин Біолан 20 мл/га що, очевидно, є наслідком зниження негативної дії ксенобіотика на рослини і ґрунт за активізації фізіолого-біохімічних процесів рослин під впливом рістрегулятора.

Дослідженнями В. П. Карпенка та співавторів [54] показано, що азотфіксуючі бактерії роду *Clostridium* більш стійкі до застосування гербіцидів, ніж мікроорганізми роду *Azotobacter.*

На 10-ту добу після використання в посівах пшениці озимої гербіциду Твіст у нормах 40, 50 і 60 г/га кількість бактерії роду *Clostridium* зменшувалась, проте вона перевищувала контроль на 72, 44 і 26% відповідно, тоді як на 20-ту добу їх чисельність зростала на 3,7; 2,0 та 1,0 КУО/г ґрунту. За сумісного використання тих же норм гербіциду Твіст із регулятором росту рослин Біолан чисельність бактерій роду *Clostridium* перевищила контроль на 6,0; 5,0 і 4,0 тис. КУО/г ґрунту – на 10 добу, та 4,0; 2,7 і 0,33 тис. КУО/г ґрунту – 20-ту добу відповідно до внесених препаратів.

Таким чином, у результаті проведених досліджень доведено, що розвиток асоціативних азотфіксаторів у посівах озимої пшениці залежить від принципів і способів застосування досліджуваних препаратів. Азотфіксувальні бактерії роду *Azotobacter* виявляють чутливість до дії гербіциду в ранній період після застосування гербіциду, водночас бактерії роду *Clostridium* більш стійкі до дії цього хімічного агента. Найвищі рівні активності ризосферних азотфіксаторів родів *Azotobacter* і *Clostridium* спостерігаються при одночасному застосуванні Твісту в нормі 40 г/га з Біоланом 20 мл/га.

3.3. Вплив гербіциду Твіст та РРР Біолану на загальна чисельність ризосферних мікроорганізмів

Спрямованість життєдіяльності мікробіоти ґрунту визначає рівень продуктивності сільськогосподарських культур, оскільки мікроорганізми перебувають у тісній взаємодії з усіма компонентами біоценозу, в тому числі і рослинами, утворюючи складну систему: ґрунт – рослина – мікроорганізми, які беруть участь у руйнуванні органічної речовини, кругообігу біогенних елементів, зберігають родючість і забезпечують рослини необхідними поживними речовинами [55].

Ґрунтова мікробіота представлена в основному бактеріями та мікроскопічними грибами, які беруть участь у розкладанні різноманітних органічних речовин, виробляючи різноманітні ферменти. В сучасних умовах інтенсифікації виробництва викликає занепокоєння стан ґрунту, оскільки

застосування хімікатів, зокрема гербіцидів, порушує баланс між різними групами мікробіоти [22]. Тому доцільно виявляти вплив препаратів різної фізіологічної дії на ріст важливих груп мікроорганізмів.

У результаті виконаних досліджень встановлено, що чисельність бактерій у ризосфері пшениці озимої змінювався і залежала внесенних препаратів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Чисельність бактерій в посівах пшениці озимої за дії гербіциду Твіст та РРР Біолан, (тис. КУО/г ґрунту), 2023 р.

Варіант досліду	10 -та доба	20 -та доба
Контроль (без препаратів)	1188	1337
Біолан 20 мл/га	1470	1885
Твіст 40 г/га	1592	1834
Твіст 50 г/га	1534	1815
Твіст 60 г/га	1504	1769
Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	1703	1995
Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	1689	1978
Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га	1644	1899

Так, на 10-ту добу після внесення у посівах пшениці озимої гербіциду Твіст у нормах 50 та 60 г/га у варіантах досліду простежувалось зростання чисельності бактерій на 29 та 27 % у порівнянні з контролем, тоді як за внесення 40 г/га – на 34% При внесенні гербіциду Твіст у досліджуваних нормах 40–60 г/га з Біоланом 20 мл/га ріст бактерій був більш активним і їх чисельність перевищувала контроль на 43, 42 і 38 % відповідно. Помітне зростання кількості бактерій за сумісної дії гербіциду і регулятора росту зумовлено стимуляцією ростових процесів при дії Біолану, що підсилює наростання кореневої системи і створює додаткову площу для живлення більшої кількості бактерій.

Подальший аналіз росту ризосферних бактерій пшениці озимої показав, що найвищі показники їх чисельності отримано у варіантах, де застосували бакові суміші гербіциду Твіст в нормах 40–60 г/га із з РРР Біоланом 20 мл/га. В цих варіантах досліду показники чисельності бактерій перевищували контроль 42 – 49%.

Важливу роль у ґрунтоутворенні та процесах кругообігу азоту відіграють мікроскопічні гриби, які беруть безпосередню участь в амоніфікації та утворення біологічно активних речовин, зокрема амінокислот, ферментів, антибіотиків, полісахаридів, вітамінів.

Таблиця 3.4

Чисельність грибів (тис. КУО/г ґрунту) в посівах пшениці озимої за дії гербіциду Твіст та РРР Біолан, 2023 р.

Варіант досліду	Мікроміцети		Актиноміцети	
	10 -та доба	20 -та доба	10 -та доба	20 -та доба
Контроль (без препаратів)	290	277	227	250
Біолан 20 мл/га	390	337	253	263
Твіст 40 г/га	384	374	247	277
Твіст 50 г/га	374	370	236	275
Твіст 60 г/га	363	359	234	263
Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	425	345	288	256
Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	418	410	268	321
Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га	411	401	272	304

В результаті наших досліджень (табл. 3.4) з визначення загальної кількості мікроскопічних грибів доведено, що у варіантах з використанням гербіциду Твіст у нормах 40, 50 і 60 г/га чисельність мікроміцетів зростала відносно контролю на 32; 29 та 26 %, актиноміцетів – на 9; 4 і 2 %. Внесення лише самого регулятора росту рослин Біолану в нормі 20 мл/га забезпечило зростання

чисельності мікроміцетів на 35 % та актиноміцетів – на 31 % відносно контролю. За сумісного застосування гербіциду Твіст у нормах 40, 50 і 60 г/га з Біоланом в нормі 20 мл/га кількість мікроміцетів зростала на 46, 44 та 42 %, в той час як актиноміцетів було дещо менше, але їх кількість перевищувала контрольний варіант на 27, 18 і 20 %.

При підрахунку мікроміцетів та актиноміцетів на 20-ту добу після застосування препаратів простежувалась подібна закономірність щодо розвитку мікроорганізмів, проте їх чисельність істотно зростала у порівнянні з попереднім обліком. Так, у варіанті із внесенням Біолану в нормі 20 мл/га простежувалось зростання мікроміцетів – на 48 %, актиноміцетів – на 5 %. Посходове внесення гербіциду Твіст у нормах 40–60 г/га окремо та в суміші з регулятором росту рослин Біоланом сприяло збільшенню чисельності ґрунтових грибів. Зокрема за внесення самого гербіциду кількість мікроміцетів зростала до 31–29 %, а актиноміцетів 10–5 % проти контролю. Найбільша кількість і мікроміцетів і актиноміцетів відмічалася в варіантах досліду із внесенням сумішків гербіциду і регулятора росту, їх кількість зростала відповідно на 25-44% та 2-21%.

Підсумовуючи вище сказане, можна зробити висновок, що збільшення чисельності мікроміцетів та актиноміцетів у ризосфері пшениці озимої однозначно є наслідком збільшення надземної та кореневої маси рослин, що утворює велику кількість кореневих залишків, що створює ідеальне середовище для росту цих груп мікроорганізмів.

3.4. Вплив гербіциду Твіст та РРР Біолану на чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів

Відомо, що зростання пестицидного навантаження на агроценози може призвести до значного еколого- трофічного погіршення груп мікроорганізмів, зміни співвідношення між ними, внаслідок чого відбувається порушення відносин в системі сільського господарства, і як наслідок, знижується біологічна активність ґрунту. Проте вчені зазначають, що одночасне застосування гербіцидів і регуляторів росту послаблює їх негативну дію на мікроорганізми.

Зважаючи на це, важливими є дослідження активності мікробних угруповань, які беруть участь у перетворенні речовин у доступні для рослин форми та живлення корисної мікробіоти ґрунту.

Вивчення росту целюлозоруйнівних мікроорганізмів у ризосфері озимої пшениці дає змогу оцінити біологічну активність ґрунту, тобто інтенсивність руйнування целюлози, яка є основним джерелом енергії для ґрунтової мікробіоти.

У результаті проведених досліджень встановлено, що низька забезпеченість вологою у 2023 негативно вплинула на чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів ризосфери пшениці озимої (табл.3.5).

Таблиця 3.5

Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів в посівах пшениці озимої за дії гербіциду Твіст та РРР Біолан, (тис. КУО/г ґрунту), 2023 р.

Варіант досліду	10 -та доба	20 -та доба
Контроль (без препаратів)	1313	1557
Біолан 20 мл/га	1438	1705
Твіст 40 г/га	1462	1733
Твіст 50 г/га	1465	1737
Твіст 60 г/га	1424	1688
Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	1516	1798
Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	1502	1782
Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га	1481	1757

В варіантах досліду з використання гербіциду Твіст та регулятора росту рослин чисельність целюлозоруйнівних бактерій була вищою, ніж в контролі й істотно не знижувалась зі збільшенням норм гербіциду, що засвідчує високу стійкість спорових форм мікроорганізмів до дії пестицидів. Так, на 10-ту добу за

внесення гербіциду Твіст у нормах 40–60 г/га чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів зростала на 11–8 %, тоді як за сумісного застосування цих же норм гербіциду Твіст із регулятором росту рослин Біолан 20 мл/га – на 16–13 % проти контролю. На 20-ту добу після застосування досліджуваних препаратів було встановлено, що розвиток целюлозоруйнівних бактерій мав подібну залежність, як і на 10–ту добу, проте їх чисельність значно зростала. Найбільша чисельність целюлозоруйнівних бактерій відмічалася в варіантах досліду, де гербіцид вносився сумісно із регулятором росту і перевищував контрольний варіант на 13 -16%.

Збільшення кількості целюлозоруйнівних бактерій у ризосфері пшениці озимої свідчить про прискорення процесу перетворення органічної речовини, при цьому мінеральний азот перетворюється в доступні для поживних речовин форми і бере участь в обмінних процесах рослин і мікроорганізмів.

У посівах пшениці озимої поряд з асоціативними азотфіксувальними мікроорганізмами до складу мікробних ценозів входять види бактерій, які здатні розкладати азотовмісні органічні речовини. Процес розкладу цих речовин контролюють амоніфікатори.

Аналізуючи розвиток амоніфікуючих мікроорганізмів у посівах пшениці озимої було встановлено, що низька кількість опадів та висока температура негативно впливали на розвиток досліджуваних мікроорганізмів (табл. 3.6).

На 10-ту добу після внесення Біолану кількість амоніфікаторів зросла на 35% проти контрольного варіанту. За внесення гербіциду Твіст в нормах 40, 50 та 60 г/га було встановлено, що із наростанням норм гербіциду їх чисельність знижувалась, проте перевищувала контроль на 46, 43 та 40%. Подібна залежність простежувалась і за сумісного використання гербіциду Твіст у тих же нормах із Біоланом, де чисельність амоніфікуючих бактерій була вищою порівняно з контролем на 53, 51 та 47 %. На 20-ту добу чисельність амоніфікуючих бактерій зростала при всіх нормах внесення гербіциду Твіст, особливо при застосуванні бакової суміші гербіциду із регулятором росту рослин. Найактивніше амоніфікуючі бактерії розвивалися при найнижчій нормі внесення 40 г/га, що

перевищувало контроль на 52%, в той час як при нормах 50 і 60 г/га їх кількість зростала на 50 та 46% (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів (тис. КУО/г ґрунту) в посівах пшениці озимої за дії гербіциду Твіст та РРР Біолан, 2023 р.

Варіант досліду	Амоніфікуючі		Нітрифікуючі	
	10 -та доба	20 -та доба	10 -та доба	20 -та доба
Контроль (без препаратів)	144	171	15,5	27,2
Біолан 20 мл/га	194	230	18,5	33,6
Твіст 40 г/га	210	249	18,8	34,8
Твіст 50 г/га	206	244	17,2	33,5
Твіст 60 г/га	202	239	16,8	32,6
Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	220	260	21,4	35,0
Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	217	257	19,5	33,9
Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га	211	250	18,8	32,9

Аміак, що утворюється в процесі амоніфікації, є субстратом для інших групи мікроорганізмів – нітрифікаторів, які здійснюють окислення амонію у нітрати, що є доступною формою для рослин і корисної мікробіоти.

За обліку чисельності нітрифікуючих мікроорганізмів на 10–ту добу після застосування досліджуваних препаратів було встановлено, що нітрифікатори є досить чутливими до дії гербіциду і їх чисельність знижувалась із зростанням норм внесення гербіциду (табл. 3.6).

При внесенні гербіциду Твіст в нормах 40, 50 і 60 г/га кількість нітрифікаторів перевищувала контроль на 21, 11 і 8%. Внесення тих же норм гербіциду сумісно з Біоланом сприяло зростанню кількості нітрифікаторів у ризосфері пшениці озимої відповідно на 38, 26 і 21 %.

На 20–ту добу після застосування досліджуваних препаратів було встановлено, що сумісне внесення гербіциду Твіст із регулятором росту рослин Біолан мало більш кращий вплив на розвиток ніктифікаторів. Їх кількість зростала при всіх нормах внесення гербіциду і перевищувала контроль на 29, 25 і 21% відповідно до норм гербіциду.

Таким чином, целюлозоруйнівні та амоніфікуючі мікроорганізми виявились менш чутливими до дії гербіциду ніж нітрифікуючі, проте із наростанням норм гербіциду їх чисельність зменшувалась, але водночас була вищою від показників контрольного варіанту. Причиною зниження чисельності та фізіолого-біохімічної активності нітрифікаторів може бути їхня висока чутливість до водорозчинних органічних речовин, концентрація яких суттєво підвищується у результаті мікробіологічної деградації хімічних сполук.

3.5. Формування врожаю та якості зерна пшениці озимої залежно від внесення гербіциду Твіст і регулятора росту рослин Біолан

Урожайність зерна сільськогосподарських хлібних культур загалом є одна з найважливіших функціональних характеристик в оцінці чинників впливу, за якими проводяться дослідження.

У результаті проведених досліджень встановлено, що в результаті зменшення кількості бур’янів під дією гербіцидів спостерігалося значне збереження урожаю пшениці озимої і покращення якісних показників (табл. 3.7).

При внесенні гербіциду Твіст в нормах 40, 50 і 60 г/га врожай пшениці озимої зростав в усіх варіантах досліду в порівнянні з контролем. Зокрема в контролі врожайність становила 4,87 т/га, в той час як при внесенні відповідних норм гербіциду врожайність зростала до 5,17 – 5,52 т/га, це в свою чергу забезпечило прибавку врожаю, яка становила 0,3 – 0,65 т/га. Найбільший процент прибавки врожаю отримано в результаті внесенні 50 і 60 г/га гербіциду, що забезпечило відповідно 12,7 і 13,3% прибавки.

Сумісне внесення гербіциду і регулятора росту рослин значно покращує умови рості і розвитку рослин пшениці озимої, що мало своє відображення на

Таблиця 3.8

Вплив гербіциду Твіст та регулятора росту рослин Біолан на урожайність пшениці озимої, т/га, 2023 р.

Варіант досліду	Урожайність	Прибавка	
		т/га	%
Контроль (без препаратів)	4,87	-	-
Біолан 20 мл/га	5,17	0,3	6,2
Твіст 40 г/га	5,35	0,48	9,9
Твіст 50 г/га	5,49	0,62	12,7
Твіст 60 г/га	5,52	0,65	13,3
Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	5,75	0,88	18,1
Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	5,97	1,11	22,6
Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га	6,10	1,23	25,3
$НІР_{0,05}$	*0,28*		

врожайності даної культури. Внесення гербіциду Твіст в нормах 40, 50, 60 г/га сумісно з Біоланом забезпечило суттєву прибавку врожаю відповідно 18,1, 22,6, 25,3%, $НІР_{0,05}$ при цьому становив 0,28.

Натура зерна входить в характеристику основних показників якості зерна. Це маса зерна в обсязі об'єму 1 л – г/л. Різна натура зернових хлібних культур залежить від щільності укладення і щільності різних частин зернівок. Відповідно натура зерна залежить також від його чистоти і вологості.

Аналізуючи показники якості зерна слід відмітити, що при застосуванні гербіциду Твіст натура зерна зростала, зокрема при внесенні 40-60 г/га препарату показники натури зерна збільшувалися відносно контрольного варіанту на 3,0 – 4,2%. Особливо кращі показники натури зерна отримано при сумісному застосуванні гербіциду і регулятора росту рослин, що збільшувало даний показник на 3,4 – 5,3% відповідно до внесених норм гербіциду (табл.3.9).

Біохімічним властивостям зерна сільськогосподарських культур завжди надавали вагомого значення. Найбільший вміст білків в зерні пшениці, дещо менший в зерні жита, вівса, проса, ячменю і ще менше в зерні кукурудзи. Вміст

Таблиця 3.9

Якісні показники зерна пшениці озимої, 2023 р.

Варіант досліду	Натура, г/л	Вміст білка,%	Вміст клейковини,%
Контроль (без препаратів)	787	12,26	23,5
Біолан 20 мл/га	808	13,08	26,3
Твіст 40 г/га	810	13,26	26,6
Твіст 50 г/га	820	13,54	27,8
Твіст 60 г/га	816	13,41	26,9
Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	814	13,45	27,5
Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	829	13,82	29,1
Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га	822	13,53	28,2

білків в зерні сільськогосподарських культур залежить від сорту, факторів технології, та факторів вегетації. При збільшенні вмісту білка, що особливо важливо для якості зерна пшениці, зростає частка проламінів і глютелінів, а частка альбумінів і глобулінів зменшується, тобто фракції розчинних білків у воді і слабких сольових розчинах стають меншими. Проламіни та глютеліни утворюють сильно гідратований студень, який є клейковиною. Вміст клейковини сприяє підвищенню споживчої цінності хліба і заразом є важливим чинником хлібопекарської якості борошна.

Досліджуючи вплив гербіцида Твіст і регулятора росту рослин Біолана слід відмітити, що вони не проявляли негативної дії на показники вмісту білка і клейковини в зерні пшениці озимої. Навпаки, за їх застосування дані показники покращувалися при всіх нормах і способах внесення, особливо при сумісному внесенні. Найкращі показники складу зерна відмічалися за внесення Твісту в нормі 50 г/га сумісно з Біоланом, при цьому вміст білка в зерні зростав до 13,82% при 12,26% в контролі, а вміст клейковини збільшувався на 23,8% проти контролю.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Виробництво будь-якої продукції, в тому числі і вирощування пшениці озимої, повинно бути економічно обґрунтовано, тобто повинно бути економічно ефективним. Тому що кінцевою метою будь-якого виробництва є прибуток. В даний час, в умовах ринкової економіки, залучаючи додаткові капіталовкладення, слід наперед прораховувати економічну ефективність того чи іншого засобу виробництва в який вкладають кошти.

Результати проведення економічної оцінки ефективності застосування гербіциду Твіст та регулятора росту Біолан дають можливість стверджувати, що найбільш ефективним, виходячи з приросту врожаю зерна пшениці озимої є застосування Твісту сумісно з регулятором росту рослин Біоланом (табл. 4.1).

Формування в цих варіантах досліду найвищого приросту зерна сприяло одержанню найвищого чистого прибутку з 1 га посівної площі. Так, чистий прибуток в контролі становив 6347 грн/га, а при внесенні Твісту в нормах 40, 50 та 60 г/га з Біоланом він зростав до 9059, 9965 та 10465 грн/т.

Застосування гербіциду і регулятора росту рослин в посівах пшениці озимої сприяло зниженню собівартості 1 ц продукції. Найменшою була собівартість при застосуванні Твісту в нормі 60 г/га з Біоланом, що становило 2784 грн/т при 3197 грн/т в контролі.

Рівень рентабельності в усіх варіантах досліду зростав, але найвищим він був при внесенні Твісту сумісно з Біоланом, що відповідно становило 53,9, 59,0 та 61,6%.

Таким чином, виходячи з оцінки економічної ефективності гербіцид Твіст найефективніше застосовувати в посівах пшениці озимої сумісно з регулятором росту рослин Біолан.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність застосування гербіциду Твіст і РРР Біолан в посівах пшениці озимої

Показники	Варіанти досліду							
	Контроль (без препаратів)	Біолан 20 мл/га	Твіст 40 г/га	Твіст 50 г/га	Твіст 60 г/га	Твіст 40 г/га + Біолан 20 мл/га	Твіст 50 г/га + Біолан 20 мл/га	Твіст 60 г/га + Біолан 20 мл/га
Урожайність, т/га	4,87	5,17	5,35	5,49	5,52	5,75	5,97	6,10
Прибавка врожаю, т/га	-	0,3	0,48	0,62	0,65	0,88	1,11	1,23
Ціна реалізації 1 т	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Вартість валової продукції, грн./га	21915	23265	24075	24705	24840	25875	26865	27450
В тому числі додаткової, грн/га	-	1350	2160	2790	2925	3960	4995	5535
Загальні затрати, грн	15568	16478	16706	16790	16875	16816	16900	16985
Додаткові затрати, грн	-	910	1138	1222	1307	1248	1332	1417
Собівартість 1 т, грн.	3197	3187	3123	3058	3057	2924	2830	2784
Умовно чистий прибуток, грн.	6347	6787	7369	7915	7965	9059	9965	10465
Рівень рентабельності, %	40,8	41,2	44,1	47,1	47,2	53,9	59,0	61,6

ВИСНОВКИ

1. Внесення гербіциду Твіст в посівах пшениці озимої забезпечує 67,9 – 92,5% знищення бур'янів, при чому найбільший відсоток знищених бур'янів відмічається при внесенні бакової суміші гербіцида з регулятором росту рослин Біоланом.

2. Найвищі рівні активності ризосферних азотфіксаторів родів *Azotobacter* і *Clostridium* спостерігаються при одночасному застосуванні Твісту в нормі 40 г/га з Біоланом 20 мл/га.

3. При внесенні гербіциду Твіст у досліджуваних нормах 40–60 г/га з Біоланом 20 мл/га ріст бактерій був більш активним і їх чисельність перевищувала контроль на 43, 42 і 38 % відповідно. Найбільша кількість і мікроміцетів і актиноміцетів також відмічалася в варіантах досліду із внесенням сумішків гербіциду і регулятора росту, їх кількість зростала відповідно на 25–44% та 2– 21%.

4. Найбільша чисельність целюлозоруйнівних бактерій відмічалася в варіантах досліду, де гербіцид вносився сумісно із регулятором росту і перевищував контрольний варіант на 13–16%.Чисельність амоніфікуючих бактерії була найвищою при нормі внесення 40 г/га, що перевищувало контроль на 52%, в той час як при нормах 50 і 60 г/га їх кількість зростала на 50 та 46%. Внесення тих же норм гербіциду сумісно з Біоланом сприяло зростанню кількості нітрифікаторів у ризосфері пшениці озимої відповідно на 38, 26 і 21 %.

5. Найвищу прибавку врожаю з кращими показниками натури зерна, вмісту білка та клейковини отримано в варіантах досліду, де гербіцид Твіст вносився в суміші з регулятором росту рослин Біоланом, що забезпечило прибавку зерна на 18,1 – 25,3%, зростання натури зерна на 3,4 – 5,3%, вмісту білка на 9,7-12,7%, вмісту клейковини на 17,1 – 23,8%.

6. Найвищий чистий прибуток відмічався при внесенні Твісту в нормах 40-60 г/га з Біоланом, Найменшою була собівартість при застосуванні Твісту в нормі 60 г/га з Біоланом, що становило 2784 грн/т при 3197 грн/т в контролі. Рівень рентабельності в усіх варіантах досліду зростав, але найвищим він був при

внесенні Твісту сумісно з Біоланом, що відповідно становило 53,9, 59,0 та 61,6%.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Для підвищення врожайності і якості зерна пшениці озимої та з метою біологізації технології її вирощування, що передбачає активізацію проходження основних мікробіологічних процесів в ґрунті в умовах Правобережного Лісостепу України в посівах культури доцільно застосовувати гербіцид Твіст в сумішках із регулятором росту рослин Біоланом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Симочко Л. Ю., Симочко В.В. Екологічні показники спрямованості мікробіологічних процесів у ризосфері озимої пшениці. Науковий вісник Ужгородського університету Серія Біологія, Випуск 19. 2006. С. 218 – 221.

2. Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф., Валагурова В. О., Козерицька В. Є., Пономаренко С. П. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К.: Обереги, 2001. –240 с.

3. Патика М.В., Колодяжний О.Ю. Формування мікробного комплексу чорнозему типового в агроценозі пшениці озимої за різних систем землеробства. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 2. 2014. С. 22 – 33.

4. Леонтюк І.Б. Ефективність застосування біологічно активних речовин в посівах пшениці озимої. Всеукраїнська наукова Інтернет-конференції «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату», 25 червня 2021 р., Умань, С. 19– 22.

5. Мордерер Є. Ю., Мережинський Ю. Г. Гербіциди. Механізми дії та практика застосування. Київ: Логос, 2009. 379 с.

6. Грицаєнко З. М., Поживілова О. В., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні механізми формування високої продуктивності ячменю ярого за комплексної дії гербіцидів різних хімічних класів і рістрегулюючих препаратів. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2011. С. 25–38.

7. Михальська Л. М. Ефективність осіннього застосування гербіцидів на посівах пшениці озимої. Карантин і захист рослин. 2015. № 7. С. 3–6.

8. Швартау В. В. Гербіциди. Основи регуляції фітотоксичності та фізикохімічні і біологічні властивості: у 2 т. Київ: Логос, 2009. 1046 с.

9. Швартау В. В., Михальська Л. М. Гербіциди. Фізико-хімічні та біологічні властивості. Київ: Логос, 2013. 906 с.

10. Іващенко О. О. Екологічне контролювання бур’янів у широкорядних посівах. Карантин і захист і рослин. 2014. № 3. С. 6–9.

11. Мордерер Є. Ю. Мережинський Ю. Г. Застосування бакових сумішей гербіциду гранстару та ланцелоту на посівах озимої пшениці. Фізіологія і біохімія культурних рослин. 2002. Т. 34. № 1. С. 35–39.

12. Джам О.В. Гербіциди і мікрофлора. Захист рослин. 1998. № 2. С. 7 – 8.

13. Joshi M.M. Brown H.M., Romesser J.A. Degradation of clorsulfuron by soil microbes. Pros.West.Soc.Weed Sci. 1984. Vol.37. P.63.

14. Chabanyuk Y., Brovko I., Koretsky A., Mazur S. Functioning of soil microbiota under the influence of herbicides. Агроекологічний журнал. 2016. № 4. С. 122–127.

15. Андріюк К.І, Іутинська Г.О., Антипчук А.Ф. Функціонування мікробних угруповань в умовах антропогенного навантаження. К.: Обереги, 2001. 240 с.

16. Мазур С.О., Чабанюк Я.В., Шерстобоєва О.В., Дем'янюк О.С., Бровко І.С., Кордунян О.О., Грузінський С.Ю., Шацман Д.О. Оптимізація мікробного біорізноманіття ґрунтів агроекосистем: Методичні рекомендації. К., 2018. 58 с.

17. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M. T. Microbial diversity and soil functions. European Journal of Soil Science. 2003. Vol. 54. P. 655–670.

18. Microbial Diversity in Soils. B. Giri, P. Huong Giang, R. Kumari [et al]. Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions. 2005. P. 19–49.

19. Леонтюк І.Б. Біологічна активність ґрунту в посівах пшениці озимої за дії гербіциду Калібру. Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасні аспекти захисту рослин в Україні», 14-15 травня 2018 р. Уманський НУС. С. 19 – 20.

20. Патика В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. К.: Урожай, 1993. 176 с.

21. Гудзь С. О. Аспекти екологізації землеробства та стан мікробних угруповань ґрунту, як активного компоненту агробіогеоценозів. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: VIII Міжнародна науково-практична конференція молодих учених, с. Центральне, 24 квітня 2020 року: тези доповіді. Центральне, 2020. С. 49.

22. Гудзь С. О., Сківка Л. М., Присяжнюк О. І., Цвей Я. П. Мікробіологічна активність ґрунту за вирощування сої з різними варіантами добрив. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Біологія. 2020. Т. 80. № 1. С. 57–63.

23. Леонтюк І.Б., Притуляк Р.М. Вплив біологічно активних речовин на

мікробіологічну активність ґрунту посівів пшениці озимої. Тези доповідей XV З'їзду Товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського, 11-15 вересня 2017 р., Львів: СПОЛОМ, 2017. С. 74.

24. Карпенко В. П., Новікова Т. П., Притуляк Р. М. Чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері сочевиці за дії біологічних препаратів. Agrology. Дніпро. 2019. № 2 (3). С. 146-150.

25. Курдиш І. К. Ефективність інтродукції мікроорганізмів у агроекосистеми. XII з'їзд товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського: тез. доп., (Ужгород, 25–30 травня 2009 р.). НАН України, Мін. освіти і науки України, Тов. мікробіологів України [та ін.]. Ужгород. 2009. С. 16.

26. Грицаєнко З.М., Леонтюк І.Б. Біологічна активність грунту в посівах озимої пшениці в залежності від дії гербіцидів, внесених окремо і сумісно з біостимуляторами росту. Збірник наукових праць Уманської державної аграрної академії. 2001. С.101 – 105.

27. Steenhoudt O., Vanderleyden J. Azospirillum, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. FEMS Microbiol. Rev., 2000. V. 24. P. 487–506.

28. Токар А.Ю., Леонтюк І.Б., Башта О.В. Мікробіологічна активність ґрунту і фізіологічні процеси в рослинах пшениці озимої за комплексного застосування препарату Екофосфорин, гербіциду Калібр 75 і регулятора росту рослин Біосил. Наукові доповіді НУБіП України» 2013-1 (37). Режим доступу до журн.: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/Nd/2013_1/13tay.pdf 2013 березень № 1 (37).

29. Карпенко В. П., Шутко С. С. Чисельність мікробіоти ризосфери соризу за використання гербіциду й регулятора росту рослин. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. № 102. С. 46–52.

30. Шакалій С. М., Баган А. В., Єщенко В. М., Сенчук Т. Ю. Ефективність елементів біологізації технології вирощування пшениці озимої в Лісостеповій зоні України. Таврійський науковий вісник. 2020. № 112. С.174-180.

31. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур В.А. Мікробні препарати – складова органічного землеробства. Збірник наукових праць ВНАУ. 2011. №7. (47). С. 11 – 16.

32. Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтюк І.Б Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах і мікробіологічна активність ґрунту при застосуванні регуляторів росту рослин і бактеріальних препаратів. Посібник укр. хлібороба: рекомендації з вирощування якісного зерна та підняття його класності. 2009 . С. 72-83.

33. Голодрига О.В., Грицаєнко З.М. Активність грунтової мікрофлори. Вплив гербіцидів та біостимулятора росту Емістиму С на її чисельність у ризосфері сої. Карантин і захист рослин. 2008. №1. С. 18-20.

34. Патика В. П. Проблеми і перспектива використання мікробіологічних препаратів. Вісн. агр.науки. 2020. №11. С. 96–101.

35. Armitage J.P., Schmitt R. Bacterial chemotaxis: Rhodobacter sphaeroides and Sinorhizobium meliloti- variations on a theme? Microbiology. 2019. 143, №12. P. 3671-3682.

36. Пономаренко С.П. Екологічні аспекти застосування регуляторів росту рослин. Зб. наук.праць. Вип. 51. Уманська ДАА. 2017. 233 с.

37. Леонтюк І.Б. Врожайність пшениці озимої за дії гербіциду і регулятора росту. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Біолого-екологічні перспективи отримання високоякісної с.-г. продукції», 5 вересня 2019 р. С.10.

38. Грицаенко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтюк І.Б. Біологічно активні речовини в рослинництві /За ред. З.М. Грицаєнко. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2008. 352 с.

39. Розборська Л.В., Голодрига О.В., Заболотний О.І., Леонтюк І.Б. Продуктивність пшениці озимої на тлі застосування гербіциду Триатлон та регулятора росту Емістим С. Зб. наукових праць Білоцерківського державного аграрного університету «Агробіологія». 2018. № 1 (138). С. 185 – 192.

40. Карпенко В.Г. Суттєве застосування гербіцидів і регуляторів росту в посівах озимої пшениці та кукурудзи. Пропозиція. 2002 №4. С.73.

41. Rademacher W. Plant growth regulators: backgrounds and uses in plant production. Journal of plant growth regulation 2015. Vol. 34(4). P. 845 – 872.

42. Василенко М. Г, Стадник А.П, Душко П. М, Драга М. В, Кічігіна О.О, Зацарінна Ю.О., Перець С.В. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. Agroecological journal. 2018. № 1. С. 96 – 100.

43. Шевченко А.О., Сайдак Р.В. Особливості посівної озимої пшениці в осінній період. Пропозиція. 2003. №8/9. С. 36-37, 39.

44. Господаренко Г. М. Практикум з агрохімії. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2020. 148 с.

45. Гербіцид Твіст. Режим доступу: https://agrohim.in.ua/ua/p1667225219-gerbitsid-tvist-corteva.html

46. Регулятор росту рослин Біолан. Режим доступу: https://vseroste.com.ua/biolan-10-ml-agrobioteh

47. Пшениця озима сорту Оберіг Миронівський. Режим доступу: https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/oberig-mironivskiy

48. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О, Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і грунтів. Київ: ЗАТ „НІЧЛАВА, 2003. С. 17-18.

49. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М. та ін. Експерементальна грунтова мікробіологія: монографія / за наук. ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграр. наук. 2010. 464 с.

50. Національний стандарт України. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768:2010. К.: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.

51. Ковальов Г. Час захистити зернові культури від бур'янів. Опубліковано в журналі "Агроном". 2020. № 1. С. 46-51.

52. Bashan Y., Holguin G., De–Bashan L. Azospirillum – plant relationship: physiological, molecular, agricultural and environmental advances. Appl. Environ.

Microbial. 2004. № 8. P. 521–577.

53. Карпенко В. П., Притуляк Р.М., Чернега А.О. Азотфіксувальні мікроорганізми роду Azotobacter ризосфери ячменю озимого за обробки посівів гербіцидом Калібр 75 і регулятором росту рослин Біолан. Наукові записки Тернопільського НПУ ім. Володимира Гнатюка. 2014. № 3 (60). С. 83–87.

54. Карпенко В. П., Грицаєнко З.М., Притуляк Р.М. та ін. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин/ За ред. В.П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський», 2012. 357 с.

55. Копилов Є. П. Ґрунтові гриби як біологічний чинник впливу на рослини. Сільськогосподарська мікробіологія. 2012. № 15–16. С. 7–28.