

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Зав. кафедрою екології
проф. _____ В.І. Чорна
«___» грудня 2020 р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи

освітнього ступеня «магістр»

на тему: «Екологічна оцінка оптимізації продукційного процесу кукурудзи
в державному підприємстві «Дослідне господарство» «Дніпро» Інституту
зернових культур НААН України»

Виконала: здобувач вищої освіти 2 курсу,
Групи МгЕ-1-19 за спеціальністю 101
«Екологія»

Попова Олена Сергіївна _____

Керівник: _____ к.с.-г.н., доц.. Зленко І. Б.

Рецензент : _____ к.с.-г.н., с.н.с. Гайдаш О.Л.

Консультанти:

Економіки природокористування _____ к.е.н., доц. Галаган Т.І.

Охорони праці та безпеки в
надзвичайних ситуаціях _____ к.т.н., доц. Годяєв С. Г.

Дніпро 2020

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра екології
Спеціальність 101 "Екологія» для здобуття освітнього ступеня «магістр»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою екології
проф. _____ В.І. Чорна
« ____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу здобувача вищої освіти
Попова Олени Сергіївна

1. Тема роботи: Екологічна оцінка оптимізації продукційного процесу кукурудзи в державному підприємстві «Дослідне господарство» «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України

керівник роботи: к.с.-г.н., доцент Зленко І. Б

затверджена наказом по агроуніверситету від «27» жовтня 2020 р.

2. Термін здачі здобувачем вищої освіти закінченого роботи: «18» грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Дослідження літератури і результати проходження виробничої практики в державному підприємстві «Дослідне господарство» «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)
Розгляд літератури, матеріали і методи, результати та їх обговорення, економічна частина, охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Рисунків – 6
Таблиць – 26
Розділів – 5

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видано	завдання прийняв
4	К.е.н, доцен Галаган Т.І.		
5	К.т.н. доцент Годяєв С.Г.		

7. Дата видачі завдання: « 02 » вересня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН РОБОТИ

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури	02.09.20- 23.09.20	виконано
2	Методи і методика досліджень	24.09.20- 30.09.20	виконано
3	Результати досліджень та їх обговорення	1.10.20- 8.10.20	виконано
4	Економічна частина	14.10.20- 23.10.20	виконано
5	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	24.10.20- 31.10.20	виконано
6	Спиок використаних джерел	1.11.20- 3.11.20	виконано
7	Вступ	11.11.20- 20.11.20	виконано
8	Висновки	21.11.20- 23.11.20	виконано
9	Оформлення роботи	23.11.20- 13.12.20	виконано

Здобувач вищої освіти _____ / _____

Керівник проекту (роботи) _____ / _____

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з вступу, 5 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, переліку використаних джерел. Повний обсяг роботи - 106 сторінок друкованого тексту, включаючи рисунки, таблиць.

Перелік посилань містить 92 посилання.

У дипломній роботі висвітленні результати досліджень з удосконалення технології формування збалансованих агроценозів кукурудзи з елементами біологічної оптимізації, а також вивчення впливу біопрепаратів на ріст, розвиток і формування продуктивності в умовах Степу України.

Метою досліджень було дослідити продукційні процеси росту й розвитку рослин, екологічний стан агроценозу кукурудзи і ґрунту за застосування гербіцидів у технології беззмінного вирощування в умовах Степу України з метою зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Для досягнення поставленої мети вирішували наступні завдання:

- дослідити особливості росту й розвитку рослин пшениці озимої залежно від досліджуваних факторів;
- вивчити особливості фотосинтетичної діяльності рослин;
- встановити динаміку водного режиму ґрунту та фітосанітарний стан посівів при використанні біопрепаратів;
- визначити показники врожайності зерна та його якості залежно від попередників, фону мінерального живлення, хімічних та біологічних добрив і засобів захисту рослин;
- провести оцінку економічної та енергетичної ефективності біологізованої технології вирощування к.курудзи;

Об'єкт досліджень: продукційні процеси росту й розвитку рослин, екологічний стан агроценозу кукурудзи і ґрунту за застосування гербіцидів у

технології беззмінного вирощування в умовах Степу України.

Предмет досліджень: рослини кукурудзи, система захиту рослин від бур'янів : хімічні засоби захисту, токсичність пестицидів, біологічна активність ґрунту, урожайність.

При проведенні досліджень використовували загальнонаукові та спеціальні методи: польовий; лабораторний; математичної статистики.

Результати дослідження визначили та науково обґрунтували для Дніпропетровської області біологічно оптимізовану оцінку елементів технології вирощування кукурудзи у беззмінних посівах. Встановлено вплив гербіцидів на продукційний процес досліджуваної культури. Виявлений вплив різних гербіцидів на фітосанітарний стан посівів кукурудзи та встановлена їх ефективність для захисту рослин від бур'янів. Показаний вплив елементів технології на біологічну активність ґрунту, зокрема на мікробні угруповання. Застосування гербіцидів упродовж трьох років поспіль у технології беззмінного вирощування кукурудзи призвело до зниження у ґрунті загальної кількості мікроорганізмів на 10,9-38,3% та вмісту загальної біомаси мікроорганізмів на 8,3-58,6% порівняно з перелогом. При цьому відбулися зміни у чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп у структурі мікробіоценозу чорнозему типового: зменшилась кількість азотфіксувальних мікроорганізмів у 2,0-3,5 рази та зросла чисельність бактерій, які використовують азот мінеральних сполук на 8,0-31,8%, педотрофів – на 15,5, оліготрофів - на 7,4-25,5, мікроміцетів - на 7,3-54,2%. Такий перерозподіл основних еколого-трофічних груп активізував деструкційні процеси органічної речовини у ґрунті, про що свідчить зростання коефіцієнта мінералізації-імобілізації в 2-2,4 рази та коефіцієнта педотрофності в 1,6-2,1 рази.

Ключові слова: АГРОЦЕНОЗ, КУКУРУДЗА, ЕЛЕМЕНТИ БІОЛОГІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ, УРОЖАЙНІСТЬ.

ЗМІСТ

Вступ.....	
1. Огляд літератури.....	
1.1. Сучасний стан виробництва зерна кукурудзи в світі і Україні.....	
1.2. Екологічні наслідки розвитку сегетальної рослинності в агроценозах.....	
1.3. Вплив беззмінних посівів на екологічний стан агроecosystem.....	
1.4. Екологічні загрози застосування пестицидів.....	
2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	
2.1 Характеристика об'єктів дослідження.....	
2.2 Методика проведення досліджень.....	
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
3.1 Сегетальна рослинність при вирощуванні кукурудзи та ефективність застосування гербіцидів.....	
3.2 Екотоксикологічна оцінка застосування гербіцидів в агроценозі кукурудзи.....	
3.3 Екологічний стан чорнозему за різних систем захисту рослин кукурудзи.....	
3.4 Вплив агротехнічних і екологічних чинників на врожайність та якість зерна кукурудзи.....	
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
4.1. Організація досліджень.....	
4.1.1 План проведення дослідження.....	
4.1.2 Побудова сітьового графіка.....	

4.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження.....	
4.2 Розрахунок ціни дослідження.....	
5. ОХОРОНА ПРАЦІ У ДЕРЖАВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ДОСЛІДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ «ДНІПРО» ІНСТИТУТУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НААН УКРАЇНИ.....	
ВИСНОВКИ.....	
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
Додаток А Тези доповіді на Міжнародної науково-практичної конференції «СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСООЩАДНИХ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР».....	

ВСТУП

Тенденцією останнього десятиліття в Україні є орієнтація агропідприємств на вирощування однієї-двох найрентабельніших культур, зокрема кукурудзи, яка посідає третє місце серед стратегічних зернових культур у світовому агропромисловому виробництві (ФАО).

В Україні зростання частки площ під посівами кукурудзи в 3,7 раза за період 1990-2020 рр. призвело до грубого порушення сівозмін, погіршення екологічного стану і показників родючості ґрунту, фітосанітарного стану агроценозів, зокрема збільшення чисельності шкідливих організмів, підвищення їх біологічного та хімічного забруднення [37, 84].

У багатьох країнах світу широко використовується практика багаторічного беззмінного вирощування кукурудзи [26], але такі агротехнології вимагають застосування засобів захисту рослин для контролю шкідливих організмів та зниження втрат урожаю. За підрахунками вчених, втрати потенційного врожаю зерна кукурудзи від шкідливого впливу бур'янів можуть становити 18-85% [7, 36, 42]. Однак, визнаючи високу економічну ефективність хімічних засобів захисту рослин, необхідно враховувати їх потенційну екологічну небезпеку для навколишнього природного середовища з пролонгованою та невизначеною дією.

За наявності широкого і швидко оновлюваного асортименту гербіцидів виявлення найефективніших препаратів із найменшою негативною дією на навколишнє природне середовище є важливим завданням для екологів і постійно зберігає свою актуальність. Комплексних екологічних досліджень впливу сучасних гербіцидів у системі захисту рослин кукурудзи за беззмінного вирощування не проведено, що і визначає актуальність наших

досліджень.

Мета роботи - агроекологічне оцінювання впливу ґрунтових і страхових гербіцидів на продукційний процес кукурудзи за вирощування на чорноземі звичайному.

Досягнення мети передбачало виконання таких завдань:

- визначити видовий склад та чисельність сегетальної рослинності в агроценозі кукурудзи за беззмінного вирощування;
- встановити технічну ефективність ґрунтових і страхових гербіцидів за вирощування кукурудзи на чорноземі типовому за різних гідротермічних умов;
- дослідити вміст та визначити швидкість детоксикації діючих речовин ґрунтових і страхових гербіцидів у чорноземі типовому і рослинах кукурудзи;
- оцінити ступінь небезпеки застосування ґрунтових і страхових гербіцидів за вирощування кукурудзи на зерно на чорноземі типовому;
- з'ясувати вплив гербіцидів на екологічний стан чорнозему типового за показниками біологічної активності та родючості;

Об'єкт дослідження - екологічний стан агроценозу кукурудзи і ґрунту за застосування гербіцидів у технології беззмінного вирощування.

Предмет дослідження - ґрунтови (Харнес, к.е.; Стомп 330, к.е.) і страхові (Каллісто 480 SC, КС; Мілагро 040 SC к.с.; Діанат, ВРК; Естерон 60, к.е.) гербіциди, оцінювання екологічного стану агроценозу і ґрунту за вирощування кукурудзи.

При проведенні досліджень використовували загальнонаукові та спеціальні методи: польовий (польові досліді, фенологічні спостереження, біометричні виміри рослин, облік урожаю); лабораторний (дослідження якості зерна та насіння, аналіз ґрунту); математичної статистики (дисперсійний, кореляційний, регресійний, варіаційний аналізи та графічне відображення експериментальних даних у досліді).

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасний стан виробництва зерна кукурудзи в світі і Україні

Останніми роками на світовому ринку продовольства значно збільшилися попит та обсяги виробництва зернових культур, а саме кукурудзи [22, 64], що зумовлено особливостями її використання як харчових продуктів і сировини.

Варто відмітити, що однією із найбільш розповсюджених зернових культур у світі є кукурудза (*Zea mays* L.). За величиною посівних площ вона займає третє місце в світі після пшениці і рису, а в Україні вона поступається лише пшениці та соняшнику (станом на 2019 р.) [22].

Урожайність кукурудзи постійно зростає за рахунок використання новітніх досягнень аграрної науки. Наприклад, у США починаючи з 2000 р. урожайність кукурудзи щорічно зростає на 2% і в 2019 р. становила 106,8 ц/га. [89].

Крім основної продукції зерна, кукурудза формує значні об'єми побічної продукції, яка ж цінною сировиною для виробництва різних видів продукції, у т.ч. біопалива [25,]. Тому з підвищенням урожайності кукурудзи зростають об'єми побічної продукції, які можна відчувувати на енергетичні потреби [25].

Збільшення частки посівів зернових і технічних культур, у т.ч. кукурудзи, свідчить про порушення науково обґрунтованих сівозмін і унеможливорює уникнення повторних посівів, тобто беззмінного

вирощування, та інтенсифікації технологій вирощування за рахунок використання мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин.

Зокрема, рентабельність вирощування кукурудзи вища, ніж у інших зернових культур, і для якої характерно низькі витрати під час вирощування і висока потенційна зернова продуктивність. Крім того, за біологічними особливостями кукурудза відноситься до культур, стійких до вирощування в беззмінних посівах [52]. Це визначається унікальними властивостями культури, а саме: С4 тип фотосинтезу та його висока інтенсивність за підвищеної посухості, значна величина асиміляційного апарату і вмісту хлорофілу, висока швидкість перебігу фотохімічних реакцій, активне дихання і інтенсивний обмін речовин, потужна коренева система [15, 33, 68, 86].

1.2. Екологічні наслідки розвитку сегетальної рослинності в агроценозах

Зростання частки площ під посівами кукурудзи призводить до грубого порушення сівозмін, погіршення агрохімічних показників і родючості ґрунту, фітосанітарного стану агроєкосистем та зниження якості продукції рослинництва. Це також збільшує чисельність шкідливих організмів в агроєкосистемах, підвищує їх біологічне та хімічне забруднення.

Визначення шкодочинності сегетальної рослинності та економічних порогів їх шкодочинності є необхідним для розроблення і застосування науково-обґрунтованої системи заходів боротьби з бур'янами. Доведено, що переоцінка шкодочинності об'єкта призводить до необґрунтованих витрат різних ресурсів на його усунення, недооцінка - до невиправданих утрат врожаю [66].

Результати комплексних досліджень щодо визначення шкодочинності

найпоширеніших видів сегетальної фітобіоти в агроценозі кукурудзи, підбору системи гербіцидів із широким спектром дії, які запобігають появі резистентних біотипів та сприяють зменшенню хімічного навантаження на агроєкосистему описано в низці робіт [32, 36, 37, 46, 86]. Встановлено, що істотне зменшення забур'яненості агроценозів кукурудзи відбувається за рахунок поєднання агротехнічних та хімічних заходів [46, 48, 57, 82].

Сучасні агроєкосистеми є нестабільними з невисокою здатністю протистояти шкодочинній дії сегетальної рослинності, що ускладнює фітосанітарний стан агрофітоценозу загалом. Тому забур'яненість агрофітоценозів вчені розглядають як екологічну проблему для виробництва.

Існує загальна думка, що зміна клімату призведе до диференційованої схеми росту між сільськогосподарськими культурами та бур'янами. Бур'яни вже зараз демонструють вищу стійкість та кращу адаптацію до змін концентрацій CO₂ та підвищення температури в конкурентній боротьбі з культурними рослинами через їх різноманітний генофонд та більшу фізіологічну пластичність. Оскільки найпоширеніші бур'яни світу мають тип C4, і вони стануть більш конкурентоспроможними [71].

Фітосанітарний стан визначається абіотичними елементами середовища (грунтовими і кліматичними умовами) та біотичними (корисними і шкідливими організмами) [68]. Оскільки реакції біологічних систем на дію екологічних чинників нелінійні, то вчені прогнозують істотні екологічні загрози в агросфері. А тому перед аграрною наукою постає надзвичайно складне і важливе завдання щодо встановлення агроєкологічних ефектів, зумовлених зміною клімату, та обґрунтування заходів із адаптації до нових умов [55].

У технології вирощування кукурудзи також проблемним питанням є система захисту культури від шкідливих організмів, зокрема бур'янів. Це спричинено низькою здатністю кукурудзи, як культури широкорядного способу сівби, до їх пригнічення через винятково сприятливі умови для росту і розвитку бур'янів - задовільну площу живлення і освітлення впродовж

тривалого часу [29].

Ефективний захист агроценозів кукурудзи від сегетальної рослинності є важливим завданням у напрямі отримання високих урожаїв зерна з поліпшеними якостями [6, 30, 80].

Перелік рекомендованих до застосування гербіцидів в Україні містить значну кількість позицій і постійно оновлюється. Вітчизняним агровиробникам пропонуються різноманітні препарати за діючими речовинами, строками внесення, нормами використання тощо. Згідно з «Переліком пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» для боротьби з сегетальною фітобіотою в агроценозах кукурудзи зареєстровано близько 250 гербіцидів, їх сумішей та препаративних форм в основі яких 27 діючих речовин. Серед яких близько 80% належить препаратам із застосуванням у період після сходження культурних рослин [72]. Важливо визначити ефективні гербіциди як суцільної дії, так і вибіркової (селективної), що забезпечить підбір необхідних препаратів залежно від виду забур'яненості на ранніх та пізніх етапах розвитку культурних рослин, зокрема і кукурудзи, здатних контролювати однорічні та багаторічні бур'яни. Водночас постійно зростають еколого-економічні вимоги до розширення асортименту гербіцидів, які дозволені до використання [58, 82].

У процесі еволюції бур'яни набули низку біологічних особливостей, що дає можливість конкурувати з культурною рослинністю. Види, які є експлерементами, це бур'яни з низкою специфічних пристосувань, що дають можливість бути наявними на конкретній території, навіть за умов повної

загибелі їх рослин у певний період [38]. Вони мають високу екологічну пластичність і адаптацію до чинників навколишнього середовища, високу насінневу продуктивність і здатність формувати на одній рослині різне насіння і плоди, тривалий період збереження життєздатності насіння і вегетативних органів у ґрунті, а також набувати стійкості до хімічних методів боротьби [36]. При цьому сегетальна рослинність є не лише

конкурентом культурних рослин, але і резерватом для багатьох шкідників, розвиток яких без бур'янів неможливий [5].

В агрофітоценозах рослини кукурудзи відносять до найслабших конкурентів бур'янів. Тому обов'язковим є обґрунтований підхід до стратегії захисту кукурудзи від комплексу бур'янів як на початку вегетації, так і під час кожного наступного періоду росту і розвитку цієї культури. Тобто вибір стратегії повинен відбуватися за контролем бур'янів у посівах кукурудзи протягом усього технологічного циклу вирощування [81].

Бур'янова рослинність у посівах кукурудзи представлена різноманітними видами, які різняться між собою як за біологічними особливостями, так і за ступенем завдаваної шкоди [55]. Тому для оцінювання шкодочинності, розроблення і застосування ефективною системи контролю бур'янів у посівах конкретних агрокультур важливо мати об'єктивні дані та вести постійний моніторинг розповсюдження бур'янів, необхідно знати видовий склад і біологію сегетальної рослинності, особливості розвитку залежно від екологічних і агротехнічних чинників [38, 85].

Так, наприклад, в Україні рівень потенційної засміченості орних ґрунтів насінням і вегетативними органами розмноження бур'янів дуже високий і диференціюється залежно від ґрунтово-кліматичної зони (114-171 тис. шт/м²). Найбільш вагомими частками представників ботанічних родин: *Chenopodiaceae* -62,7% (лобода біла, лобода гібридна, лутига розлога), *Amaranthaceae* -21,6% (щириця звичайна (загнута), щириця біла), *Poaceae* - 6,4-11,2% (мишій сизий, просо півняче), *Polygonaceae* - 4,5-5,3% (гірчак шорсткий, гірчак березкоподібний), *Brassicaceae* - 1,6-6,2% (гірчиця польова, кучерявець Софії), *Asteraceae* -1,1-2,6% (осот рожевий, пушняк канадський, амброзія полинолиста) [36]. Найбільшої шкоди у посівах різних агрокультур завдає змішаний тип забур'яненості [36, 74]. У досліді на чорноземі звичайному встановлено, що в структурі забур'яненості домінуючими видами є *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. (43%), *Amaranthus retroflexus* L.

(32%), *Setaria glauca* L. (13%), *Galinsoga parviflora* Cav. (5%) [43].

В умовах Состепу України в посівах кукурудзи формується змішаний тип забур'яненості, серед який найбільшу частку займають пізні ярі види: *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem., *Setaria glauca* L., *Galinsoga parviflora* Cav., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L. За наявності 10 шт./м² рослин *Echinochloa crus-galli* L. або 15 шт./м² *Chenopodium album* L. відбувається істотне зниження врожайності кукурудзи [69].

Наявність бур'янів-конкурентів на початку вегетації провокує агрокультури майже незворотно закладати низьку продуктивність. Однак, знищення бур'янів після цього критичного періоду лише частково відновлює потенційну врожайність. За суцільного масового забур'янення цілком ймовірно, що культура нездатна сформувати повноцінних качанів [10], за наявності маси бур'янів 5 кг/м² кукурудза не утворює жіночих генеративних органів [81].

Вважають, що для кукурудзи першим гербокритичним періодом є період від посіву до фази 9-13 листків, коли з'являється до 80% сходів багатьох видів бур'янів. Саме в цей період рекомендовано застосовувати технологічні заходи боротьби з бур'янами, у т.ч. високоефективні досходові (грунтові) та/або післясходові (страхові) гербіциди. Таким чином, контролюючи чисельність сегетальної рослинності впродовж перших 30-50 діб після посіву, втрати врожаю зерна кукурудзи можна звести до мінімуму і тим самим підвищити ефективність використання рослинами кукурудзи ґрунтової вологи і поживних речовин [270]. Проте навіть за своєчасного знищення бур'янів на початку вегетації не гарантує надійного захисту культурних рослин упродовж всього вегетаційного періоду. Тому посіви часто повторно заростають сегетальною рослинністю, що спричинює істотне (10-40% і більше) зниження продуктивності агрокультур [38].

Бур'яни не лише здатні знизити врожайність агрокультур та якість продукції, а й мають непрямий вплив на підвищення собівартості, оскільки частка затрат на заходи контролю сегетальної рослинності становить близько

60% загальної суми витрат на захист рослин [74].

Найефективнішим методом боротьби з бур'янами є застосування хімічних препаратів. В Україні і в усьому світі ведуться дослідження з визначення ефективності гербіцидів із різними діючими речовинами в посівах кукурудзи, але вони обмежуються лише визначенням продуктивності культури та знищенням сегетальної рослинності [4, 33, 47, 80].

1.3. Вплив беззмінних посівів на екологічний стан агроecosистем

Кукурудза належить до культур, які виснажують ґрунт на поживні елементи, тому потрібно їх компенсувати відповідною системою удобрення. Сівозміну традиційно розглядають як інструмент збереження родючості ґрунтів та екологічної стійкості агроценозів [40], яка у тому числі забезпечує збалансоване функціонування ґрунтової мікробіоти [73]. Довготривала монокультура змінюючи фізико-хімічні параметри ґрунту, визначає структуру ґрунтових мікробіоценозів, їх біорізноманіття та активність. Зокрема, повідомляється про інгібування ферментів дегідрогенази і фосфатази у ґрунті та зменшення видового різноманіття мікроорганізмів [56].

Однією з головних причин зміни мікробних угруповань у беззмінних посівах є тривале накопичення однорідних рослинних залишків і кореневих ексудатів рослин [79]. За таких умов у мікробіоценозі ґрунту домінує і активно розвивається автохтонна мікробіота, яка розкладає гумусові речовини ґрунту і складні поліциклічні сполуки рослинних решток [1].

У роботі Г. Іутинської з співавторами [35] зазначено, що в ґрунті беззмінних посівів за відсутності поновлення рослинності в ризосфері формується нестійке мікробне угруповання з домінуванням видів мікроорганізмів, що сприяють утворенню токсичних речовин і мінералізації гумусу. У першу чергу мікроміцетів як найбільш конкурентоздатних

організмів із високим адаптивним потенціалом до умов оточуючого середовища. Представники цих груп мікроорганізмів мають і високу ступінь токсичності, що впливає на рівень ґрунтовтоми в беззмінних посівах.

За даними багатьох дослідників зростання в ґрунті мікроміцетів за беззмінного вирощування агрокультур призводить до збільшення їх фітопатогенних і умовно патогенних видів, які негативно впливають на екологічний стан ґрунту та ріст і розвиток рослини, а відтак і їх продуктивності [6,15, 16, 70, 71].

Показано, що тривале внесення добрив у ґрунт позитивно впливає на біорізноманіття мікроорганізмів та перебіг біологічних процесів у ризосфері кукурудзи в технологіях беззмінного вирощування [79].

1.4. Екологічні загрози застосування пестицидів

Ведення аграрного виробництва без шкоди навколишньому природному середовищу і здоров'ю людини є актуальним питанням сьогодення. Проте, поряд із екологічними аспектами, збереженням і раціональним використанням природних ресурсів на порядку денному гостро стоїть забезпечення продовольчої безпеки у світовому масштабі, яке може бути вирішено лише за ведення сільського господарства інтенсивними методами [84]. Це передбачає застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, оскільки частка впливу факторів інтенсифікації на формування врожайності агрокультур є домінуючою (зокрема: частка впливу добрив становить 40%, засобів захисту рослин - 30%) [61]. Проте реалії сьогодення вимагають удосконалення системи застосування мінеральних добрив, зниження пестицидного навантаження, збереження і відновлення родючості, здоров'я і біологічної активності ґрунтів, як основи збалансованого ведення аграрного виробництва і використання природних

ресурсів [60, 83].

В інтенсивному землеробстві з прогресивним розвитком агрохімічної промисловості тривалий час домінує хімічний метод захисту сільськогосподарських культур [50, 83]. Хімічний метод швидкий, результативний і доступний. І хоча на сучасному ринку хімічних засобів захисту рослин достатньо значний спектр гербіцидів різного цільового призначення, їх ефективність дії не завжди залишається високою та існує низка негативних наслідків для навколишнього природного середовища [37, 82].

Сучасний асортимент пестицидів формується на основі їх токсико-гігієнічної оцінки. У світовому агровиробництві з високою швидкістю розробляються і в багатьох країнах світу використовуються пестициди п'ятого покоління з нормою внесення 15-20 г/га, що свідчить про їх високу концентрованість й активність, та передбачає науково обґрунтоване їх застосування з урахуванням як економічних, так і екологічних та агротехнічних аспектів [84].

З екологічної точки зору, вплив засобів захисту рослин на об'єкти навколишнього природного середовища є багатограним, а реакції біологічних систем мають нелінійний характер, що може мати катастрофічні наслідки. Залежно від характеру негативних наслідків від застосування пестицидів, їх розподіляють за категоріями: вплив хімічних препаратів і продуктів їх розкладання на живі організми (мікро- і фітобіоту, фауну); розвиток стійких до пестицидів форм організмів; міграція пестицидів трофічними ланцюгами (у т.ч. потрапляння в організм людини з їжею, водою або повітрям) та забруднення прилеглих територій [1, 82].

Особливістю пестицидів є те, що їх біологічна активність виходить за межі ефективності дії на цільові організми, призводячи до зміни складу фітобіоти та інших організмів в агроценозі, а також буде впливати на функціонування ґрунтово-біотичного комплексу, органічну речовину ґрунту та перебіг основних біохімічних процесів у ньому [44, 80]. Небезпеку несуть

не лише діючі речовини препаратів, а й продукти їх метаболізму [65]. Залишається також невирішеною проблема утилізації непридатних пестицидів, складів їх зберігання та ремедіація забруднених земель, що також становить небезпеку екосистемам [66].

Компоненти агробіоценозу поглинають, накопичують і метаболізують хімічні сполуки пестицидів. Важливим є дотримання регламентів застосування пестицидів, які передбачають у процесі застосування відповідну ротацію препаратів із різними механізмами дії на шкідливі об'єкти. Це дасть можливість уникати формування небажаної резистентності шкідливих біооб'єктів [36].

В Україні дослідження та інформація щодо визначення наявності на посівах культурних рослин резистентних біотипів бур'янів обмежена. Подальше розповсюдження резистентних до гербіцидів біотипів бур'янів може призвести до зниження ефективності захисту агроценозів культурних рослин. Особливо небезпечним є поширення біотипів, стійких до різних гербіцидів. [19].

Небезпечність пестицидів зумовлена їх високою біологічною активністю, рухливістю у навколишньому природному середовищі (переміщення з повітряними потоками, природними водами, міграція харчовими ланцюгами тощо) та здатністю акумулюватися та зберігати токсичні властивості протягом тривалого часу [1, 67, 81]. Важливим чинником, що визначає стійкість майже усіх без винятку пестицидів, є їх здатність адсорбуватися часточками ґрунту, оскільки в такому стані вони стають малодоступними для мікроорганізмів та слабо піддаються хімічним перетворенням. Не зважаючи навіть на низьке дозування сучасних хімічних препаратів, є дані про довготривале акумулювання окремих пестицидів або їх метаболітів, що становить небезпеку забруднення поверхневих та ґрунтових вод, рослин та зоопланктону [80].

Загальновідомо, що пестициди призводять до зменшення біорізноманіття, особливо внаслідок знищення як шкідливих, так і корисних

видів рослин і комах, які часто є важливим елементом харчового ланцюга. Крім того, через збільшення застосування гербіцидів швидко розвиваються стійкі до них екотипи бур'янів, що є ще однією з серйозних екологічних загроз для сільськогосподарського виробництва [36].

Пряма токсична дія гербіцидів на мікробіом ґрунту має вибіркового характеру [8, 9, 18, 21, 49]. Гербіциди блокують життєдіяльність чутливих до них груп мікроорганізмів, так звані екологічні мішені. У подальшому наслідки впливу хімічних препаратів у ґрунтового середовищі залежать від місця і значення цих мікроорганізмів-мішеней у функціональній структурі мікробіоценозу. Тривале багаторазове застосування гербіцидів підсилює тиск на мікроорганізми-мішені, внаслідок чого спостерігається перебудова мікробного комплексу, що обумовлює повне або часткове відновлення його функції за рахунок стійких до гербіцидів видів. При цьому чутливі до гербіцидів види надовго випадають із ґрунтового мікробіома, відбувається зниження його різноманіття [49].

Вивчаючи взаємозв'язки між біологічними показниками ґрунту за впливу гербіцидів встановлено порушення мікробіоценозу ґрунту, що спричинено зміною внутрішньої будови взаємозв'язків між різними біологічними показниками [8].

У роботі М. Бомби з співавторами [4] зазначено, що глобальне потепління та часті посухи послаблюють детоксикацію шкідливих речовин у ґрунті, які накопичуються в агроєкосистемах. Зокрема період розкладу в ґрунті триазинових гербіцидів становить 1-2 роки, гербіцидів бензойної природи - до 1 року, групи 2,4 Д - до 3-х місяців. Тому для екотоксикологічного обґрунтування вибору асортименту гербіцидів та їх застосування у конкретних агротехнологіях, оцінювання ступеня їх небезпеки, визначення детоксикації у рослинах і ґрунті обов'язково необхідно враховувати всі чинники навколишнього природного середовища [11, 58].

Процес міграції пестицидів у ґрунті, переміщення їх у системі «ґрунт -

суміжні системи», а також їх залишкові кількості є результатом складної взаємодії низки чинників. Враховуючи значну кількість чинників впливу, яким піддаються пестициди у природних умовах, для прогнозування їх концентрації у ґрунтах та їх подальшої міграції, оцінювання ризиків для ґрунтових організмів і суміжних територій застосовують методи математичного моделювання [14, 67].

Для уникнення небажаних екологічних наслідків та зниження ризиків для здоров'я людини і навколишнього природного середовища за застосування засобів захисту рослин, упровадження стійких і екологічно безпечних методів ведення сільського господарства розроблено керівний документ ФАО «Міжнародний кодекс поведінки в області розподілу і використання пестицидів» [59]. Головне завдання Міжнародного Кодексу поведінки в галузі управління використання пестицидів полягає в тому, щоб максимально збільшити вигоди від застосування пестицидів з метою дієвої боротьби з шкідливими організмами в сфері охорони здоров'я і сільського господарства у захисті здоров'я людей і тварин, навколишнього природного середовища від їх шкідливого впливу.

В Україні засади державної політики та регулювання відносин у сфері захисту рослин та пов'язаних із безпечним для здоров'я людини і охорони навколишнього природного середовища застосування пестицидів і агрохімікатів регулюються Законами України «Про захист рослин», «Про пестициди і агрохімікати», «Про карантин рослин» та низкою інших нормативно-правових актів. А також у межах євроінтеграційних процесів реалізується низка екологічних програм і проектів щодо безпечного поводження та застосування засобів захисту рослин. Зокрема, наближення національного законодавства у сфері засобів захисту рослин та здоров'я рослин до відповідних Директив і Регламентів ЄС за програмою TWINNING [64].

Удосконалення систем захисту посівів сільськогосподарських культур від шкідливих організмів і зниження рівня забруднення пестицидами

природних і аграрних екосистем можливе за умови розроблення і активного впровадження біологічних прийомів контролювання шкідливих об'єктів, удосконалення хімічного методу, у т.ч. створення інтелектуальних пестицидних сумішей на основі нанотехнологій, використання алелопатичних властивостей, розроблення екологічних способів нанесення робочої рідини лише на цільові об'єкти та ін.

2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика об'єктів дослідження

Польові дослідження проведено впродовж 2019-2020 рр. у тимчасовому досліді на у Дослідному господарстві “Дніпро” Інституту зернових культур НААН України. Дослідне господарство розташовано на правому березі р. Дніпро, в південно-східній частині Придніпровської височини (130-140 м над рівнем моря). Територія господарства належить до північного Степу України. Його географічне положення визначається 40°27' північної широти та 35°03' східної довготи [92].

Поверхня Дніпропетровської області розташована на південному заході Східноєвропейської платформи і являє собою хвилясту рівнину висотою 100-200 м. Загальні риси будови рельєфу визначаються особливостями геологічної структури території. У фізико-географічному відношенні територія Дніпропетровщини знаходиться в межах північно-степової підзони степової зони. Ґрунтовий покрив утворюють середньо- та малогумусні звичайні чорноземи, які сформувалися під пирійно-ковиловою та різнотравною рослинністю, а зараз інтенсивно використовуються (орні землі становлять близько 90 %) [91].

За даними агрообґрунтованого районування клімат цієї зони помірно-континентальний з недостатнім, нестійким зволоженням. За багаторічними даними Дніпропетровської метеостанції середньорічна температура повітря складає +7,9 С. Середня багаторічна сума атмосферних опадів дорівнює 472 мм, з коливанням по роках від 250 до 700 мм. Останні весняні заморозки

припиняються, в середньому, у третій декаді квітня, а перші осінні починаються в першій декаді жовтня [91].

Основна маса опадів випадає в теплий період року (близько 70 %), проте вони носять переважно зливовий характер і лише частина ефективно використовується рослинами. Висока температура і низька відносна вологість повітря обумовлюють інтенсивне випаровування ґрунтової вологи. Протягом вегетаційного періоду опади випадають нерівномірно. Домінуючі вітри – південно-східні. Сильні вітри у поєднанні з високою температурою повітря викликають значне пригнічення рослин, що негативно позначається на врожаї польових культур [92].

Весна характеризується швидким наростанням позитивних температур, що призводить до інтенсивного сніготанення і прогрівання ґрунту. Літній період характеризується теплою, найчастіше спекотливою погодою. Максимальна температура повітря в окремі роки досягає +36-38°C. Високі температури літніх місяців звичайно поєднуються з низькою відносною вологістю повітря.

У ґрунтовому покриві дослідного господарства домінують чорноземи звичайні мало гумусні повнопрофільні (близько 70 %) і слабо еродовані (близько 25 %). Основною породою, з якої складаються ґрунти, є бурувато-палеві леси. Загальна потужність гумусових горизонтів повнопрофільних звичайних чорноземів варіює в межах 74-85 см, слабо еродованих – 55-65 см. Основна частина повнопрофільних чорноземів (68 %) містить у шарі 0-30 см від 3,0 до 3,5 % гумусу. Ґрунтові води залягають на глибині 8-12 метрів, тому зволоження ґрунту здійснюється виключно внаслідок атмосферних опадів.

В орному шарі ґрунту міститься 0,18-0,23 % (N) валового азоту, 100-150 мг/кг рухливого фосфору (P_2O_5), 200-300 мг/кг обмінного калію (K_2O). Реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту близька до нейтральної (рН – 6,75-7,29). Поглинені луґи представлені, в основному, кальцієм та магнієм [92].

Клімат помірно-континентальний, м'який, із достатнім зволоженням.

За даними багаторічних спостережень середня річна температура становить $+7,2^{\circ}\text{C}$. У середньому річна кількість опадів становить 500-600 мм опадів, але розподіл їх протягом року нерівномірний. Майже 70% річної норми опадів (або близько 380 мм) припадає на період квітень-жовтень. З високою ймовірністю найбільші місячні суми опадів (75-88 мм) випадають у літні місяці (червень і липень). Відносна вологість повітря - 78%.

Зима здебільшого м'яка, хмарна з частими відлигами і лише в окремі роки з сильними морозами. Літо помірно вологе, тепле. Весна і осінь затяжні, здебільшого переважають весни з достатніми запасами продуктивної вологи (160-180 мм).

Тривалість періоду з температурою повітря вище 0°C складає 250 діб, із температурою вище $+5^{\circ}\text{C}$ - в середньому 210-215 діб, вище $+10^{\circ}\text{C}$ - 150-189 діб, понад 15°C - близько 115 діб.

Мінімальна температура повітря може сягати -37°C , максимальна - $+39^{\circ}\text{C}$. Зима нестійка, холодні періоди чергуються з відлигами. Сніговий покрив зберігається близько 110 діб, танення снігу припадає в середньому на 10-11 березня.

Середня температура найтеплішого місяця (липень) $+19,5^{\circ}\text{C}$, найхолоднішого (січень) -6°C . Середня багаторічна сума активних температур $>10^{\circ}\text{C}$ складає 2705°C за вегетаційний сезон. Тривалість безморозного періоду складає 160 діб. Середньорічне значення ФАР за вегетаційний період складає 1560 МДж/м^2 . Вегетаційний період рослин складає 215 діб.

За морфологічними ознаками ґрунт дослідного поля відноситься до чорнозему типового малогумусного неглибокого грубопилувато-легкосуглинкового на давньоалювіальних відкладах та лесах. За морфологічною ознакою характеризується чітким, добре сформованим глибоким гумусовим горизонтом (45-60 см). За рівнем природної родючості такі ґрунти відносять до одних із кращих для вирощування сільськогосподарських культур. Материнською породою є лес (табл.2.1) [92].

Таблиця 2.1 – Морфологічні ознаки профілю досліджуваного ґрунту

Н/к	Гумусовий горизонт, темно-сірий, структура грудкувато-зерниста, у нижній частині є карбонати, зустрічаються черворієни, поодинокі ходи землерієв, перехід поступовий.
Н/к-Нрк	Гумусовий, перехідний за забарвленням горизонт, темно-сірий з коричневим відтінком, горіхувато-грудкуватий.
РНк-Phk	Верхній темно-сірий, іноді зі слабким буруватим відтінком, ущільнений, горохуватий.
Phk-Рк	Нижній перехідний, темно-бурий, грудкувато-призматичний, з глибиною 50 см помітні карбонати, з глибиною 70 см горизонт набуває сірувато-пальовий відтінок і переходить у підстилаючу породу.
Рк	Лес у верхній частині слабо-гумусовий, донизу палево-бурий чи палевий.

Карбонати кальцію залягають на глибині 80-120 см, місцями лінія скипання опускається до 150-160 см, за гранулометричним складом уміст грубого пилу - 37-43%, мулуватих часток - 25-38%. За вологості понад 4% ґрунт тече. Межі вологості, за яких можливий обробіток ґрунту (пластичність), досягають 15%.

Рівноважна щільність орного шару ґрунту становить 1,05-1,17 г/см³, щільність твердої фази ґрунту - 2,61-2,63 г/см³, загальна шпаруватість - 55,5-59,8% (табл. 2.2).

За даними агрохімічного аналізу вміст гумусу в орному шарі - 4,9%, легкогідролізного азоту - 90 мг/кг, рухомих форм фосфору (P₂O₅) - 160 і калію (K₂O) - 170 мг/кг ґрунту. В орному шарі ємність поглинання доволі висока - 39,0 м-екв/100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину кисла (рН_{сол.} 6,3), гідролітична кислотність - 1,9 м-екв/100 г ґрунту (табл. 2.3).

Таблиця 2.2 – Агрофізичні властивості ґрунту дослідного поля

Шар ґрунту, см	Питома маса, г/см ³	Щільність, г/см ³	Загальна пористість, %	Вологість стійкого в'янення, %	Польова вологоємність, мм	Максимально Можлива кількість продуктивної вологи,
0-10	2,61	1,05	59,8	8,9	29,7	20,4
10-20	2,63	1,17	55,5	9,8	31,5	20,1
20-30	2,63	1,18	55,1	9,4	30,5	19,5
30-40	2,64	1,15	56,4	9,8	30,1	18,9
40-50	2,62	1,14	56,5	9,6	27,5	16,5
50-60	2,65	1,25	52,8	9,2	30,2	18,7
60-70	2,65	1,26	52,5	8,9	30,7	19,5
70-80	2,67	1,31	50,9	8,8	30,6	19,1
80-90	2,67	1,26	52,8	9,1	30,5	19,0
90-100	2,69	1,21	55,0	8,8	30,0	19,4

Таблиця 2.3– Агрохімічна характеристика ґрунту дослідного поля

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	pH _{сол.}	Гідролітична кислотність м-екв/100 г ґрунту	Насиченість основами, %	Ємність поглинання, м-екв/100 г ґрунту
0-20	4,9	6,3	1,9	84,0	39,0
20-40	3,91	6,4	1,9	86,0	41,4

Аналізування погодних умов вегетаційного періоду в роки досліджень проводили з використанням даних Дніпровської метеорологічної станції.

Для характеристики погодних умов років досліджень використовували значення середньомісячних температур повітря і кількості опадів порівняно з середніми багаторічними даними (СБР).

Для оцінювання гідротермічних умов за показником ГТК використано

прийняту градацію показників [92]: ГТК < 0,5 - різка нестача опадів (сильна посуха); 0,6-0,7 - недостатнє зволоження (дуже посушливо); 0,8-0,9 - посушливо (посуха не інтенсивна); 1,0—1,2 - недостатня вологість; 1,3—1,6 - помірна вологість; > 1,7 - надмірна вологість; ГТК > 2,0 - надмірне зволоження. Цей показник має перевагу над іншими і характеризує не лише прибуткову частину водного балансу (опадів), а й непродуктивну витрату вологи (випаровуваність) з поверхні ґрунту або рослинності та дає змогу одночасно оцінювати вплив двох абіотичних чинників.

Погодні умови в роки досліджень різнилися за агрометеорологічними показниками (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Показники гідротермічних умов вегетаційного періоду кукурудзи, 2018-2020 рр.

Рік	Місяць						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<i>Температура повітря, °C</i>							
2018	12,4	15,3	20,1	22,1	20,9	14,7	4,0
2019	10,1	14,9	20,1	20,6	22,3	16,5	8,2
2020	12,3	18,5	20,1	21,2	21,9	19,1	9,2
СБР	8,3	15,0	18,1	19,4	18,6	13,6	7,5
<i>Сума опадів, мм</i>							
2018	26	127	70	25	60	11	86
2019	32	22	8	66	23	15	96
2020	19,3	42,2	83,4	76,5	5,1	24,3	26
СБР	34	44	58	66	34	40	35

СБР – середньобагаторічний рівень

Характерною ознакою була контрастність перепадів температур повітря та нерівномірність розподілу опадів як упродовж вегетаційного періоду, так і за роками досліджень, що мало вплив на рослини кукурудзи та їх продуктивність, ефективність хімічних препаратів та біологічну активність

грунту.

У середньому температурний режим повітря впродовж 2018 р. вегетаційного періоду кукурудзи характеризувався перевищенням середньо багаторічних даних у середньому на $2,1^{\circ}\text{C}$. Особливо жарким був квітень ($12,4^{\circ}\text{C}$ при СБР $8,3^{\circ}\text{C}$) і липень - серпень ($20,9-22,1^{\circ}\text{C}$). Лише у травні температура повітря була у межах норми.

У 2018 р. за вегетаційний період випало атмосферних опадів понад норми - 319 мм, але з нерівномірним їх розподілом. У посушливих липні і вересні випало опадів відповідно лише 25 і 11 мм, що майже у 2,6 і 3,6 рази менше за середнє багаторічне значення. Проте у травні опадів було майже втричі більше за норму - 127 мм, у червні - на 21% у і серпні - на 76% порівняно з середніми багаторічними значеннями.

Погодні умови 2019 р. характеризувалися підвищеним температурним режимом (на $1,9^{\circ}\text{C}$) та значним дефіцитом атмосферних опадів у період вегетації. Жаркими були квітень (на $1,80\text{C}$ вище за СБР), серпень (на $3,7^{\circ}\text{C}$) і вересень (на $2,9^{\circ}\text{C}$). За квітень - вересень випало лише 166 мм опадів на тлі середнього багаторічного значення 276 мм. Розподіл опадів у цей період був нерівномірним, особливо посушливими були червень і вересень, коли опадів випало у 7,3 і 2,7 рази менше від середнього багаторічного значення відповідно.

Найбільш жарким був 2019 р. із перевищенням температури повітря в середньому за вегетаційний період на $3,40\text{C}$ порівняно з СБР і на $1,3-1,5^{\circ}\text{C}$ порівняно з 2018 і 2019 рр. На початку (у квітні і травні) та наприкінці (серпень і вересень) вегетації температура повітря переважала рівень середнього багаторічного значення на 18-49% (на $3,3-5,5^{\circ}\text{C}$).

У літній період температура була достатньо високою на рівні з попередніми роками ($20,1-21,90\text{C}$). Серпень був найбільш посушливий місяць, коли випало лише на рівні 15% від СБР. Незначну кількість опадів було зафіксовано на початку вегетаційного періоду (квітень) і наприкінці (вересень). Тоді як у період червень-липень випало опадів понад норми на 44

і 16% відповідно.

Травень 2019 р. був надмірно вологий, а вересень і липень - характеризували як період із сильною посухою (ГТК 0,25 і 0,36 відповідно) з різкою нестачею опадів. Рівень значення ГТК у середньому впродовж вегетаційного періоду 2018 р. становив 0,56 і був значно нижчим за СБР та інші роки досліджень. Цей вегетаційний період характеризували як дуже посушливий із недостатнім зволоженням, що свідчить про екстремальні умови для росту і розвитку рослин кукурудзи, адже тривалий період (травень - червень і серпень - вересень) спостерігали аномальну спеку та посуху, що негативно позначилося на сходах і формуванні качанів та зерна кукурудзи.

2019 р. за показником ГТК (0,72) наближався до середніх багаторічних значень. Проте у квітні і вересні значення ГТК було на рівні 0,52 і 0,42, а в серпні - 0,08, що характеризує період як сильна посуха з різкою нестачею опадів.

Отже, погодні умови у роки проведення досліджень були контрастними та істотно відрізнялись від значень середніх багаторічних як за місяцями, так і за роками. Тому гідротермічні умови можна характеризувати як складні з нерівномірним розподілом у часі.

2.2 Методика проведення досліджень

Для виконання поставлених завдань використовували польовий дослід, який доповнювали лабораторними аналізами за загальноприйнятими методиками у екології, землеробстві, рослинництві та агрохімії та ін.

Для проведення досліджень щодо агроекологічного оцінювання застосування різних гербіцидів у беззмінному посіві кукурудзи було закладено тимчасовий польовий дослід із дотриманням відповідних рекомендацій [23, 24]. Розмір ділянки: ширина - 7 м, довжина - 9 м. Посівна

площа ділянки 63 м², облікова площа - 50,4 м². Розміщення варіантів досліду і повторень - систематичне, повторення триразове.

Висівали середньоранній гібрид кукурудзи ДН Арго ФАО 260, норма висіву насіння - 25 кг/га. Технологія вирощування кукурудзи - відповідно до зональних рекомендацій і загальноприйнятих методик [24]. Система удобрення кукурудзи загальноприйнята для зони вирощування: основне добриво КАС 32 (у фізичній вазі 200 л/га, що становило у д.р. N64) вносили під оранку на зяб. Під час сівби вносили мінеральні добрива у вигляді нітроамофоски (у фізичній вазі 100 кг/га, що становило у д.р. N15P15K15). Загалом щороку вносили мінеральні добрива у д.р. N79P15K15.

Досліджували гербіциди різних груп, які широко використовують в Україні (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Перелік гербіцидів та їхні діючі речовини [72]

Комерційна назва препарату	Коротка назва препарату	Діюча речовина, її вміст	Норма внесення, л/га	Норма внесення за діючою речовиною, г/га
Ґрунтові гербіциди				
Харнес, к.е.	Харнес	Ацетохлор, 900 г/л	2,0	1800,0
Стомп 330, к.е.	Стомп	Пендиметалін, 330 г/л	4,5	1485,0
Страхові гербіциди				
Каллісто 480 SC, КС	Каллісто	Мезотріон, 480 г/л	0,2	96,0
Мілагро 040 SC к.с.	Мілагро	Нікосульфурон, 40 г/л	1,0	40,0
Діанат, ВРК	Діанат	Дикамби диметиламінна сіль, 480 г/л	1,0	480,0
Естерон 60, к.е.	Естерон	2-етилгексисильний ефір 2,4-Д 850 г/л у кислотному еквіваленті-564 г/л	0,8	680,0

Серед досходових гербіцидів досліджували Харнес, к.е. із групи хлорацетамідів і Стомп 330, к.е. з групи динітроанілінів. Поміж післясходових гербіцидів досліджували: Каллісто 480 SC, КС із групи трикетонів, Мілагро 040 SC к.с. - з групи сульфанілсечовин, Естерон 60, к.е. - з групи феноксилкарбонових кислот, Діанат, ВРК - з групи похідних бензойної кислоти.

Харнес, к.е. - ґрунтовий гербіцид контактної дії, рекомендовано до застосування для боротьби з однорічними злаковими та деякими видами дводольних бур'янів, не діє на вже пророслі бур'яни. Обприскування ґрунту проводять до посіву або до появи сходів культури. Механізм дії д.р. ацетохлора полягає в гальмуванні клітинного поділу, що зумовлює припинення транспорту амінокислот і ауксинів у колеоптилі, зниження осмотичного тиску і, зрештою, призводить до загибелі зародку. Препарат сильно сорбується ґрунтом і в нижні шари практично не вимивається. В рослині д.р. ацетохлор розкладається досить швидко. Належить до II класу токсичності.

Стомп 330, к.е. - високоефективний ґрунтовий гербіцид для знищення широкого спектра однорічних дводольних і злакових бур'янів. Застосовують у посівах більшості сільськогосподарських культур. Препарат системної дії, поглинається первинним корінням та проростками бур'янів, гальмуючи в меристемах поділ і ріст клітин. Утворює міцні сполуки з білковою речовиною рослинних тканин і припиняє синтез ДНК, що порушує процес ділення клітин і проросток рослини гине. На насіння препарат не діє. Стійкий до розкладання під час потрапляння сонячних променів за поверхневого внесення. Вимивається в нижні шари ґрунту, що подовжує ефективність препарату як ґрунтового гербіциду. Клас токсичності - III.

Каллісто 480 SC, КС - післясходовий (страховий) гербіцид для знищення однорічних та багаторічних дводольних бур'янів. Гербіцид широкого спектру дії, контролює бур'яни, стійкі до 2,4-Д і атразина. Володіє яскраво вираженим синергізмом. Завдяки ґрунтовій дії попереджує появу

кількох наступних хвиль бур'янів протягом 40-60 діб залежно від виду культури, погодних умов і дози препарату. Може бути застосований на різних стадіях розвитку культури і бур'янів. Попереджує виникнення резистентності до препаратів із групи сульфонілсечовин. Клас токсичності - III.

Мілагро 040 SC к.с. - післясходовий (страховий) системний гербіцид широкого спектра дії. Застосовують для знищення однорічних та багаторічних злакових і деяких дводольних бур'янів у посівах кукурудзи. Високоєфективний страховий гербіцид навіть проти злісних багаторічних бур'янів (наприклад, гумай, пирій, а також пригнічує розвиток рослин осоту рожевого за умови обробки їх у фазі розетки). Застосування препарату є безпечним для культури в усі фази рекомендованого застосування. Механізм дії полягає в інгібуванні поділу клітин шляхом блокування синтезу основних амінокислот. Препарат поглинається листками та стеблами бур'янів і швидко переміщується до кореневої системи рослин. Клас токсичності - III.

Діанат, ВРК - післясходовий (страховий) селективний системний гербіцид із класу похідних бензойної кислоти. Застосовують для боротьби проти однорічних і багаторічних широколистяних бур'янів на посівах зернових культур і кукурудзи. Ефективний для захисту від бур'янів, стійких до 2,4-Д і сульфонілсечовини. Механізм дії полягає у всмоктуванні д.р. диамбі листям, а за достатнього зволоження і корінням рослин, потім переміщується по флоемі і ксилемі до точок росту та пригнічує їх. Клас токсичності - III.

Естерон 60, к.е. - післясходовий (страховий) гербіцид селективної дії. Ефективний проти багатьох видів однорічних і багаторічних бур'янів. Механізм дії полягає у швидкому поглинанні д.р. 2-етилгексилового ефіру 2,4-Д (2-ЕГЕ 2,4-Д) листям та за допомогою флоемної та ксилемної систем переміщується до меристемних тканин (точок росту) всієї рослини, а також до новоутворених органів. Діюча речовина препарату також порушує процес метаболізму нітрогену та синтез ферментів. Таким чином, при обробці

гербицидом у рослинах відбувається перенасичення синтетичними гормонами, що призводить до нерівномірного росту клітин та наступної загибелі рослин. Клас токсичності - III.

Схема польового дослідження передбачала: контроль - без внесення гербицидів і 14 варіантів із застосуванням хімічних засобів захисту рослин кукурудзи (табл. 2.6).

Розроблена матриця систем захисту рослин кукурудзи дає змогу не лише проводити відповідні обліки і об'єктивне аналізування результатів, а ще їх порівняльне оцінювання для більш чіткого уявлення про вплив ґрунтових і страхових гербицидів і їх поєднання на ріст і розвиток рослин та продуктивність кукурудзи, фітосанітарний стан агроценозу та екологічний стан ґрунту.

Таблиця 2.6 – Схема польового дослідження

№ варіанта	Варіант дослідження та норми витрат гербицидів
1	Контроль - без внесення гербицидів
2	Харнес, к.е., 2,0 л/га
3	Стомп 330, к.е., 4,5 л/га
4	Каллісто 480 SC, КС, 0,2 л/га
5	Мілагро 040 SC к.с., 1,0 л/га
6	Діанат, ВРК, 1,0 л/га
7	Естерон 60, к.е., 0,8 л/га
8	Харнес, к.е., 2,0 л/га + Каллісто 480 SC, КС, 0,2 л/га
9	Харнес, к.е., 2,0 л/га + Мілагро 040 SC к.с., 1,0 л/га
10	Харнес, к.е., 2,0 л/га + Діанат, ВРК, 1,0 л/га
11	Харнес, к.е. 2,0 л/га + Естерон 60, к.е., 0,8 л/га
12	Стомп 330, к.е., 4,5 л/га + Каллісто 480 SC, КС, 0,2 л/га
13	Стомп 330, к.е., 4,5 л/га + Мілагро 040 SC к.с., 1,0 л/га
14	Стомп 330, к.е., 4,5 л/га + Діанат, ВРК, 1,0 л/га
15	Стомп 330, к.е., 4,5 л/га + Естерон 60, к.е., 0,8 л/га

Технологія внесення гербіцидів - наземне обприскування. Урожай збирали прямим комбайнуванням за допомогою селекційного комбайну Samro-500 у фазі повної стиглості зерна кукурудзи, його облік здійснювали методом суцільного обмолоту з подальшим зважуванням і встановленням частки зернової маси [3].

Ефективність вирощування кукурудзи в беззмінному посіві порівнювали з традиційною технологією вирощування кукурудзи в сівозміні, яка застосовується у ДП «Дніпро» (чотирипільна сівозміна, попередник - пшениця озима гібрид кукурудзи ДН Арго ФАО 260, трипільна сівозміна, попередник - соняшник), який також розміщено на території дослідної станції. Тобто за аналогічних ґрунтово-кліматичних умов, що і тимчасовий польовий дослід.

Зразки ґрунту відбирали згідно з ДСТУ 4287:2004 [90] перед унесенням ґрунтових гербіцидів, а потім у динаміці через 1, 2, 7, 15, 30 і 45 діб після внесення ґрунтових і страхових гербіцидів, а також в основні фази розвитку рослин кукурудзи з шару 0-20 см.

Для порівняння показників біологічної активності ґрунту досліджували ґрунт у природній екосистемі (переліг). Переліг - це екосистема, яка більше року виведена із сільськогосподарського використання і де відбувається відновлення природної екосистеми внаслідок природних сукцесійних процесів. Зразки ґрунту з перелігу відбирали у 5-кратній повторності з верхнього шару 0-20 см у період коли система досягала клімаксу - стійкого, рівноважного стану.

Всі ґрунтові зразки підготовлено з використанням єдиної процедури: висушені та розмелені до розміру < 3 мм; видимі залишки рослин і мезофауни видалено.

Зразки рослин відбирали в основні фази розвитку кукурудзи.

У польових умовах проводили:

- Фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин кукурудзи в основні фази росту і розвитку рослин згідно з методикою державного

сортовипробування сільськогосподарських культур [61]. Висоту рослин вимірювали у фазі цвітіння волотей.

- Визначення площі листової поверхні проводили у фазі цвітіння волотей за формулою:

$$S = k \times l \times n \quad (2.2)$$

де, S - площа листка, m^2 ;

k - поправочний коефіцієнт, рівний 0,75;

l - довжина листка, см;

n - ширина листка у найширшому місці, см.

Враховували площу лише у фізіологічно повноцінних листків.

- Облік забур'яненості посівів - кількісно-ваговим методом у п'яти точках кожної ділянки із використанням рамки площею 0,25 до та після внесення гербіцидів (на 14-ту та 21-ту добу) та перед збиранням урожаю [53].

Для встановлення видів бур'янів використовували загальновідомі гербарії та визначники [3].

Ступінь забур'яненості визначали за кількістю бур'янів на 1 m^2 та за шкалою (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Шкала оцінювання фактичної забур'яненості посівів за кількістю сходів бур'янів, шт./ m^2 [12]

Ступінь забур'яненості	Бал	Інтервали значень для агробіологічних підтипів бур'янів, шт./м	
		малорічні види	багаторічні види
Низький	1	10	1
Середній	2	10-50	2-5
Високий	3	> 50	> 5

Визначення потенційної засміченості орного шару ґрунту проводили

методом промивання зразка ґрунту водою через сито з отворами 0,25 мм [33]. Зразки ґрунту з орного шару відбирали восени, після закінчення польових робіт виконання основного обробітку ґрунту [36]. Оцінку потенційної забур'яненості ґрунту проводили за шкалою (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Шкала оцінювання величини потенційної забур'яненості ріллі, млн шт./га в орному шарі ґрунту [24]

Бал	Ступінь забур'яненості	Інтервали значень, млн шт./га		
		Загальна кількість фізично нормального насіння	Схоже насіння	Кількість бруньок на органах вегетативного розмноження
1	Низький	10	2	0,1
2	Середній	10-50	2-10	0,1-0,5
3	Високий	> 50	> 10	> 0,5

Толерантність рослин кукурудзи до гербіцидів характеризували за коефіцієнтом шкодочинності бур'янів (K_b) за формулою [34]:

$$K_b = (U_{\Gamma} - U_k) / (M_{\Gamma} - M_k), \quad (2.3)$$

де K_b - коефіцієнт шкодочинності бур'янів;

U_k і U_{Γ} - урожайність у варіантах відповідно в контролі і з унесенням гербіциду, т/га;

M_k і M_{Γ} - сира маса бур'янів у варіантах відповідно в контролі і з унесенням гербіциду, т/га.

Технічну ефективність застосування гербіцидів (E) розраховували за формулою:

$$E = 100 \times (A - B) / A, \quad (2.4)$$

де Е - технічна ефективність застосування гербіцидів, %;

А - кількість бур'янів у контролі, шт./м²;

В - кількість бур'янів у дослідному варіанті, шт./м².

У зразках ґрунту визначали:

Біологічну активність ґрунту:

чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних і таксономічних груп - методом висівання ґрунтової суспензії на стандартні поживні середовища [28, 31]: загальну кількість мікроорганізмів - на пептон-глюкозному агарі з ґрунтовою витяжкою (ПГА), амоніфікуючі бактерії - на м'ясопептонному агарі (МПА), стрептоміцети і бактерії, що використовують мінеральний азот - на крохмально-аміачному агарі (КАА), педотрофи - на ґрунтовому агарі (ГрА), оліготрофні мікроорганізми - на голодному агарі (ГА), азотфіксувальні - на безазотних середовищах Ешбі та Виноградського, мікроміцети - на середовищі Чапека.

Кількість мікроорганізмів виражали в колонійутворюючих одиницях (КУО) на 1 г сухого ґрунту. Мікробіологічні посіви проводили в трьох повтореннях, отримані результати обробляли методами математичної статистики.

Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті визначали за коефіцієнтами [31]:

Оцінювання стану ґрунту за внесення різних гербіцидів проводили за інтегральним показником біологічного стану ґрунту (ІПБС). Під час розрахунків ІПБС за 100% приймали максимальне значення кожного біологічного показника в ґрунті і у відношенні до нього у відсотках виражали значення цього самого показника в інших варіантах досліді [38].

Фітотоксичність ґрунту визначали за ДСТУ ISO 11269-2:2002 з використанням ґрунтових пластинок і тест-культури *Raphanus sativus* L. [89].

Толерантність території до пестицидного навантаження оцінювали за величиною зонального індекса здатності самоочищення земельних угідь (Ізон), який відображає інтенсивність деструкції пестицидів залежно від

грунтово- кліматичних умов. Виражається в балах: 0,1 - для ландшафтів сухих степів і солончаків; до 1 - для ландшафтів окультурених чорноземних ґрунтів у зоні достатнього вологозабезпечення. Величина зонального індексу самоочищення для зони Лісостепу для чорноземів типових становить $I_{зон} = 0,55$.

Статистичне оброблення отриманих результатів експериментів здійснювали за Б. Доспеховим [24] із використанням відповідних комп'ютерних програм.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Сегетальна рослинність при вирощуванні кукурудзи та ефективність застосування гербіцидів

Для вибору екологічної стратегії контролю бур'янів та правильних технологічних рішень, перш за все, необхідно з'ясувати особливості формування сегетальної рослинності в агрофітоценозі з урахуванням яких у подальшому розробляють і застосовують відповідні заходи контролю шкідливої фітобіоти [5, 30, 36, 38]. За співвідношенням бур'янів різних біологічних груп встановлено, що агроценоз кукурудзи характеризується змішаним типом забур'яненості. Упродовж 2018-2020 рр. видовий склад сегетальної рослинності в агроценозі кукурудзи було представлено 14 видами з 13 родин (табл. 3.1).

Серед них переважали однорічні бур'яни, як-от: мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv.) і лобода біла (*Chenopodium album* L.) (табл. 3.1). Серед однорічних ярих в агроценозі кукурудзи в незначній кількості була щириця звичайна (загнута) (*Amaranthus retroflexus* L.) і редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), а також дворічна куколиця біла (*Melandrium album* (Mill.) Garcke). В різні роки поодинокі траплялися види: паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), сокирки польові (*Consolida regalis* S. F. Gray), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.) та гірчак березкоподібний (*Polygonum convolvulus* L.).

Серед багаторічних бур'янів домінувала березка польова (*Convolvulus arvensis* (L.) Scop.) і поодинокі траплялися види: осот рожевий (*Cirsium*

arvensis L.), квасениця звичайна (*Oxalis acetosella* L.) та льонок звичайний (*Linaria vulgaris* Mill.).

Таблиця 3.1 - Видовий склад бур'янів агроценозу кукурудзи в беззмінному посіві, (облік, до сходів культури), шт./м²

Агробіологічна група	Вид	Роки			Середнє	
		2018	2019	2020	шт./м ₂	%
Однорічні:						
- ярі: однодольні: дводольні:	Мишій сизий (<i>Setaria glauca</i> L.) Pal.	40	163	955	386	54
	Лобода біла (<i>Chenopodium album</i> L.)	69	173	508	250	35
	Паслін чорний (<i>Solanum nigrum</i> L.)	0	7	0	2,3	0,3
	Редька дика (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	41	4	62	35,7	5
	Щириця звичайна (загнута) (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	12	1	8	7,0	1
	Гірчак березкоподібний (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	0	1	0	0,3	0,05
- зимуючі: дводольні:	Грицики звичайні (<i>Capsella bursapastoris</i> (L.) Medik.)	1	0	0	0,3	0,05
	Сокирки польові (<i>Consolida regalis</i> S. F. Gray)	1	0	0	0,3	0,05
	Фіалка польова (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	0	0	1	0,3	0,05
Дворічні:						
- справжні: дводольні:	Куколиця біла (<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke)	14	5	23	14,0	2
Багаторічні:						
- корене- паросткові: дводольні:	Березка польова (<i>Convolvulus arvensis</i> (L.) Scop.)	21	2	42	21,7	3
	Осот рожевий (<i>Cirsium arvense</i> L.)	1	0	0	0,3	0,05
	Льонок звичайний (<i>Linaria vulgaris</i> Mill.)	0	0	1	0,3	0,05
- кореневищні: дводольні:	Квасениця звичайна (<i>Oxalis acetosella</i> L.)	0	1	0	0,3	0,05
Разом		200	357	1600	719	100

За беззмінного вирощування кукурудзи без застосування гербіцидів чисельність бур'янів в агроценозі впродовж трьох років зростає у 8 разів. Домінантними видами залишився мишій сизий і лобода біла. При чому мишій сизий проявив себе як більш агресивний та конкурентоздатний вид і на третій рік беззмінного вирощування кукурудзи його частка в структурі бур'янової синузії зростає з 20% до 60%. Тоді як частка виду *Raphanus raphanistrum* L. зменшилась з 21% до 4%, *Convolvulus arvensis* L. - з 11% до 3%, *Melandrium album* (Mill.) Garcke - з 7% до 1%, *Amaranthus retroflexus* L. - з 6% до 1%.

В 2019 р. забур'яненість посівів мала проміжне значення і становила 357 шт./м² із домінуванням лободи білої і мишію сизого відповідно 48 і 46% від загальної чисельності бур'янів на період проведення обліків. Серед ярих дводольних також визначали паслін чорний і редьку дику, та у незначній кількості були присутні рослини гірчака березкоподібного і щиріці звичайної (загнутої). Із представників багаторічних бур'янів було визначено березку польову і квасеницю звичайну, із дворічних - куколицю білу, які займали трохи більше 2% [20].

Оцінюючи фактичну забур'яненість агроценозу кукурудзи загалом у середньому за 2018-2020 рр. визначено високий ступінь забур'яненості (3 бал) з кількістю багаторічних видів понад 20 шт./м², малорічних видів - понад 50 шт./м².

Однією з біологічних особливостей бур'янів є висока насіннева продуктивність, яка дає змогу доволі швидко відновлювати популяцію та підтримувати постійний запас насіння у ґрунті [39, 51]. Тому для належного контролювання сегетальної рослинності у посівах сільськогосподарських культур важливою є інформація про потенційну засміченість ґрунту насінням та вегетативними органами бур'янів.

За умови застосування хімічного способу боротьби з бур'янами в посівах кукурудзи зафіксовано зниження потенційної засміченості 0-20 см шару ґрунту на 12,2–52,2%. За внесення лише ґрунтових гербіцидів

упродовж трьох років поспіль показник потенційної засміченості ґрунту в агроценозі кукурудзи знизився в середньому на 33% і наблизив ступінь забур'яненості до середнього рівня за верхньою межею значень. За внесення лише страхових гербіцидів зменшення рівня потенційної засміченості ґрунту відбулось у межах 12,2–39,2%.

Встановлено, що за повної відсутності застосування будь-яких заходів контролю шкідливої фітобіоти потенційна засміченість ґрунту насінням бур'янів зростала з 72,5 до 81,1 млн шт./га, що свідчить про високий ступінь забур'яненості ґрунту (3 бали) контрольного варіанту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Потенційна засміченість орного шару ґрунту (0-20 см) в агроценозі кукурудзи за різних систем захисту рослин, млн шт./га

Варіант Дослідів	Роки			Середнє
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	
1	2	3	4	5
Контроль	72,5	76,7	81,1	76,8
Харнес	52,6	44,0	51,2	49,3
Стомп	51,9	54,2	54,0	53,4
Каллісто	49,6	44,3	46,2	46,7
Мілагро	54,8	51,1	52,4	52,8
Діанат	71,6	68,5	62,1	67,4
Естерон	60,0	55,3	53,2	56,2
Харнес + Каллісто	40,2	38,1	37,2	38,5
Харнес + Мілагро	38,0	36,2	35,9	36,7
Харнес + Діанат	61,3	60,8	60,1	60,7
Харнес + Естерон	52,0	39,0	42,0	44,3
Стомп + Каллісто	65,8	63,4	63,2	64,1
Стомп + Мілагро	58,8	57,1	53,2	56,4
Стомп + Діанат	65,3	61,1	60,4	62,3
Стомп + Естерон	57,2	51,7	53,6	54,2

За умови застосування хімічного способу боротьби з бур'янами в посівах кукурудзи зафіксовано зниження потенційної засміченості 0-20 см шару ґрунту на 12,2-52,2%. За внесення лише ґрунтових гербіцидів упродовж трьох років поспіль показник потенційної засміченості ґрунту в агроценозі кукурудзи знизився в середньому на 33% і наблизив ступінь забур'яненості до середнього рівня за верхньою межею значень. За внесення лише страхових гербіцидів зменшення рівня потенційної засміченості ґрунту відбулось у межах 12,2-39,2%. Більш ефективним було обприскування посівів післясходовим препаратом Каллісто, що знизило потенційну засміченість ґрунту до рівня середнього ступеня забур'яненості (46,7 млн шт./га).

Найбільшу кількість фізично нормального насіння бур'янів (67,4 млн шт./га) було обліковано в зразках ґрунту у варіанті із внесенням препарату Діанат, а також із поєднанням його в системі захисту рослин із ґрунтовими гербіцидами Харнес і Стомп - 60,7 і 62,3 млн шт./га відповідно.

Зменшення потенційної засміченості орного шару ґрунту в 1,7-2 рази порівняно з контролем зафіксовано у варіантах внесення страхових гербіцидів Мілагро, Каллісто і Естерон на фоні препарату Харнес, що відноситься до середнього ступеня засміченості (36,7-44,3 млн шт./га).

Серед досліджених систем захисту рослин ефективнішим було обприскування посівів післясходовим препаратом Мілагро або Каллісто на фоні ґрунтового гербіциду Харнес, що знизило рівень потенційної засміченості ґрунту майже вдвічі. На фоні внесення ґрунтового гербіциду Стомп ефективним було застосування препаратів Естерон або Мілагро, що в 1,4 рази знизило потенційну засміченість ґрунту насінням бур'янів.

Таким чином встановлено, що щорічне внесення гербіцидів сприяє зниженню рівня потенційної засміченості ґрунту насінням бур'янів, особливо за збільшення хімічного навантаження в агроценозі кукурудзи - зокрема, через поєднання ґрунтового гербіциду Харнес із страховими препаратами. Це пов'язано в першу чергу зі зменшенням фактичної забур'яненості посівів та

відповідно меншим надходженням у ґрунт насіння бур'янів.

Для аналізуванні ефективності застосованих хімічних засобів боротьби з бур'янами враховували видовий і кількісний склад, сиру і повітряно-суху масу бур'янів.

Встановлено, що за внесення ґрунтового гербіциду Харнес чисельність бур'янів порівняно з контролем зменшилась у 8 разів, препарату Стомп - майже втричі. Тобто внесення гербіциду Харнес із нормою витрат 2,0 л/га дає змогу до 88% контролювати чисельність бур'янів, гербіциду Стомп із нормою витрат 4,5 л/га - до 65% бур'янів.

В умовах сильної посухи (ГТК 0,48, 2018 р.) ефективність ґрунтових гербіцидів була низькою - у варіанті із внесенням препарату Стомп знищено лише 30% бур'янів і на 1 м² у середньому обліковували 249 особин шкодочинної фітобіоти. За внесення гербіциду Харнес зафіксовано пригнічення розвитку проростаючих із насіння бур'янів та зменшення загальної забур'яненості агроценозу кукурудзи на 71%.

Домінуючими видами залишилися ярі бур'яни, зокрема мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Pal. Bauv.) 44 шт./м² (42%), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.) 26 шт./м² (25%) і лобода біла (*Chenopodium album* L.) 12 шт./м² (близько 12%) та коренепаростковий багаторічник березка польова (*Convolvulus arvensis* (L.) Scop.) 13 шт./м² (13%) [20].

Найвищу ефективність препарату Харнес зафіксовано у 2018 р. (ГТК 0,74), коли було знищено 92% бур'янів. Ефективність препарату Стомп в умовах слабкої посухи (ГТК 0,70, 0,74, 2018, 2020 рр.) була майже однакова і становила 70-71% знищених бур'янів, тоді як за сильної посухи (ГТК 0,48, 2017 р.) ефективність дії цього гербіциду знизилась до 30%.

Унаслідок значного запасу насіння бур'янів у ґрунті існує проблема «другої хвилі» бур'янів, яку рекомендують контролювати за обробки посівів страховими гербіцидами. Другий облік бур'янів, проведено через 14 діб після застосування страхових гербіцидів, показав, що в середньому за три роки в цей період кількість бур'янів на 1 м² у контролі сягала 586 шт./м² (табл. 3.3).

Облік чисельності бур'янів на 14-ту добу після внесення страхових гербіцидів показав, що у варіантах із застосуванням ґрунтових гербіцидів Харнес і Стомп чисельність бур'янів знизилась на 81% і 67%, із використанням лише страхових гербіцидів Каллісто, Мілагро, Діанат, Естерон - на 94%, 65%, 46%, 34% відповідно.

Таблиця 3.3 - Чисельність бур'янів в агроценозі кукурудзи за внесення гербіцидів, середнє за 2018-2020 рр., шт./м

Варіант досліджу	Всього бур'янів, шт./м	
	I*	II**
1	2	3
Контроль	586	271
Харнес	114	88
Стомп	191	163
Каллісто	38	86
Мілагро	205	83
Діанат	314	191
Естерон	384	361
Харнес + Каллісто	16	23
Харнес + Мілагро	40	31
Харнес + Діанат	39	89
Харнес + Естерон	56	89
Стомп + Каллісто	44	70
Стомп + Мілагро	107	58
Стомп + Діанат	197	112
Стомп + Естерон	207	277

Примітка: * - на 14-ту добу після внесення страхових гербіцидів;

** - на 21-ту добу після внесення страхових гербіцидів.

Підвищення ефективності гербіцидів досягається також внесенням розчинів післясходових препаратів на вже ослаблені бур'яни. Крім того

завдяки різним механізмам дії діючих речовин гербіцидів зменшується ймовірність появи стійких бур'янів до певних хімічних сполук [77].

Ефективним виявився повний захист посівів кукурудзи із застосуванням ґрунтового гербіциду Харнес та доповненням страховими - Мілагро та Діанат: зниження кількості бур'янів порівняно з контрольним варіантом становило 93%. Позитивну дію на зменшення забур'яненості агроценозу кукурудзи зафіксовано також за використання ґрунтового гербіциду Стомп та доповнення страховим препаратом Каллісто, на фоні яких кількість бур'янів знизилась на 92%.

На 21-ту добу найменшу забур'яненість кукурудзи отримано після застосування повного захисту посівів кукурудзи комплексним використанням ґрунтових та страхових гербіцидів. Зокрема, із внесенням ґрунтового гербіциду Харнес та доповненням страховими - Каллісто і Мілагро зафіксовано найменшу кількість бур'янів порівняно з контрольним варіантом - на 89–92%.

Значне зниження кількості бур'янів (на 79%) спостерігалось за повного захисту кукурудзи із використанням ґрунтового гербіциду Стомп та доповненням страховим - Мілагро. Із використанням ґрунтового гербіциду Харнес та доповненням страховими препаратами Діанат та Естерон зниження кількості бур'янів склало 67%.

Ефективним виявилось внесення страхових гербіцидів Каллісто і Мілагро, де кількість бур'янів знижувалась порівняно з контрольним варіантом на 68–69%. Недоцільним було самостійне внесення страхового гербіциду Естерон, на тлі якого рівень забур'яненості був найвищим - на 33% більше, ніж у контролі. Неefективним було його внесення на фоні ґрунтового гербіциду Стомп, де кількість бур'янів була вищою за контрольний варіант на 2%.

Встановлено, що ефективним через 21-ту добу та перед збиранням кукурудзи виявилось застосування ґрунтового гербіциду Харнес, на фоні якого повітряно-суха маса бур'янів знижувалась на 52–62% порівняно з

контрольним варіантом. Проте через 21-ту добу після застосування страхових гербіцидів Каллісто, Діанат повітряно-суха маса бур'янів була вищою за контрольний варіант на 24-34%.

Таку саму тенденцію відзначено у посівах кукурудзи щодо дії гербіцидів на динаміку формування біомаси сегетальної рослинності (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Маса бур'янів у посівах кукурудзи за внесення гербіцидів, середнє за 2018-2020 рр., г/м²

Варіант досліджу	Роки			Середнє
	2018	2019	2020	
Стомп	532	575	20	135
Каллісто	527	228	46	166
Мілагро	1273	291	28	146
Діанат	798	687	49	144
Естерон	751	1346	50	199
Харнес + Каллісто	1221	199	10	56
Харнес + Мілагро	1821	245	14	70
Харнес + Діанат	334	501	16	73
Харнес + Естерон	412	627	14	90
Стомп + Каллісто	913	1083	27	162
Стомп + Мілагро	501	1124	12	166
Стомп + Діанат	553	1151	19	167
Стомп + Естерон	1565	1186	25	161

Примітка: * - на 21-шу добу після внесення страхових гербіцидів;

Найнижчий рівень повітряно-сухої маси бур'янів зафіксовано після застосування системи повного захисту посівів кукурудзи. Зокрема, із використанням ґрунтового гербіциду Харнес та з доповненням страховим - Каллісто рівень повітряно-сухої маси бур'янів був найнижчим, а

ефективність хімічних засобів становила 70-73%. Значне зниження рівня повітряно-сухої маси бур'янів (на 56–62%) отримано за використання ґрунтового гербіциду Харнес та з доповненням страховими - Мілагро або Діанат. Натомість застосування страхового гербіциду Естерон виявилось недоцільним – рівень повітряно-сухої маси бур'янів на цьому тлі був найвищим - на 7-37% перевищував контроль.

Загалом, у середньому за варіантами дослідів з внесенням ґрунтових гербіцидів зниження сирової маси бур'янів перед збиранням врожаю склало 67% порівняно з контролем, із внесенням страхових гербіцидів - 53%.

Таким чином, контрастні погодні умови у роки досліджень мали істотний вплив на забур'яненість посівів кукурудзи та технічну ефективність унесених гербіцидів. Враховуючи отримані результати досліджень при розробленні системи хімічного захисту кукурудзи від бур'янової рослинності необхідно враховувати прогнозні дані погодних умов на перших етапах вегетації культури в період унесення ґрунтових або страхових гербіцидів. Ефективною системою захисту рослин, навіть за дефіциту вологи і підвищених температур повітря, є внесення страхового гербіциду Мілагро на фоні ґрунтового гербіциду Харнес або Стомп. За сприятливих погодних умов ефективним є обприскування посівів препаратами Каллісто і Мілагро на фоні застосування ґрунтового гербіциду Харнес.

Визначено толерантність рослин кукурудзи до гербіцидів за коефіцієнтом шкодочинності (Кв) (рис. 3.1).

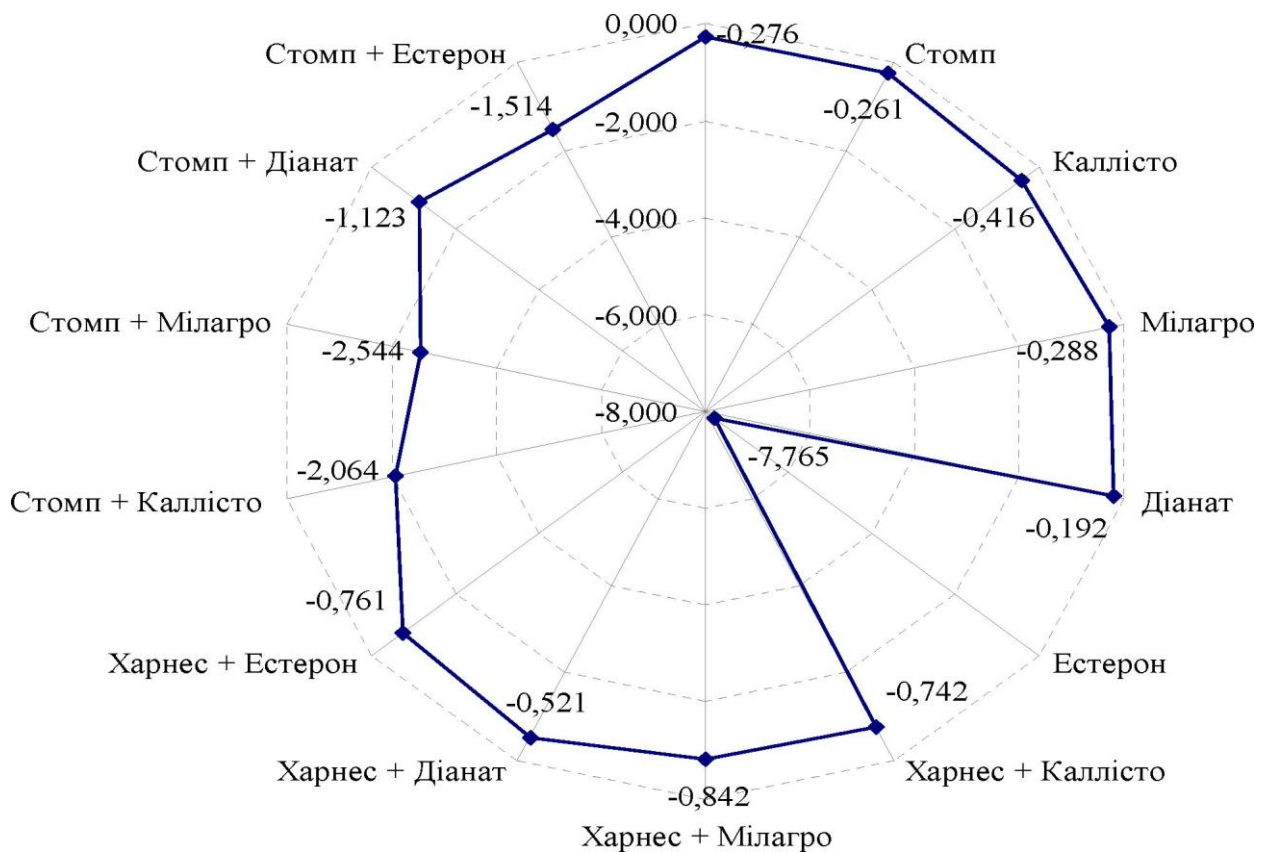


Рисунок. 3.1 — Толерантність рослин кукурудзи до гербіцидів (Кв), середнє за 2018-2020 рр.

Розглядаючи толерантність як природжену здатність видів рослин до виживання і відтворення після обробки хімічним препаратом [6], встановлено, що толерантність кукурудзи до гербіциду Естерон 60 була досить високою. І навпаки, визначено високу вразливість рослин кукурудзи до препаратів Діанат, Стомп і Харнес.

3.2. Екотоксикологічна оцінка застосування гербіцидів в агроценозі кукурудзи

Засоби захисту рослин є невід'ємною складовою сучасних агротехнологій. Проте для мінімізації потенційного негативного впливу хімічних засобів захисту рослин на складові агроєкосистеми і суміжні

території необхідно прораховувати екологічні ризики їх застосування, тобто ймовірність прояву їх екологічної небезпеки в реальних умовах природного середовища [1, 28, 145, 181].

Залишки діючих речовин гербіцидів, які містяться у ґрунті, є одним із прикладів потенційних негативних наслідків впливу пестицидів на навколишнє природне середовище і культурну рослину [18, 169, 175, 181, 190].

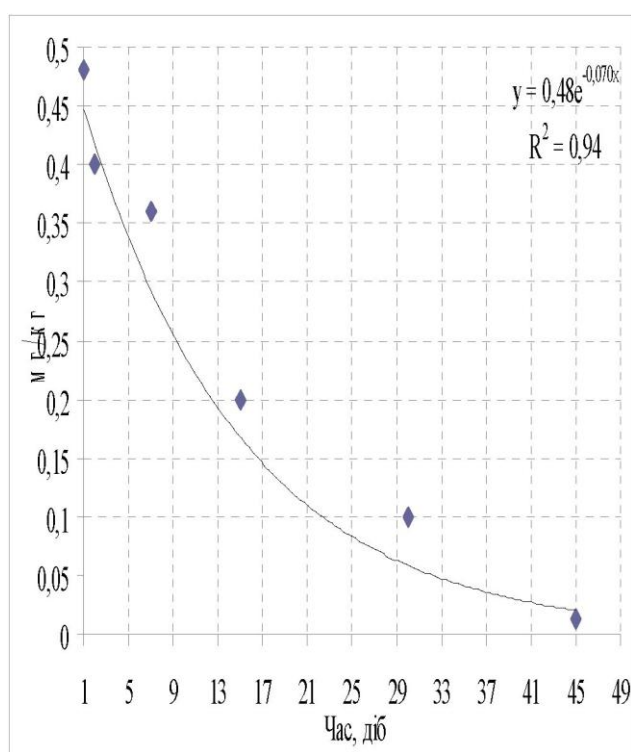
За усередненими трирічними даними встановлено, що найповільніше розкладався у чорноземі типовому ґрунтовий гербіцид Харнес і страховий Діанат (табл. 4.1). На 30-ту добу в зразках ґрунту виявлено вміст їх діючих речовин на рівні 20,8% ацетохлора і 12,5% дикамби. Відповідно на 45-ту добу їх вміст зменшився до рівня 2,7% і 9,4% початкової концентрації першої доби.

Уміст у ґрунті діючих речовин інших досліджених гербіцидів на 45-ту добу не виявлено. Тобто відбувся доволі швидкий розпад хімічних сполук гербіцидів, що свідчить про їхню невисоку персистентність у ґрунті. Так, вже на 30-ту добу після внесення страхових гербіцидів найменшу кількість діючих речовин на рівні 5% і 7,7% від початкової концентрації визначено у ґрунті варіантів із обприскуванням посівів препаратами Естерон і Мілагро, відповідно. За внесення гербіцидів Стомп і Каллісто упродовж місячного терміну у ґрунті було визначено залишки їх діючих речовин у кількості 20,5% і 25,0%. А впродовж першого тижня від внесення гербіцидів виявлено в ґрунті найменшу кількість д.р. 2-ЕГЕ 2,4-Д (38% від початкової кількості), нікосульфурон (38,5%) і мезотріон (50%).

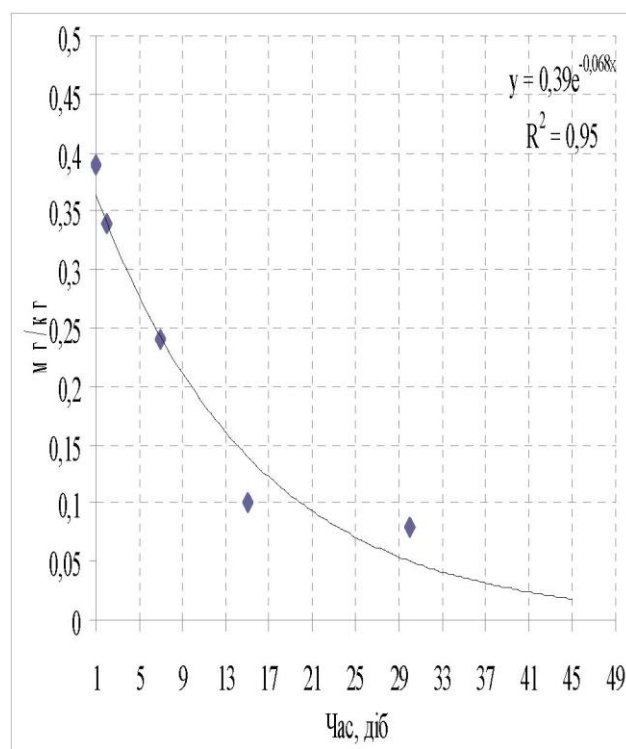
Таблиця 3.5 - Динаміка вмісту діючих речовин гербіцидів у чорноземі типовому (0-20 см), 2018-2020 рр.

Доба	Концентрація д.р., мг/кг ґрунту					
	ацетохлор	пенди-металін	Мезотріон	нікосульфурон	дикамба	2-ЕГЕ 2,4-Д
1	0,48±0,05	0,39±0,05	0,040±0,005	0,13±0,02	0,16±0,02	0,20±0,04
2	0,40±0,05	0,34±0,05	0,030±0,004	0,08±0,01	0,13±0,02	0,14±0,02
7	0,36±0,04	0,24±0,04	0,020±0,001	0,05±0,01	0,06±0,01	0,08±0,01
15	0,20±0,05	0,10±0,02	0,015±0,001	0,02±0,005	0,03±0,005	0,05±0,01
30	0,10±0,02	0,08±0,02	0,010±0,001	0,01±0,001	0,02±0,005	0,01±0,001
45	0,013±0,002	Н. в.*	Н. в.*	Н. в.*	0,015±0,001	Н. в.*

Примітка: *Н. в. - не виявлено (за межею кількісного визначення).



а – ацетохлор



б – пендиметалін

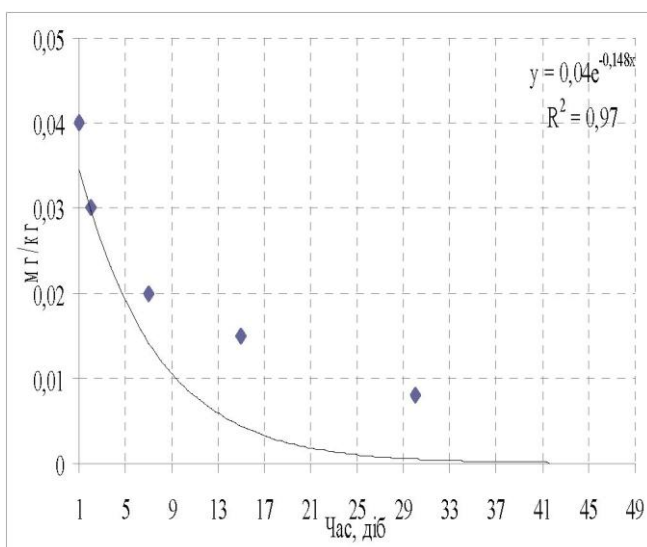
Рис. 3.2 - Кінетика детоксикації ґрунтових гербіцидів у чорноземі в агроценозі кукурудзи

Графічну формалізацію детоксикації діючих речовин гербіцидів у 0-20см

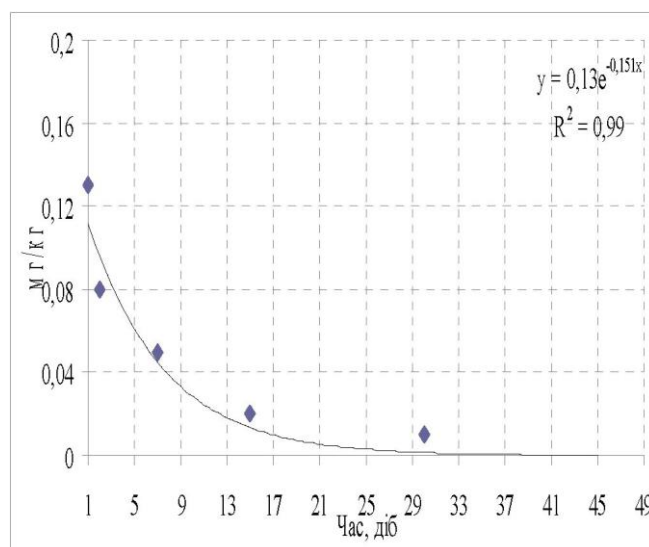
шарі чорнозему типового наведено на рисунках 3.2, 3.3.

Порівнюючи швидкість детоксикації у ґрунті серед досходових гербіцидів визначено, що діюча речовина пендиметалін розкладалась швидше упродовж перших двох тижнів на 16,1% порівняно з д.р. ацетохлор (рис. 3.2).

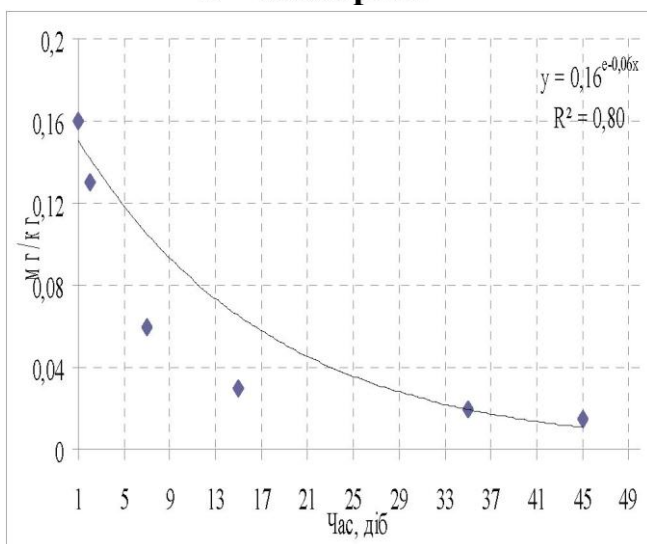
Встановлено, що швидкість розкладу у ґрунті страхових гербіцидів вища ніж ґрунтових(рис. 3.3).



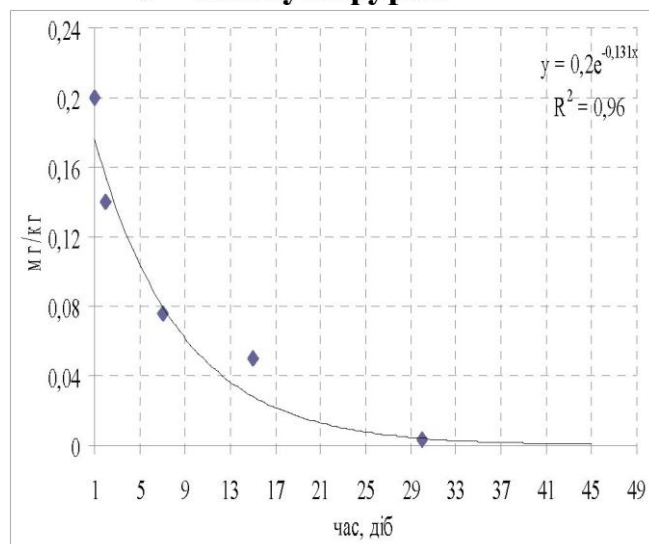
а – мезотріон



б – нікосульфурон



в – дикамба



г – 2-ЕФЕ 2,4-Д

Рис. 3.3 - Кінетика детоксикації діючих речовин страхових гербіцидів у чорноземі звичайному агроценозу кукурудзи

Найвища швидкість розкладу у ґрунті серед страхових гербіцидів характерна для д.р. нікосульфурон і мезотріон, про що свідчать найвищі значення константи швидкості процесу детоксикації пестицидів - 0,151 і 0,148, відповідно (рис. 3.3 а, б).

І навпаки, розклад діючої речовини дикамба в ґрунті протікав найповільніше, константа швидкості детоксикації гербіциду була найменшою ($k = 0,060$) і на 45-ту добу розклалось близько 90% препарату (рис. 3.3 в). Тоді як інші страхові гербіциди у ґрунті в цей період повністю розклалися і їх діючі речовини не виявлено. Гербіцид Естерон 60 на основі 2-ЕГЕ 2,4-Д мав проміжне значення серед досліджених страхових гербіцидів щодо детоксикації у чорноземі типовому ($k = 0,131$) (рис. 3.3 г).

За показником константи швидкості процесу детоксикації пестицидів досліджені гербіциди розміщено у ряд: Діанат > Стомп > Харнес > Естерон > Каллісто > Мілагро.

Під час розроблення системи заходів контролю шкідливих організмів в агроєкосистемі та застосуванні хімічних засобів захисту рослин важливо завчасно оцінити рівень їх потенційної небезпеки для навколишнього природного середовища та людини. Орієнтовні показники екологічної ситуації на певній території можна отримати, використовуючи математичну модель підсистеми «пестицид - сільськогосподарський ландшафт» [3, 5, 7, 10].

Існує підхід, за якого застосовують розрахунковий метод оцінювання можливих негативних наслідків, що враховує гігієнічну і екотоксикологічну характеристики асортименту препаратів, кількісне пестицидне навантаження на навколишнє природне середовище і інтенсивність процесів деструкції пестицидів в умовах даного ландшафту [3, 4].

3.3. Екологічний стан чорнозему за різних систем захисту рослин кукурудзи

Оцінювання екологічного стану ґрунту агроєкосистем є обов'язковим при проведенні моніторингових досліджень стану навколишнього природного середовища, екологічного нормування навантаження на ґрунтову систему, прогнозування втрати екологічної стійкості та основних властивостей ґрунту [48, 79]. Оскільки за різних технологій вирощування культур ґрунт найбільше зазнає впливу агротехнічних і екологічних чинників. За таких умов відбуваються структурні і функціональні зміни у складі мікробних угруповань у ґрунті, зокрема зміна домінуючих видів, активності і спрямованості процесів мікробної трансформації органічних сполук тощо [36, 37, 46].

За різними даними, лише 2-40% від унесеної кількості гербіциду безпосередньо задіяно для знищення бур'янової рослинності, інша частина адсорбується ґрунтом або вимивається в ґрунтові води, що спричиняє низку екологічних проблем. Зокрема, відбуваються глибокі деструктивні зміни фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту, порушення екологічної рівноваги, втрата біорізноманіття тощо [4, 46, 93, 126]. Зважаючи на зазначене, важливо встановити вплив гербіцидів на мікробіоценоз ґрунту, показники його родючості та токсичність за беззмінного вирощування кукурудзи.

Біологічна активність ґрунту за показниками активності його мікробіоценозу

У науковій літературі, присвяченій взаємодії пестицидів із ґрунтовими мікроорганізмами, не має однозначної думки щодо впливу внесення хімічних препаратів на мікробний ценоз ґрунту, спрямованість і активність ґрунтово-

біологічних процесів [4, 93].

Реакція мікробного угруповання ґрунту та спрямованість біологічних процесів у ґрунті за внесення гербіцидів

Аналізування результатів досліджень засвідчило диференціацію вмісту загальної кількості мікроорганізмів у ґрунті за варіантами досліду, тобто залежно від внесення гербіцидів. У середньому вміст загальної кількості мікроорганізмів у ґрунті агроценозу кукурудзи був на 10,9-38,3% нижче, ніж у ґрунті перелогу.

Серед досходових гербіцидів препарат Харнес виявляв найбільше пригнічення щодо ґрунтової мікробіоти. У ґрунті даного варіанта досліду вміст загальної кількості мікроорганізмів був у 1,4 раза нижче, ніж у перелозі і на 2,7 млн КУО/г ґрунту (або на 16,9%) нижче, ніж у контролі, та на 1,2 млн КУО/г ґрунту (або на 8,2%), ніж у варіанті з унесенням препарату Стомп.

За внесення страхових гербіцидів Каллісто і Мілагро не виявлено значних змін у загальній кількості мікроорганізмів у ґрунті і їх вміст знаходився майже на рівні з контролем (15,8 і 16,3 млн КУО/г ґрунту). Тоді як унесення препаратів Естерон та Діанат призвело до зниження даного показника у чорноземі типовому відповідно на 31,1% та 27,9% порівняно з ґрунтом перелогу і на 21,3% та 17,5% - порівняно з контролем.

За застосування повної системи захисту рослин уміст загальної чисельності мікроорганізмів у ґрунті знаходився на рівні 11,3-15,1 млн КУО/г ґрунту, що на 17,5-38,3% нижче, ніж у ґрунті перелогу і на 5,6-29,4% - ніж у контролі. Найбільший пригнічувальний ефект на ґрунтову мікробіоту зафіксовано за внесення препаратів Естерон і Діанат на фоні ґрунтових препаратів Харнес і Стомп.

Вищезазначене підтверджують дані вмісту загальної біомаси мікроорганізмів у ґрунті (рис. 3.4). В агроценозі кукурудзи вміст загальної біомаси мікроорганізмів у ґрунті становив 190,2-421,4 мкг С/г ґрунту, що в середньому на 8,3-58,6% нижче, ніж у ґрунті перелогу і залежав від технології вирощування і виду гербіцидів, оскільки вплив останніх на

грунтові мікроорганізми найчастіше залежить від їх хімічного складу. За внесення впродовж трьох років поспіль препарату Естерон на основі похідних 2,4-Д як окремо, так і на фоні ґрунтових гербіцидів Харнес і Стомп зафіксовано найвищий токсичний ефект на мікробіоценоз ґрунту, про що свідчить зниження вмісту біомаси мікроорганізмів на 40,8-43,8% порівняно з контролем і на 56,4-58,6% порівняно з ґрунтом перелугу. Пригнічення мікробної продуктивності на 25 і 19% порівняно з контролем відбулось і у варіантах досліді з унесенням гербіцидів Харнес і Діанат відповідно.

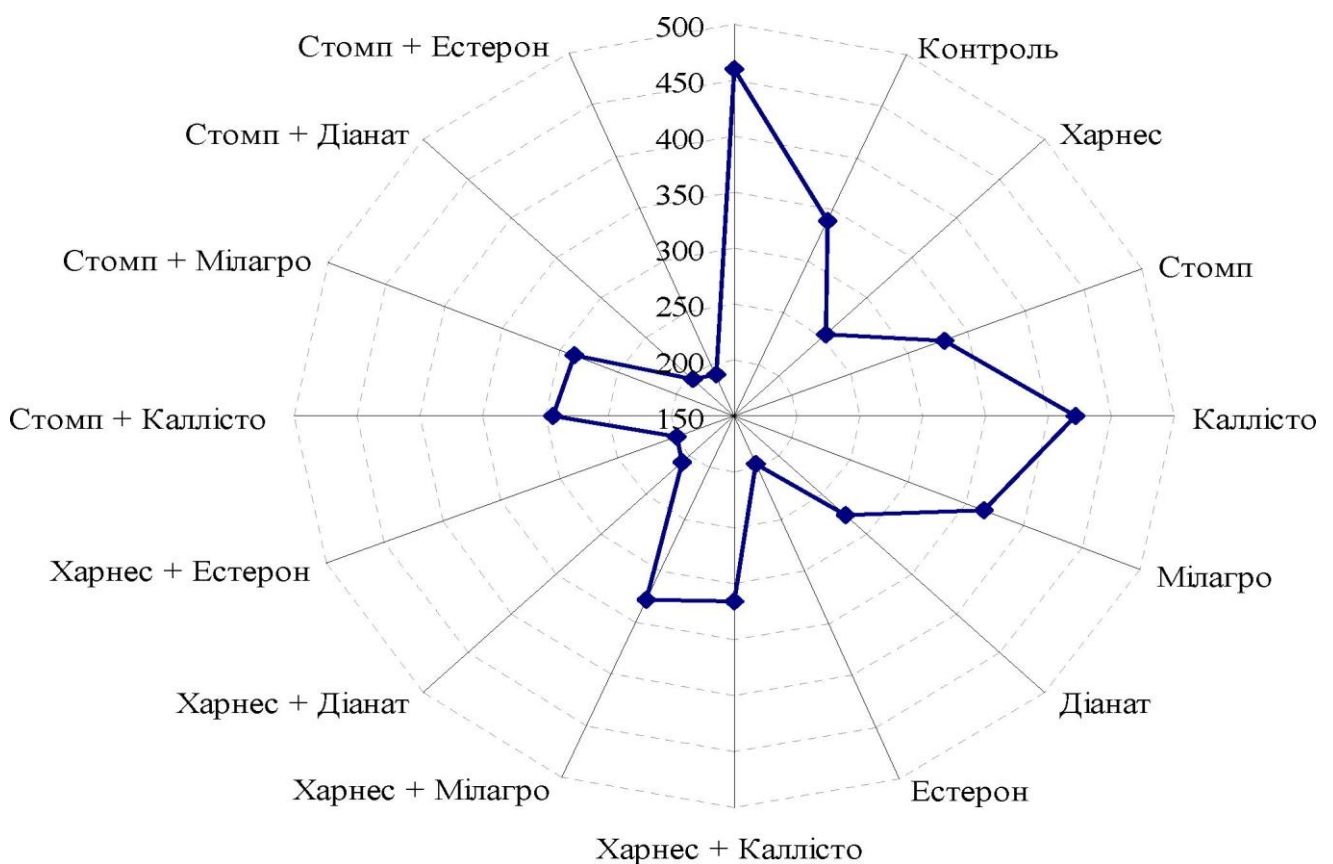


Рисунок. 3.4 - Вміст загальної біомаси мікроорганізмів у чорноземі звичайному, середнє за 2018-2020 рр., мкг С/г ґрунту

Унесення гербіцидів Стомп, Мілагро і Каллісто у рекомендованих нормах витрат не спричинило істотного пригнічення ґрунтової мікробіоти, і вміст загальної біомаси мікроорганізмів був або на рівні варіанта без застосування хімічних засобів проти бур'янів (контроль), або з перевищенням його на 8-10%. Таке підвищення активності мікробіоценозу

грунту може бути пояснено впливом рослин, оскільки за вказаних систем захисту рослин спостерігали ефективніший ріст і розвиток кукурудзи та отримано найвищу врожайність. Також у варіантах дослід з унесенням страхових гербіцидів Мілагро і Каллісто на фоні ґрунтового гербіциду Харнес зафіксовано незначне зниження цього показника відносно контролю - на рівні 2,7% і 6,9% відповідно.

Детальніше вивчення кількісного складу мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп також засвідчило диференціацію їх умісту в ґрунті залежно від впливу гербіцидів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 - Кількісна характеристика мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп у чорноземі типовому, середнє за 2018-2020 рр.

Варіант досліджу	Бактерії, що використовують		Азотфік-сувальні	Педо-трофні	Оліго-трофні	Стрепто-міцети	Мікроміцети, тис. КУО / г ґрунту
	мінеральний азот	органічний азот					
	млн КУО / г ґрунту						
Контроль	8,8±1,2	7,4±0,6	8,0±0,3	18,7±1,4	23,1±1,0	2,4±0,3	17,9±2,1
Харнес	9,6±1,1	8,9±0,8	4,9±0,1	19,8±1,2	26,3±1,2	3,3±0,1	19,8±1,6
Стомп	9,9±0,8	8,3±0,6	5,2±0,2	20,1±1,3	25,1±1,1	2,5±0,1	19,2±1,2
Каллісто	10,2±0,9	9,8±0,7	5,1±0,3	20,9±1,1	25,6±1,1	2,6±0,1	21,7±1,4
Мілагро	11,6±1,1	10,3±0,7	5,5±0,2	20,7±1,1	28,1±1,2	2,5±0,1	19,5±1,1
Діанат	9,6±0,7	7,7±0,6	3,5±0,2	19,6±1,0	25,5±0,9	2,5±0,1	27,6±1,4
Естерон	9,4±0,7	7,6±0,6	3,1±0,1	19,8±1,2	26,1±1,1	2,7±0,1	22,7±1,1
Харнес + Каллісто	11,5±1,1	10,6±0,7	4,3±0,1	21,6±1,3	29,0±1,3	3,3±0,2	24,6±1,2
Харнес + Мілагро	11,6±1,1	11,0±1,0	4,9±0,2	21,8±1,2	26,3±1,0	3,0±0,1	20,5±1,0
Харнес + Діанат	9,8±0,7	8,7±0,5	3,1±0,1	20,6±1,1	25,6±1,1	3,3±0,3	22,7±1,1
Харнес + Естерон	9,5±0,8	8,5±0,4	3,1±0,1	20,3±1,0	24,8±1,1	3,0±0,1	21,1±1,1
Стомп + Каллісто	10,0±1,0	9,6±0,6	4,8±0,1	21,2±1,1	26,9±1,3	3,7±0,2	27,5±1,6
Стомп + Мілагро	10,3±1,0	10,1±0,7	4,2±0,2	20,7±0,9	26,4±1,4	2,5±0,1	21,5±1,5
Стомп + Діанат	10,1±1,0	8,9±0,4	3,8±0,1	19,8±0,8	26,6±1,2	2,5±0,1	19,3±1,3
Стомп + Естерон	9,6±0,8	8,6±0,4	3,2±0,1	19,5±0,8	27,1±1,3	2,6±0,2	19,7±1,1
Переліг	5,1±0,5	9,8±0,4	10,9± 1,2	12,3±0,4	16,3±0,9	1,7±0,1	14,1±1,0

Зокрема в усіх варіантах із унесенням гербіцидів зафіксовано зниження азотфіксувальних мікроорганізмів у 2,0-3,5 рази, особливо за внесення препаратів Діанат і Естерон, а також за поєднання ґрунтових і страхових гербіцидів у системі захисту рослин. При цьому спостерігали достовірне підвищення кількості бактерій, які використовують азот мінеральних сполук (на 8,0-31,8%), педотрофних (на 4,3-15,5%) і оліготрофних (на 7,4-25,5%) мікроорганізмів, а також мікроміцетів (на 7,3-54,2%) порівняно з контролем. Такий перерозподіл основних еколого-трофічних груп у структурі мікробного ценозу ґрунту створює умови до активізування деструкційних процесів органічної речовини у ґрунті.

Чисельність оліготрофних мікроорганізмів у ґрунті агроценозу була доволі високою (23,1-29,0 млн КУО / г ґрунту), проте значного коливання за варіантами дослідження не простежувалось. Зростання чисельності мікроорганізмів, що розвиваються за рахунок мінеральних форм азоту, свідчить про посилення мінералізаційних процесів у ґрунті, наслідком яких є зниження вмісту гумусу. Це наочно відображають значення коефіцієнта мінералізації-імобілізації (Кмін), який варіює у межах 1,04-1,25 з максимумом у варіантах із унесенням страхових гербіцидів Діанат і Естерон (табл. 3.7), а також підтверджується високим рівнем значень коефіцієнта педотрофності (Кпед) - 1,98-2,61. Різниця з відповідними показниками у ґрунті перелугу становила 2-2,4 та 1,6-2,1 рази, з контролем була на рівні 3-5%.

Таблиця 3.7 - Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті за внесення гербіцидів

Варіант Дослідження	Коефіцієнт		
	мінералізації- імобілізації Кмін	оліготрофності Кол	педотрофності Кпед
1	2	3	4
Контроль	1,19	1,43	2,53
Харнес	1,08	1,42	2,22

Продовження таблиці 3.7			
1	2	3	4
Стомп	1,19	1,38	2,42
Каллісто	1,04	1,28	2,13
Мілагро	1,13	1,28	2,01
Діанат	1,25	1,47	2,55
Естерон	1,24	1,54	2,61
Харнес + Каллісто	1,08	1,31	2,04
Харнес + Мілагро	1,05	1,16	1,98
Харнес + Діанат	1,13	1,38	2,37
Харнес + Естерон	1,12	1,38	2,39
Стомп + Каллісто	1,04	1,37	2,21
Стомп + Мілагро	1,02	1,29	2,05
Стомп + Діанат	1,13	1,40	2,22
Стомп + Естерон	1,12	1,49	2,27
Переліг	0,52	1,09	1,26

Найвищий показник розкладання органічної речовини ґрунту виявлено на контролі і у варіантах із внесенням препарату Стомп, Діанат і Естерон $K_{\text{пед}}$ 2,42–2,61. Тоді як у варіантах із унесенням гербіциду Мілагро як окремо, так і на фоні ґрунтових препаратів Харнес і Стомп, а також за поєднання препаратів Харнес і Каллісто коефіцієнт педотрофності був у 1,2–1,3 раза нижче, ніж у контролі, та мав найменші значення (1,98–2,05).

Відмічено зниження напруження мікробіологічних процесів у ґрунті за внесення страхових гербіцидів Каллісто і Мілагро на фоні ґрунтових гербіцидів Харнес і Стомп. У цих варіантах дослідження зафіксовано найнижчі показники коефіцієнта мінералізації-імобілізації (1,02–1,08) і педотрофності (1,98–2,05), що було нижче за контроль відповідно на 9,3–14,3% і 18,9–21,7%.

Високі значення коефіцієнта оліготрофності ($K_{\text{ол}}$) 1,16–1,54 за варіантами дослідження свідчать про зниження в ґрунті агроценозу вмісту поживних речовин.

Перевищення даного показника порівняно з ґрунтом перелугу становило від 6% до 41%. Порівняно з контролем $K_{ол}$ зростав на 2,8% і 7,7% з унесенням страхових гербіцидів Діанат і Естерон, а в інших варіантах дослідів – був або на рівні контролю, або нижче на 3,5–18,9%.

Наслідком перебудови мікробного ценозу ґрунту за впливу різних чинників, у т.ч. гербіцидів, є зміна в ньому інтенсивності біологічних процесів і токсичність ґрунту

Проблема токсичності ґрунту є особливо актуальною за вирощування агрокультур у беззмінних посівах або за необґрунтованого внесення агрохімікатів і пестицидів. Як свідчать експериментальні дані (рис. 3.4), фітотоксичність ґрунту в агроценозі кукурудзи є вищою порівняно з ґрунтом природної екосистеми в середньому в 5,4-10,9 рази залежно від технології вирощування кукурудзи і властивостей хімічного препарату.

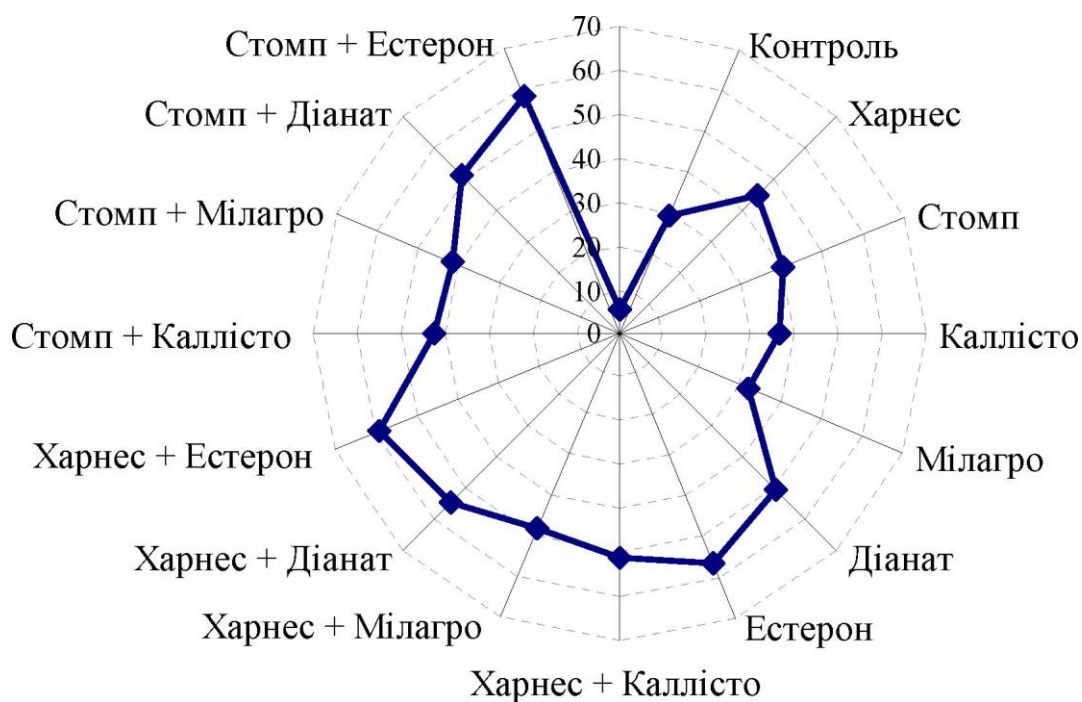


Рисунок. 3.5 - Фітотоксичність чорнозему в агроценозі кукурудзи залежно від гербіцидів, % інгібування схожості насіння тест-культури (*Raphanus sativus* L.)

На контролі (без внесення гербіцидів) фітотоксичність ґрунту становила 29,1%, тоді як у ґрунті перелугу цей показник був на рівні 5,4% інгібування

схожості тест-культури. Така висока токсичність ґрунту за тривалого беззмінного вирощування кукурудзи пояснюється накопиченням однакових за хімічним складом кореневих ексудатів і органічних залишків рослин, які розкладаються повільніше з виділенням фенольних сполук та мають широке співвідношення азоту до вуглецю. За таких умов у структурі мікробіоценозу ґрунту, як правило, домінують міцеліальні організми як найбільш конкурентоздатні з вищими адаптивними властивостями до умов середовища та високим ступенем токсичності, що значною мірою і спричиняє ґрунтовому в беззмінних посівах.

Результати дослідження засвідчили, що проростання і схожість тест-культури *Papianus sativus* L. залежали від застосованих гербіцидів у системі захисту рослин. Серед ґрунтових гербіцидів найвищу фітотоксичність (44,5%) зафіксовано у варіанті із унесенням препарату Харнес, яка була у 8,2 раза вищою, ніж у ґрунті перелогу, і в 1,5 раза, ніж у контролі. За внесення препарату Стомп частка інгібування схожості тест-культури була дещо нижчою - 40,2%, що в 7,4 раза вище, ніж у ґрунті природної екосистеми, і в 1,4 раза - ніж на контролі.

Використання в системі захисту рослин кукурудзи у беззмінних посівах страхових гербіцидів на основі д.р. 2-ЕГЕ 2,4-Д і д.р. дикамба формувало найвищий рівень фітотоксичності ґрунту (56,5%). За внесення гербіциду Діанат фітотоксичність ґрунту становила 50,4% інгібування схожості тест-культури, що в 1,7 раза вище, ніж на контролі. Натомість унесення препаратів Мілагро і Каллісто за вказаним показником було менш небезпечним, і фітотоксичність ґрунту в цих варіантах була на рівні 31,9 і 36,3%, що на 9,6 і 24,7% вище, ніж на контролі.

За показником фітотоксичності чорнозему типового в технології беззмінного вирощування кукурудзи досліджені гербіциди розміщено у ряд: Естерон > Діанат > Харнес > Стомп > Каллісто > Мілагро. Загалом, фітотоксичність ґрунту у варіантах із внесенням гербіцидів корелювала зі значеннями їх показників токсичності.

За поєднання в системі захисту рослин ґрунтових і страхових гербіцидів мало місце подвійне хімічне навантаження з подовженням у часі, про що свідчать високі показники фітотоксичності 41,6-58,1%, що в 1,4—2,0 рази вище порівняно з контролем. У середньому у ґрунті варіантів дослідів із внесенням ґрунтових і страхових гербіцидів фітотоксичність була вищою на 19,5%, ніж за внесення лише ґрунтових гербіцидів і на 16%, ніж за внесення лише післясходових препаратів.

Найвища фітотоксичність ґрунту на рівні 58,1 і 58,9% інгібування схожості тест-культури зафіксовано із внесенням післясходового гербіциду Естерон на фоні ґрунтового гербіциду Харнес. Враховуючи те, що чорнозем звичайний за своїми властивостями має достатньо високу буферну здатність, втрати гумусу за три роки у варіантах дослідів із унесенням гербіцидів були на рівні 0,07-0,24% порівняно з вихідним рівнем (2019 р.). Таке зниження вмісту гумусу, на нашу думку, є наслідком активізації мікробіологічних процесів у ґрунті, а саме посиленням процесів мінералізації та трансформації органічної речовини [45].

3.4. Вплив агротехнічних і екологічних чинників на врожайність та якість зерна кукурудзи

Екологічні та агротехнічні чинники мають як прямий, так і опосередкований вплив на продукційний процес у рослинах, змінюючи перебіг фізіологічних процесів в організмі рослин, що визначає рівень врожайності та якість продукції. Встановлено, що більш, ніж на 30% рівень врожайності кукурудзи залежить від таких екологічних чинників як температура та волога, особливо від розподілу опадів протягом вегетаційного періоду. Тому в сучасних умовах особливої уваги набуває питання правильного підбору агротехнічних заходів, у т.ч. і системи захисту рослин від бур'янів, та врахування мінливості

кліматичних параметрів для забезпечення отримання стабільних врожаїв із високими показниками якості.

Найвищу висоту рослин та краю прикріплення качана кукурудзи отримали за застосування повного комплексу захисту від бур'янів - використанням ґрунтового гербіциду Харнес та з доповненням страховими Каллісто і Мілагро (табл. 3.8). Висота рослин і край кріплення качана кукурудзи у цих варіантах досліду були вищими від контрольного варіанта на 91-102 та 116-144% відповідно. Площа листкової поверхні також була максимальною з переважанням контролю в 1,8-2 рази.

Таблиця 3.8 - Біометричні показники рослин кукурудзи, середнє за 2019-2020 рр.

Варіант досліду	Висота рослин у фазі цвітіння, см	Площа листкової поверхні у фазі цвітіння, тис. м ² /га	Висота прикріплення краю качана, См
Контроль	138,7	22,4	47,8
Харнес	227,0	32,5	90,4
Стомп	190,4	29,4	71,7
Каллісто	240,9	33,2	88,7
Мілагро	238,3	32,4	101,1
Діанат	147,1	24,7	52,9
Естерон	169,4	25,5	64,1
Харнес + Каллісто	264,5	41,4	103,3
Харнес + Мілагро	279,5	44,3	116,8
Харнес + Діанат	237,7	32,4	91,3
Харнес + Естерон	225,6	32,5	87,9
Стомп + Каллісто	255,6	36,2	107,0
Стомп + Мілагро	261,4	40,7	103,6
Стомп + Діанат	210,3	30,7	69,4
Стомп + Естерон	200,4	29,8	75,4

Позитивну дію на ріст і розвиток рослин кукурудзи встановлено за використання ґрунтового гербіциду Стомп та доповнення страховими Каллісто і Мілагро, завдяки чому висота рослин була більшою на 84-89%, краю прикріплення качана кукурудзи - на 117-124%, площа листкової поверхні - на 62-82%.

У варіантах із внесенням лише ґрунтових гербіцидів перевага була за препаратом Харнес. Висота рослин та прикріплення качана кукурудзи була відповідно на 88,3 см (або на 39%) і 42,6 см (на 47%) вища за контроль і на 36,6 см (на 16%) і 18,7 см (на 21%) вища за варіант із унесенням препарату Стомп. Площа листкової поверхні була більшою за контроль у 1,5 раза.

Серед страхових гербіцидів ефективним було внесення препаратів Каллісто і Мілагро, завдяки чому висота рослин кукурудзи досягала 238,3 - 240,9 см і була вищою за контроль у 1,7 раза, висота прикріплення краю качана перевищувала контроль у 1,9-2,1 раза, площа листкової поверхні - в 1,4-1,5 раза. Натомість застосування страхових гербіцидів Діанат, Естерон виявилось неефективним - біометричні показники були мінімальними з незначною перевагою над контролем: за показником висота рослин - лише на 6-22%, прикріплення краю качана - на 11-34%, площа листкової поверхні - на 10-14%.

Внесення страхових гербіцидів Діанат і Естерон на фоні досходового гербіциду Стомп було більш ефективним. Рослини кукурудзи досягали висоти 1 м і більше, але висота кріплення качанів кукурудзи і площа листкової поверхні порівняно з іншими варіантами дослідів мали менші значення, а різниця з контролем становила 1,3-1,6 раза.

За показником маса 1000 зернин, технологія вирощування кукурудзи в сівозміні переважала технологію беззмінного посіву на 6-12%, яка в середньому у варіантах дослідів з унесенням хімічних засобів захисту рослин склала 324,3 г.

У технології беззмінного вирощування самостійне застосування лише досходових гербіцидів забезпечило кращу якість зерна кукурудзи за показником маса 1000 зернин, яка у цих варіантах дослідів була на 39,2-65,3 г вищою за контроль (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 - Маса 1000 зернин кукурудзи за різних систем захисту рослин, г

Варіант досліджу	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2018-2020 рр.
Контроль	313,8	246,0	317,9	292,6
Харнес	371,9	346,5	355,2	357,9
Стомп	353,5	346,0	296,0	331,8
Каллісто	318,1	315,5	291,7	308,4
Мілагро	327,2	322,6	302,9	317,6
Діанат	302,9	298,5	313,4	304,9
Естерон	300,5	288,7	284,0	291,1
Харнес + Каллісто	264,7	322,1	448,9	345,2
Харнес + Мілагро	372,3	386,2	407,1	388,5
Харнес + Діанат	314,4	295,5	328,8	312,9
Харнес + Естерон	325,2	264,2	319,0	302,8
Стомп + Каллісто	315,6	318,2	368,2	334,0
Стомп + Мілагро	288,3	372,1	350,9	337,1
Стомп + Діанат	298,1	301,0	276,0	291,7
Стомп + Естерон	317,4	312,2	320,9	316,8

Серед страхових гербіцидів найвищий показник маси 1000 зернин упродовж трьох років досліджень був за внесення післясходового гербіциду Мілагро порівняно з контрольним варіантом на 25,0 г і на 9,2-26,5 г - порівняно з іншими страховими гербіцидами.

Найнижчий результат отримали у варіантах із застосуванням лише післясходового гербіциду Естерон, а також за поєднання препаратів Стомп і Діанат, де маса 1000 зернин була майже на рівні контрольного варіанту.

Найвищі значення показника маси 1000 зернин, що знаходяться майже на рівні значень показників із технологіє. вирощування кукурудзи в сівозміні, отримано за внесення досходових гербіцидів Каллісто і Мілагро на фоні

грунтових гербіцидів Харнес і Стомп. Відповідно перевага над контролем склала 14-33%. Встановлено, що у варіанті із внесенням препарату Мілагро на фоні ґрунтового гербіциду Харнес даний показник був вищим порівняно з унесенням гербіциду Каллісто на 43,3 г або на 13%.

Найвищу врожайність зерна і побічної продукції кукурудзи за беззмінного вирощування в середньому за 2018-2020 рр. отримано за повної системи захисту рослин із застосуванням ґрунтових і страхових гербіцидів (табл. 3.10).

Таблиця 3.10 - Урожайність зерна і побічної продукції кукурудзи за різними системами захисту рослин, середнє за 2018-2020 рр.

Варіант дослідю	Урожайність, т/га		Вихід зерна, %
	зерна	побічної продукції	
Контроль	0,70	1,17	78,8
Харнес	3,51	6,50	80,2
Стомп	2,76	6,06	79,4
Каллісто	5,42	10,49	79,6
Мілагро	3,79	8,10	77,8
Діанат	2,00	3,04	77,3
Естерон	2,02	2,91	77,8
Харнес + Каллісто	9,34	21,70	79,5
Харнес + Мілагро	10,11	23,36	82,4
Харнес + Діанат	5,19	8,70	79,8
Харнес + Естерон	6,30	9,49	80,6
Стомп + Каллісто	6,48	12,76	80,2
Стомп + Мілагро	6,78	12,92	80,5
Стомп + Діанат	3,08	4,95	78,5
Стомп + Естерон	3,38	5,27	78,9

Зокрема, за внесення ґрунтового гербіциду Харнес із доповненням

страхового гербіциду Мілагро отримано найвищу врожайність зерна серед усіх варіантів дослідів - 10,11 т/га, що в 14,4 рази більше від контрольного варіанту.

Високу врожайність зерна кукурудзи - 9,34 т/га, що в 13,3 рази більше від контролю, отримали у варіанті з унесенням ґрунтового гербіциду Харнес із доповненням страхового гербіциду Каллісто.

Посереднє значення врожайності зерна кукурудзи забезпечило внесення: досходового гербіциду Стомп з доповненням післясходових гербіцидів Каллісто та Мілагро - 6,48-6,78 т/га; досходового гербіциду Харнес із доповненням післясходового гербіциду Естерон - 6,30 т/га. У цих варіантах отримали підвищення у 9-10 разів урожайності зерна кукурудзи, порівняно з контролем. Найнижчий цей показник (3,08-3,38 т/га) отримали з унесенням досходового гербіциду Стомп та доповненням післясходових гербіцидів Діанат і Естерон, де урожайність, порівняно з контролем, збільшилась у 4-5 рази.

Із застосуванням лише досходових гербіцидів вищу врожайність зерна кукурудзи (3,51 т/га) одержали за використання гербіциду Харнес, що підвищило цей показник порівняно з контролем у 5 рази. Внесення гербіциду Стомп підвищило врожайність, порівняно з контролем, лише у 4 рази, яка становила 2,76 т/га.

Самостійне застосування лише післясходових гербіцидів забезпечило вищу урожайність зерна кукурудзи (5,42 т/га) за внесення препарату Каллісто. З його застосуванням одержали збільшення цього показника, порівняно з контролем, у 7,8 рази. Посереднє значення забезпечило внесення гербіциду Мілагро, що підвищило врожайність зерна кукурудзи в 5,4 рази. Отже, ефективність самостійного внесення післясходового гербіциду Каллісто була вищою, ніж дія досходових гербіцидів майже у 1,5-1,9 рази. Застосування гербіцидів Діанат і Естерон мало найнижчу ефективність. Урожайність зерна кукурудзи за їх внесення мала найменше значення майже 2 т/га, що лише у 2,9 рази більше, ніж у контрольному варіанті.

За роки досліджень найбільшу врожайність побічної продукції сформували рослини у варіантах із внесенням післясходового гербіциду

Мілагро і Каллісто на фоні ґрунтового гербіциду Харнес - приріст урожайності склав 22,19 і 20,53 т/га відповідно порівняно з контролем. Ефективним було внесення зазначених страхових гербіцидів на фоні досходового препарату Стомп, що забезпечило підвищення врожайності проти контролю майже в 11 разів і отримання приросту побічної продукції 11,75 і 11,59 т/га.

Серед лише ґрунтових гербіцидів у системі захисту рослин ефективнішим на 7% був препарат Харнес порівняно з препаратом Стомп. За такого досходового захисту рослин кукурудзи проти бур'янів отримали приріст урожаю побічної продукції 5,33 т/га.

Серед страхових гербіцидів найбільший ефект отримано за внесення Каллісто, приріст побічної продукції склав 9,32 т/га, що в 1,3—5,4 раза більше порівняно з іншими препаратами такої ж дії.

Також відмічено малоефективне, порівняно з іншими дослідженими гербіцидами, застосування препаратів Діанат і Естерон. Приріст до контролю був мінімальним, на рівні 1,87 і 1,74 т/га відповідно. Проте їх застосування як доповнення в системі повного захисту з ґрунтовим гербіцидом Харнес було більш ефективним у 1,8 раза, ніж у поєднанні з препаратом Стомп.

Найвищий вихід зерна кукурудзи за повторного вирощування в середньому за роки досліджень отримано за повної системи захисту із застосуванням досходових та післясходових гербіцидів. Зокрема, за внесення ґрунтового гербіциду Харнес із доповненням страхового гербіциду Мілагро отримано найвищий вихід зерна серед усіх варіантів досліду - 81,9%, що на 3,7% більше від контролю.

Високий вихід зерна кукурудзи - 81,3%, що на 3,1% більше за контролю, отримали у варіанті з унесенням ґрунтового гербіциду Харнес із доповненням страхового гербіциду Естерон. Із застосуванням лише досходових гербіцидів вищий вихід зерна кукурудзи (79,7%) отримали у варіанті із застосуванням препарату Харнес, що підвищило цей показник, порівняно з контролем, на 1,5%. Самостійне застосування лише післясходових гербіцидів забезпечило вищу урожайність зерна кукурудзи (80,2%) за внесення препарату Каллісто. За його

використанням отримали підвищення виходу зерна кукурудзи, порівняно з контрольним варіантом, на 2%.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою проведення техніко-економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому. Також це дає можливість навчитися більш раціонально планувати свою практичну діяльність надалі і сприяти високій ефективності науково-дослідних робіт.

Сучасне використання земельних ресурсів України не відповідає вимогам раціонального природокористування, а саме: порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, багаторічних насаджень [25]. Це також негативно впливає на стійкість природних ландшафтів до техногенного навантаження.

Перехід садівництва та інтенсивні технології ставить за мету збільшення продукції шляхом широкої її хімізації, тобто застосування високих доз мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин. Однак внесення високих доз мінеральних добрив супроводжується забрудненням ґрунту баластними речовинами-хлоридами, сульфатами. В ґрунтах і підґрунтових водах нагромаджуються рештки пестицидів, які, потрапляючи у вирощувану продукцію, знижують її якість.

Глобальною проблемою також є постійне зменшення в ґрунтах вмісту гумусу, який відіграє провідну роль у формуванні ґрунту, його цінних агрохімічних властивостей, забезпеченні рослин поживними речовинами. Основна причина – споживацький підхід до землі, намагання якнайбільше з неї взяти і якнайменше їй повернути.

Значним чинником забруднення ґрунтів є їх засолення, яке відбувається внаслідок зрошення культур [28]. В результаті поливу легкі фракції води

випаровуються, а мінеральні солі відкладаються на ґрунтовій поверхні. У садах спостерігається багаторічний полив земель, а це може привести до надмірного засолення ґрунтів і вилучення їх з використання.

На сьогодні передумовою продовольчої безпеки є агроекологічна оцінка ґрунтів, основними ланками якої є спостереження, комплексна оцінка, прогнозування змін родючості ґрунтів та їх екологічного стану. Головною кінцевою метою даної оцінки є створення високоефективних, екологічно збалансованих агроценозів на основі раціонального використання і розширеного відтворення природно-ресурсного потенціалу, грамотного застосування засобів хімізації і т. д.

4.1. Організація досліджень

Організація дослідження включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку та тривалості, складання сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення дослідження [30].

4.1.1. План проведення дослідження

Для здійснення дослідження необхідно організувати роботу. Для цього використовуємо сітьовий метод планування та управління. Види робіт, їхня тривалість і послідовність зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , (дні)
1	2	3
1-2	Літературний огляд	8
2-3	Відбір проб ґрунту	10
3-4	Ознайомлення з лабораторією	1
4-5	Підготування необхідного обладнання для проведення дослідів	1
5-6	Підготовка ґрунту для проведення досліду	5
5-7	Просіювання зразків ґрунту	1
5-8	Приготування водної витяжки ґрунту	3
5-9	Висушування зразків	5
5-10	Обробка проб для визначення токсичності ґрунту	7
5-11	Вимірювання параметрів проб ґрунту	6
5-12	Визначення рН ґрунту	2
5-13	Визначення вологості ґрунту	5
6-14	Визначення загальної токсичності ґрунту	35
7-14	Обробка отриманих даних	1
8-14		1
9-14		1
10-14		1
11-14		1
12-14		1
13-14		1
14-15	Побудова графічних залежностей	6

4.1.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження будуємо сітьовий графік. Сітьовий графік (сітьова модель) – це графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними. На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт. При використанні сітьового графіка удається формалізувати процес, тобто виразити його чисельно. Сітьовий графік представлений на рис. 4.1.

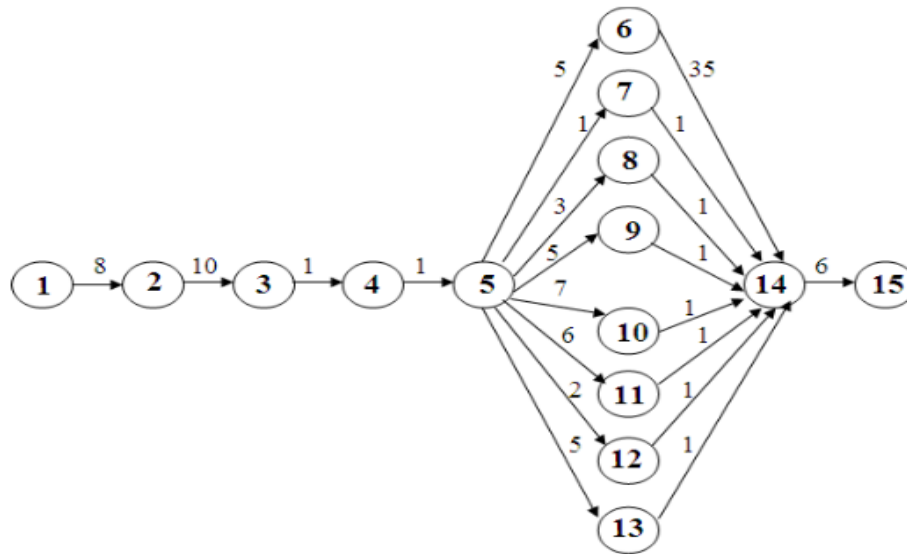


Рисунок 1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходимо всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої. Для цього складаємо тривалості робіт (t_{ij}):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-14-15} = 8+10+1+1+5+35+6 = 66 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-7-14-15} = 8+10+1+1+1+1+6 = 28 \text{ днів};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-8-14-15} = 8+10+1+1+3+1+6 = 30 \text{ днів};$$

$$L^4_{1-2-3-4-5-9-14-15} = 8+10+1+1+5+1+6 = 32 \text{ дні};$$

$$L^5_{1-2-3-4-5-10-14-15} = 8+10+1+1+7+1+6 = 34 \text{ дні};$$

$$L^6_{1-2-3-4-5-11-14-15} = 8+10+1+1+6+1+6 = 33 \text{ дні};$$

$$L^7_{1-2-3-4-5-12-14-15} = 8+10+1+1+2+1+6 = 29 \text{ днів};$$

$$L^8_{1-2-3-4-5-13-14-15} = 8+10+1+1+5+1+6 = 32 \text{ дні}.$$

Критичний шлях дорівнює 66 днів.

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичним є перший шлях.

Далі розраховуємо параметри сітьової моделі: ранній і пізній термін здійснення подій. Пізній термін здійснення події ($T_i^п$) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої. Ранній термін здійснення події ($T_i^р$) – це найбільший шлях від початкової події до і-тої.

Розрахуємо резерв шляху за формулою (4.1):

$$R_I = T_i^{\text{п}} - T_i^{\text{р}}; \quad (4.1)$$

де R_I – резерв шляху;

$T_i^{\text{п}}$ – пізній термін здійснення події;

$T_i^{\text{р}}$ – ранній термін здійснення події.

Отримані дані зводимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

Номер події	$T_i^{\text{р}}$, дні	$T_i^{\text{п}}$, дні	R_I , дні
1	0	0	0
2	8	8	0
3	18	18	0
4	19	19	0
5	20	20	0
6	25	25	0
7	21	59	38
8	23	59	36
9	25	59	34
10	27	59	32
11	26	59	33
12	22	59	37
13	25	59	34
14	32	60	28
15	0	0	0

Далі знаходимо резерви часу:

а) Повний резерв часу роботи ($R_{ij}^{\text{п}}$) – це максимальна кількість часу, на яку можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховуємо по формулі (4.2):

$$R_{ij}^{\text{п}} = T_j^{\text{п}} - T_i^{\text{п}} - t_{ij}, \quad (4.2)$$

де t_{ij} – тривалість роботи.

б) Вільний резерв часу роботи (R_{ij}) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Вільний резерв часу роботи розраховуємо по формулі (4.3.):

$$R_{ij}^B = T_j^P - T_i^P - t_{ij} \quad (4.3)$$

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^H) визначаємо по формулі (4.4):

$$K_{ij}^H = \frac{L_{max,ij} - T_{ij}}{L_{e\partial} - t_{ij}} \quad (4.4)$$

де $L_{max,ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

$L_{кр}$ – критичний шлях;

$L_{кр} = 66$ днів.

Розрахунки зводимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, $i-j$	Вільний резерв R_{ij}^B , (дні)	Повний резерв R_{ij}^P , (дні)	Коефіцієнт Напруженості
1	2	3	4
1-2	0	0	1
2-3	0	0	1
3-4	0	0	1
4-5	0	0	1
5-6	0	0	1
5-7	0	38	0,415
5-8	0	36	0,429
5-9	0	34	0,443
5-10	0	32	0,457

5-11	0	33	0,450
5-12	0	37	0,422
5-13	0	34	0,442
6-14	0	0	1
7-14	10	0	0,415
8-14	8	0	0,446
9-14	6	0	0,476
10-14	4	0	0,507
11-14	5	0	0,492
12-14	9	0	0,431
13-14	6	0	0,477
14-15	0	0	1

Отже, використання сіткового планування допомагає правильно організувати захід, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перешикувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка варто прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення заходу.

Метою сіткового планування є оптимізація процесу.

Аналізуючи отримані розрахункові дані, видно, що на виконання всього комплексу робіт, зв'язаних із проведенням дослідження, буде потрібно 66 днів. Причому, виконання робіт, що лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, тому що вони не мають резерву часу. А на критичному шляху лежать майже всі виконувані роботи.

Виходячи з таблиці 3 можна зробити висновок, що календарні терміни деяких робіт можна зміщати в часі.

4.3. Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати

на основні матеріали, електроенергію, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідів, знаходимо по формулі (5):

$$M = \sum T_i * C_i, \quad (5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування реагенту, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	2	3	3
Фільтрувальний папір, 100 шт.	1	24,00	24,00
Лінійка, шт.	1	6,10	6,10
Воронка (d=75 мм), шт	5	24,50	122,50
Мірний циліндр (250 мл), шт	1	150,0	150,00
Піпетка (10 мл), шт.	2	9,00	18,00
Піпетка (5 мл), шт.	2	7,00	14,00
Піпетка мірна, шт.	2	10,00	20,00
Колба кругла (1000 мл), шт	1	100,00	100,00
Колба конічна(100 мл), шт	10	54,25	542,50
Чашка Петрі, шт.	10	16,00	160,00
Бюкси, шт.	10	13,00	130,00
Дистильована вода, л	50	2,00	100,00
Насіння с.-г. культур (пшениця), кг	0,5	3,20	1,60
Усього			1388,20

Заробітна плата людей, що займалися дослідженням, визначається множенням середньочасового заробітку на кількість витраченого часу. Розрахунки зводимо в таблицю 5.

Таблиця 5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Професія	Середньомісячний заробіток	Середньочасовий заробіток	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник	9000	51,1	15	766,5
Всього				766,5

Нарахування на заробіток приймаємо у розмірі 22 %. Від загальної суми заробітної плати вони будуть складати:

$$H = 766,5 \times 22/100 = 168,63 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаємо по формулі (6):

$$E = M \times K \times T \times a, \quad (6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, $K=0,9$;

T – час роботи на установці;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

$$a = 1,68 \text{ грн.}/(\text{кВт}/\text{год.}).$$

Затрати електроенергії на сушильну шафу становитимуть:

$$E = 1 \times 0,9 \times 48 \times 1,68 = 72,58 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії будуть становити 72,58 грн.

Затрати електроенергії на живлення комп'ютера становитимуть:

$$E = 0,34 \times 0,9 \times 168 \times 1,68 = 86,36 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії будуть становити 158,94 грн

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходимо за формулою (7):

$$A = \frac{\Phi \times H \times t}{100 \times 12} \quad (7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн.;

Ф – вартість устаткування, грн.;

Н – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, місяців,
(дослідження проводились протягом трьох місяців);

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в таблиці 6.

Таблиця 4.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Час роботи, дні	Витрати на амортизацію, грн.
Сушильна шафа	10638,00	15	6	26,23
Аналітичні ваги	1500,00	24	1	0,99
Комп'ютер	8300,00	20	21	95,51
Разом				122,73

Накладні витрати – це витрати, пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництва. До накладних витрат відносяться витрати на оплату праці адміністративно-управлінського та обслуговуючого персоналу, інші витрати, пов'язані з управлінням [64]. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80% від розрахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$766,5 \times 80 / 100 = 613,20 \text{ грн.}$$

Розрахунок всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в таблицю 7.

Таблиця 4.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1388,20
Заробітна плата	766,5
Нарахування на заробітну плату	168,63
Електроенергія	158,94
Амортизація	122,73
Накладні витрати	613,20
Усього	3218,2

Аналіз таблиці показав, що на першому місці стоять витрати на основні матеріали та заробітну плату.

4.2. Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (8):

$$Ц = C + \frac{P \times C}{100} \quad (8)$$

де Ц – ціна дослідження, грн.;

С – витрати на дослідження, грн.;

Р – нормативна рентабельність (Р = 30%);

Таким чином:

$$Ц = 3218,2 + 30 \times 3218,2 \div 100 = 4183,66 \text{ грн.}$$

Отже, витрати на проведення досліджень будуть становити 4183,66 грн.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ У ДЕРЖАВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ ДОСЛІДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ «ДНІПРО» ІНСТИТУТУ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НААН УКРАЇНИ

5.1. Дослідження стану охорони праці у державному підприємстві Дослідне господарство «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України.

У державному підприємстві Дослідне господарство «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України відповідальність за охорону праці покладається на директора господарства. Організація охорони праці базується на основі положень з охорони праці в Україні, які встановлені і регламентуються Конституцією України, Кодексом законів про працю, Законом України „Про охорону праці”, а також розробленими на їх основі і відповідно до них нормативними актами. Господарство велике, тому в господарстві є спеціальний кабінет, в якому проводиться вступний інструктаж, його проводить спеціаліст з охорони праці, а інструктажі на робочих місцях – агроном, завідуючий складом, ланкові.

В дослідному господарстві потрібно підняти на належний рівень увагу по проведенню в сих видів інструктажів та оновити кабінет з охорони праці. Також потрібно більше виділяти коштів на придбання засобів індивідуального захисту, посилити контроль за виконанням правил безпеки при роботі, особливо з пестицидами.

Вступний інструктаж проводиться в кабінеті з охорони праці відповідно до програми розробленої в господарстві.

Первинний інструктаж на робочому місці проводять з усіма без винятку

особами, яких вперше беруть на роботу, переведеними з інших робіт, відрядженими, учнями і студентами, що прибули на навчання або практику, з іншими працівниками, і будуть виконувати нову для них роботу.

Керівник виробничої ділянки проводить первинний інструктаж індивідуально з кожним працівником які виконують одну й ту ж роботу, за типовою програмою. При цьому особливу увагу звернути на небезпечні виробничі фактори, правильні прийоми праці при застосуванні технічних засобів, від яких залежить безпека праці на даному робочому місці. Після перевірки знань та навиків інструктованих допускають до самостійної роботи. Проведення інструктажу на робочому місці реєструють у журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці. Через 6 місяців після первинного інструктажу на робочому місці не залежно від кваліфікації, стажу роботи, працівники проходять повторний інструктаж за програмою інструктажу на робочому місці з реєстрацією у відповідному журналі.

Позаплановий інструктаж проводять:

- При введенні в дію нових або перероблених стандартів з охорони праці;
- При зміні технологічного процесу, зміні або модернізації обладнання, інструмента та матеріалів;
- При порушенні вимог безпеки які призвели або можуть призвести до травм, вибуху, пожежі, аварії;
- При вимогах органів нагляду;

А в інших випадках позаплановий інструктаж не проводиться.

Цільовий інструктаж проводять із працюючими, при ліквідації наслідків аварій, стихійного лиха і катастроф, виконанні робіт, на які видається наряд – допуск, дозвіл чи інші документи. Первинний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий і цільовий проводить безпосередній керівник робіт.

Особлива увага приділяється при роботі з отрутохімікатами, які є небезпечними для людини, тварин та комах. З метою зведення до мінімуму негативної дії пестицидів на людей та довкілля систематично ведуться роботи щодо їх вдосконалення. До застосування не допускаються препарати без

всебічного вивчення дії на теплокровних тварин, корисних комах, мікрофлору ґрунту, персистентність та ін. Розробляються правила щодо вимог безпеки праці при роботі з кожним препаратом та регламенти їх застосування.

Відповідальність за охорону праці при роботі з пестицидами покладається на керівника господарства в якому їх застосовують. Керівництво господарства повинно створити оптимальні умови праці. Особи, що залучаються до роботи з пестицидами, щорічно в обов'язковому порядку проходять медичний огляд та інструктаж з охорони праці, що оформляється нарядом – допуском.

5.2 Дослідження виробничого травматизму.

Найбільш поширеними методами аналізу виробничого травматизму на підприємствах сільського господарства є: статистичний, монографічний, сіткового моделювання. Використовуємо статистичний метод. Він призначений для визначення кількісних показників, які характеризують загальний рівень виробничого травматизму. Для цього застосовують відносні величини – показники частоти, важкості і втрат (непрацездатності). Визначаємо такі кількісні показники, як:

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K = \frac{T}{P} * 1000; \text{ де}$$

T- кількість нещасних випадків;

P- середньосписочна кількість працівників за відповідний рік

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K = \frac{D}{T}; \text{ де}$$

Д- кількість днів непрацездатності;

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$Квт.р.ч. = Кч. * Кв. = \frac{Д}{Р} * 1000$$

Результати розрахунків показників виробничого травматизму відповідно у 2018 – 2020 роках занесені до таблиці 1

Таблиця 5. 1- Аналіз виробничого травматизму

	Показники	Роки		
		2018	2019	2020
	Середньосписочна кількість працівників(Р):			
	-по господарству;	39	39	42
	-в т.ч. у рослинництві;	39	39	42
	Кількість нещасних випадків (Т):			
	-по господарству;	-	-	-
	-в т.ч. у рослинництві;	-	-	-
	Кількість днів непрацездатності(Д):			
	-по господарству;	-	-	-
	-в т.ч. у рослинництві;	-	-	-
	Коефіцієнт частоти травматизму (Кч.):			
	-по господарству;	-	-	-
	-в т.ч. у рослинництві;	-	-	-
	Коефіцієнт важкості травматизму (Кв.):			
	-по господарству;	-	-	-
	-в т.ч. у рослинництві;	-	-	-
	Коефіцієнт втрат робочого часу (Квт.р.ч.):			
	-по господарству;	-	-	-
	-в т.ч. у рослинництві;	-	-	-

З даних таблиці видно, що середньорічна кількість робітників в

господарстві майже не змінюється. В державному підприємстві дослідному господарстві «Дніпро» гарно організована охорона праці, через це виробничого травматизму в господарстві немає, а це свідчить про високий рівень організації з системи охорони праці.

5.3. Розробка проекту інструкції з охорони праці при застосуванні пестицидів, біологічних препаратів і мінеральних добрив у державному підприємстві Дослідне господарство «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України.

5.3.1. Загальні вимоги.

- До роботи з пестицидами й агрохімікатами допускаються особи, що пройшли медичний огляд, спеціальну підготовку та мають відповідні посвідчення, допуск та наряд на виконання робіт із пестицидами.

До роботи з пестицидами й агрохімікатами не допускаються вагітні жінки, жінки-годувальниці, особи пенсійного віку, особи молодше 18 років та ті, що мають медичні протипоказання.

- Під час виконання робіт працівники, що працюють із пестицидами й агрохімікатами, повинні мати при собі посвідчення на право роботи з пестицидами й агрохімікатами, медичну книжку й наряд на виконання робіт і пред'являти їх на вимогу представників державного нагляду та відомчого контролю.

- Усі роботи з пестицидами слід проводити при температурі не вище 24°C при мінімальних висхідних повітряних потоках. При похмурій погоді дозволяється проводити роботи з пестицидами при температурі не нижче +10°C. Тривалість роботи з пестицидами першого й другого класів небезпеки не

повинна перевищувати 4 години із обов'язковим доопрацюванням 2 годин на операціях, не пов'язаних з застосуванням пестицидів.

- До роботи приступають у спецодязі, упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, які звисають чи не прилягають, а також у необхідних засобах індивідуального захисту, що відповідають виду виконуваних робіт.

- Під час обприскування мало леткими речовинами необхідно користуватись респіраторами типу Ф-62Ш, "Астра-2", "Кама".

- При роботі з леткими сполуками необхідно користуватися універсальними або протигазовими респіраторами типу РУ-60М або РПГ-67 із протигазовими патронами або протигазами, що фільтрують. Для захисту від ртутеорганічних препаратів використовуються патрони марки "РГ" від хлор- і фосфороорганічних пестицидів – марки А і В, кислих парів і газів – марки В, аміаку й сірководню – марки КД.

- Під час контактування з розчинами пестицидів і агрохімікатів застосовуйте спецодяг, що виготовлений зі спеціальних тканин із просоченням, а також додаткові засоби індивідуального захисту шкірних покривів – фартухи, нарукавники з плівкових матеріалів.

- Не приступають до роботи в голодному стані, у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

- Протягом зміни слідкують за самопочуттям. При настанні стомленості, сонливості, раптової болі залишіть роботу, використайте медичні препарати з аптечки або зверніться по допомогу до присутніх осіб.

- Ознайомтесь із місцем для відпочинку й вживання їжі. Перевірте наявність у місці відпочинку бачка з питною водою, рукомийника і медичної аптечки. Місце відпочинку повинне знаходитись не ближче 200 м від робочої зони.

- Під час роботи з пестицидами дотримуються вимог особистої гігієни.

- Під час роботи з пестицидами не вживайте їжу, не пийте, не куріть. Перед вживанням їжі, питтям та курінням покиньте зону дії пестицидів,

вимийте руки та обличчя водою з милом, прополощіть рот водою.

5.3.2 Вимоги безпеки праці перед початком роботи

Приготування робочих розчинів і сумішей

- До початку приготування робочого розчину або сумішей перевіряють відповідність препаратів їх найменуванню й призначенню.

- Перед початком роботи оглядають робоче місце, переконайтеся, що у робочій зоні відсутні сторонні особи, тварини, непотрібні машини й механізми, проїзди й проходи вільні, небезпечні місця (ями, колодязі тощо) огорожені, а територія не захаращена сторонніми предметами, тарою тощо.

- Оглядають обладнання, переконайтеся у наявності огорожень приводів і обертових частин машин і механізмів.

Перевіряють наявність та справність засобів механізації для приготування робочих розчинів пестицидів і заправки обприскувачів (насоси, мішалки, герметичні ємності, шланги, помпи).

- Переконаються в герметичності з'єднань магістралей у машинах, що використовуються для приготування робочих розчинів і сумішей. Через з'єднання не повинно бути просочувань рідини.

- На машинах, які працюють під тиском, перевіряють справність манометрів. На манометрі повинна бути пломба або клеймо з датою перевірки, скло має бути цілим, на шкалі повинна бути червона риска або припаяна до корпусу металева пластинка червоного кольору, яка показує дозволений тиск. Стрілка манометра повинна повертатися в нульове положення при з'єднанні внутрішньої порожнини приладу з атмосферою. переконайтеся, що строк їх чергової перевірки не минув.

- перевіряють наявність і надійність контакту заземлюючого проводу електрифікованих машин і обладнання.

5.3.3. Вимоги безпеки праці під час роботи

Приготування робочих розчинів і сумішей

- Робочі розчини готують на спеціальних розчинних вузлах або пунктах із використанням засобів механізації виробничих процесів і під контролем спеціалістів. На пунктах необхідно мати: апаратуру для приготування робочих розчинів, резервуари з водою, баки з герметичними кришками і пристрої для наповнення резервуарів обприскувача (насос, ежектор, шланги), вагу, дрібний інвентар, метеорологічні прилади, а також аптечку, мило, рушник, умивальник.

- Кількість препаратів, які знаходяться на майданчику, не повинна перевищувати норму одноденного використання. Крім тари з препаратами, на майданчику повинні знаходитися ємності з водою та гашеним вапном.

- Не допускають сторонніх осіб у місця приготування робочих розчинів і сумішей пестицидів, рідких комплексних агрохімікатів і хімічних консервантів і в місця їх внесення.

- Для приготування робочих розчинів пестицидів, агрохімікатів використовують пересувні агрегати або стаціонарні станції для заправки типу СЗС-10. Не допускайте приготування робочих розчинів пестицидів вручну.

- Під час заповнення резервуарів обприскувачів знаходьтеся з навітряного боку. Не допускають попадання пестицидів на взуття, одяг і відкриті частини тіла. При випадковому попаданні пестициду на відкриті частини тіла терміново видаліть його за допомогою ватних тампонів, а потім ці місця промийте мильною водою.

- Для приготування розчинів консервантів у приймальний бак (ємність)

спочатку наливають воду і тільки потім додайте необхідну кількість консерванту. У протилежному випадку можливі опіки, отруєння.

- Не проводять ремонт і регулювання апаратури при наявності в ній пестицидів. Ремонтні роботи виконують при зупинці всіх механізмів з обов'язковим застосуванням засобів індивідуального захисту. Під час роботи механізмів не підтягують болтів, сальників, ущільнень, хомутів, магістралей, ланцюгів тощо.

- Не відкривають люки й кришки бункерів і резервуарів, які знаходяться під тиском, не розкривають нагнітальні клапани насосів, запобіжні й редуційні клапани, не вигвинчують манометри.

- Не залишають без охорони пестициди або приготовлені з них робочі розчини.

5.3.4. Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях

- Під час роботи з пестицидами, добривами, регуляторами, росту, іншими препаратами при з'явленні тріщин у ємностях, резервуарах, трубопроводах, пошкодженні гумових шлангів, порушенні герметичності виключіть насос і двигун змішувального апарата.

Якщо усунути несправність власними силами не можете, повідомте керівника робіт.

Розлиті на землю пестициди, добрива, регулятори, росту, інші препарати обробіть хлорним вапном і перекопайте.

- Якщо під час роботи з пестицидами, добривами, регуляторами, росту, іншими препаратами трапилось порушення захисних властивостей засобів захисту органів дихання, терміново зупиніть обладнання, вийдіть із зони проведення хімічних робіт.

- При виникненні пожежі викличте пожежну команду, повідомте керівництво і приступіть до ліквідації осередку загорання згідно з інструкцією про заходи пожежної безпеки.

- При виникненні пожежі у виробничому приміщенні відключіть систему вентиляції, повідомте пожежну охорону, керівника робіт і візьміть участь у ліквідації пожежі.

- Під час гасіння пожежі вилучіть із зони можливого попадання води пестициди, взаємодія з водою яких недопустима (фосфід цинку тощо), або, в крайньому разі, закрийте брезентом, засипте піском, землею.

- Особливих заходів дотримуйтесь під час гасіння пестицидів, що затарені в металеві бочки, барабани, каністри, які від надмірного тиску при підвищенні температури можуть вибухнути, розлитися на великі відстані.

- Гасіння локальних вогнищ загорання пестицидів виконуйте у протигазах із коробками, які мають фільтр.

- Аміачну селітру, що загорілась на складі, гасіть великою кількістю води у протигазах із коробками марки “В” і “М”.

- При появі напруги на металевих частинах машин, обладнанні у складах або приміщеннях необхідно припинити роботу (відключити їх) і повідомити про це чергового електрика або керівника робіт.

5.3.4. Вимоги безпеки праці після закінчення роботи

- При позмінній роботі передають залишки пестицидів, агрохімікатів наступній зміні. Роблять про це запис у книзі обліку. Не залишають протравлене насіння без охорони. Після закінчення робіт здають залишки пестицидів на склад, а також роблять запис у книзі обліку й видатку.

- Знешкоджують приміщення та майданчик, де виконувались роботи, а

також обладнання, апаратуру, інструмент, транспорт і тару.

- Знешкодження виконують з використанням засобів індивідуального захисту на спеціально обладнаних майданчиках на відкритому повітрі або у приміщеннях, які мають витяжну вентиляцію з механічним спонуканням.

- Під час прибирання приміщень, забруднених пестицидами, користуються розчином кальцинованої соди (200 г соди на відро води), потім 10% розчином хлорного вапна.

- Ділянки землі, які забруднені пестицидами, знешкоджують хлорним вапном з обов'язковим переорюванням або перекопуванням.

- Тару з-під пестицидів та агрохімікатів, яка звільнилась, здають на склад з подальшим вирішенням питання щодо її знешкодження, повторного використання за призначенням.

- Засоби індивідуального захисту знімають в такій послідовності: не знімаючи з рук, вимийте гумові рукавички в 3–5% розчині кальцинованої соди або у розчині вапняного молока і обмийте їх водою, після чого знімають чоботи, комбінезон (очистіть його від пилу шляхом струшування або вибивання), знімають захисні окуляри і респіратор. Повторно промивають гумові рукавички, не знімаючи з рук, у знешкоджувальному розчині, а потім у воді і знімають їх.

- Промають гумову частину респіратора (протигаза) теплою водою з милом, продезинфікуйте ватним тампоном, змоченим у спирті або 0,5% розчині марганцевокислого калію, потім ще раз обмийте в чистій воді і висушіть при температурі 30–35оС.

- Приводять у порядок спецодяг і засоби індивідуального захисту, здають їх на зберігання.

- Прополощуть порожнину рота і носа, миють руки й обличчя теплою водою з милом, при можливості приймають душ.

- Не зберігають засоби індивідуального захисту в одному приміщенні з пестицидами.

- Повідомляють керівника робіт про виявлені недоліки, помічені у процесі роботи, і про вжиті заходи до їх усунення.

5.4 Дії в надзвичайних ситуаціях у державному підприємстві Дослідне господарство «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України.

Під час роботи з пестицидами й консервантами при з'явленні тріщин у ємностях, резервуарах, трубопроводах, пошкодженні гумових шлангів, порушенні герметичності виключіть насос і двигун змішувального апарата.

Якщо усунути несправність власними силами не можете, повідомте керівника робіт.

Розлиті на землю пестициди, консерванти обробіть хлорним вапном і перекопайте.

Якщо під час роботи з пестицидами, агрохімікатами й консервантами трапилось порушення захисних властивостей засобів захисту органів дихання, терміново зупиніть обладнання, вийдіть із зони проведення хімічних робіт.

При виникненні пожежі викличте пожежну команду, повідомте керівництво і приступіть до ліквідації осередку загорання згідно з інструкцією про заходи пожежної безпеки.

При виникненні пожежі у виробничому приміщенні відключіть систему вентиляції, повідомте пожежну охорону, керівника робіт і візьміть участь у ліквідації пожежі.

Під час гасіння пожежі вилучіть із зони можливого попадання води пестициди, взаємодія з водою яких недопустима (фосфід цинку тощо), або, в крайньому разі, закрийте брезентом, засипте піском, землею.

Особливих заходів дотримуйтесь під час гасіння пестицидів, що затарені в металеві бочки, барабани, канистри, які від надмірного тиску при підвищенні температури можуть вибухнути, розлитися на великі відстані.

Гасіння локальних вогнищ загорання пестицидів виконуйте у

протигазах із коробками, які мають фільтр.

Аміачну селітру, що загорілась на складі, гасить великою кількістю води у протигазах із коробками марки “В” і “М”.

При появі напруги на металевих частинах машин, обладнанні у складах або приміщеннях необхідно припинити роботу (відключити їх) і повідомити про це чергового електрика або керівника робіт.

5.5. Заходи з поліпшення стану охорони праці у державному підприємстві Дослідне господарство «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України.

В цілому в господарстві стан охорони праці задовільний. Регулярно проводяться інструктажі та всі інші необхідні заходи. Та все ж є деякі зауваження:

- потрібно більше виділяти коштів на придбання засобів індивідуального захисту;
- посилити контроль за виконанням правил безпеки при роботі, особливо з пестицидами;

Взагалі, створення таких умов праці на виробництві, які б гарантували повну безпеку життєдіяльності працюючих, при яких максимальна продуктивність праці відповідала б найменшим затратам енергії організму людини, а організм людини не зазнавав би шкідливої дії різних виробничих факторів повинно бути головною метою господарства.

ВИСНОВКИ

1. В агроценозі кукурудзи за беззмінного вирощування на чорноземі типовому формується змішаний тип забур'яненості з домінуванням однорічних видів (*Setaria glauca* (L.) Pal. Bauv. (54%) і *Chenopodium album* L. (35%)).

2. Без застосування засобів захисту рослин за беззмінного вирощування кукурудзи впродовж трьох років чисельність бур'янів зростає у 8 разів і середня забур'яненість агроценозу становила 719 шт./м², рівень потенційної засміченості орного шару ґрунту насінням бур'янів збільшився на 12% та становив 76,8 млн шт./га, що відповідає високому ступеню забур'яненості. За такої конкуренції рослини кукурудзи не здатні реалізувати свій потенціал і врожайність є низькою (0,43-1,05 т/га).

3. Ефективний контроль чисельності бур'янів в агроценозі кукурудзи забезпечує система повного захисту із застосуванням страхових гербіцидів Каллісто 480 SC, КС (0,2 л/га), Мілагро 040 SC к.с. (1,0 л/га), Діанат, ВРК (1,0 л/га) на фоні ґрунтового гербіциду Харнес, к.е. (2,0 л/га). Технічна ефективність унесених гербіцидів становить 92-96%.

4. Досліджені гербіциди мали високу швидкість розкладання у ґрунті і рослинах кукурудзи, що свідчить про їх невисоку персистентність. Найменший період напіврозпаду T_{50} у чорноземі типовому характерний для гербіцидів із д.р. нікосульфурон, мезотріон і 2-етилгексиловий ефір 2,4-Д - 4,6, 4,7 і 5,3 діб, для гербіцидів із д.р. дикамба, пендиметалін і ацетохлор - T_{50} є вдвічі більшим 11,6, 10,2 і 9,9 доби відповідно. Швидкість детоксикації діючих речовин страхових гербіцидів у надземній масі рослин кукурудзи вища в середньому на 10%, ніж у ґрунті і на 15-ту добу в рослинах не виявлено залишків діючої речовини

гербициду Каллісто 480 SC, КС, на 30-у - Мілагро 040 SC к.с. і Естерон 60, к.е., на 45-ту добу - Діанат, ВРК. У зерні кукурудзи вміст діючих речовин ґрунтових і страхових гербицидів не виявлено. За сукупністю екоотоксикологічних і санітарно-гігієнічних показників препарат Харнес, к.е. віднесено до небезпечних, препарати Стомп 330, к.е., Каллісто 480 SC, КС, Мілагро 040 SC к.с., Діанат, ВРК, Естерон 60, к.е. - до помірно небезпечних. За значенням агроекотоксикологічного індекса (АЕТІ) 0,16 рівень забруднення агроландшафту за використання вищезазначених гербицидів у рекомендованих нормах витрат у посівах кукурудзи є малонебезпечним.

5. Застосування гербицидів упродовж трьох років поспіль за беззмінного вирощування кукурудзи призвело до зниження у ґрунті загальної кількості мікроорганізмів на 10,9-38,3% та вмісту їх загальної біомаси на 8,3-58,6% порівняно з перелогом. При цьому в структурі мікробіоценозу чорнозему типового відбувся перерозподіл мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп: зменшилась кількість азотфіксувальних мікроорганізмів у 2,0-3,5 раза та зросла чисельність бактерій, які використовують азот мінеральних сполук, на 8,0-31,8%, педотрофів - на 4,3-15,5, оліготрофів - на 7,4-25,5, мікроміцетів - на 7,3-54,2%. Ефективними системами захисту рослин кукурудзи за контрастних погодних умов є внесення досходового гербициду Харнес, к.е. із доповненням страховим гербицидом Мілагро 040 SC к.с. або Каллісто 480 SC, КС, які забезпечують отримання врожайності зерна на рівні 8,17-11,70 і 7,76-11,37 т/га відповідно. Внесення лише ґрунтових або страхових гербицидів є менш ефективним.

6. За високого рівня фактичної забур'яненості посівів вирощування кукурудзи без застосування засобів захисту рослин проти бур'янів є економічно не вигідним і збитковим. Застосування гербицидів є ефективним і окупним технологічним заходом із часткою умовно чистого прибутку в загальній вартості валової продукції 10-79% залежно від хімічного препарату.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання стабільної врожайності зерна кукурудзи на чорноземах типових в умовах Степу України рекомендовано в системі захисту рослин проти бур'янів застосовувати ґрунтовий гербіцид Стомп 330, к.е. (норма витрат 4,5 л/га) із доповненням страховим гербіцидом Мілагро 040 SC к.с. (норма витрат 1,0 л/га), які забезпечують отримання врожайності зерна кукурудзи на рівні 6,78 т/га з умістом білка 9,8-10,0%. Застосування зазначених гербіцидів у технології вирощування кукурудзи за дотримання гігієнічних нормативів і регламентів є безпечним щодо забруднення ґрунту, рослин та зерна кукурудзи залишковими кількостями їх діючих речовин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В.П. Патики, Н.А. Макаренко, Л.І. Моклячук та ін. К.: Основа, 2005. 300 с.
2. Андреюк К.І., Іутинська Г.О., Антипчук А.Ф. та ін. Функціонування мікробних ценозів в умовах антропогенного навантаження. К.: Обереги, 2001. 240 с.
3. Атлас визначник бур'янів: атлас / І.В. Веселовський, А.К. Лисенко, Ю.П. Манько. К.: Урожай, 1988. 72 с.
4. Бомба М.Я., Бомба М.І. Біологічне землеробство: стан і перспективи розвитку. Екологічний вісник. 2008. № 1(47). С. 5-9.
5. Борзих О.И. Фактори, влияющие на распространение карантинных сорняков в Украине. Защита и карантинрастений. 2014. № 11. С. 38-40.
6. Борзих О.И. Комплекс шкідливої біоти в агроecosистемах України. Захист і карантин рослин. 2015. Вип. 61. С. 3-10.
7. Борзих О.И., Федоренко В.П. Сучасні проблеми фітосанітарного стану агробіоценозів в Україні. Захист і карантин рослин. 2016. Вип. 62. С. 3-17.
8. Бровко І.С., Чабанюк Я.В., Корецький А.П., Мазур С.В. Взаємозв'язки між біологічними показниками ґрунту за дії гербіцидів. Агроекологічний журнал. 2017. № 1. С. 87-93.
9. Бровко И.С., Ящук В.У., Чабанюк Я.В. Влияние гербицидов на численность микроорганизмов и биологическую активность почвы в агроценозах сои [Електронний ресурс]. Наукові доповіді НУБіП України. 2017. № 2(66). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/mdex.php/Dopovidi/artide/view/8492/7962>
10. Брухаль Ф., Гаврилов С., Коломієць В. Захист кукурудзи від бур'янів.

Пропозиція. Спецвипуск: Кукурудза: від насіння до прибутку. 2016. С. 30-34.

11. Бублик Л.І., Журавська Г.С., Брухаль Ф.Й. Детоксикація гербіцидів у ґрунті. Карантин і захист рослин. 2007. № 11. С. 14-16.

12. Бублик Л.І., Крук І.В., Крук Л.С. Методи моніторингу забруднення пестицидами ґрунту агроценозів. Захист і карантин рослин. 2008. Вип. 54. С. 87-98.

13. Бублик Л.І., Чергіна О.Д., Крук Л.С., Косматий В.Є., Чоботько К.О. Систематичний аналіз пестицидів в зернових колосових культурах. Науковий вісник НАУ. 2005. № 90. С. 54-63.

14. Бублик Л.І., Шевчук О.В., Крук Л.С. Для оздоровлення довкілля. Моделювання екологічно безпечного застосування пестицидів. Захист рослин. 2002. № 1. С. 18-19.

15. Верховцева Н.В., Романьїчева А.А. Урожайность кукурузы (*Zea mays* L.) и микробиоценоз ее ризосферы в бессменном посеве и севообороте. Агротехника. 2015. № 9. С. 80-94.

16. Верховцева Н.В., Романьїчева А.А., Стулин А.Ф. Изменение количества бактерий и микромицетов в ризосфере *Zea mays* в условиях длительного опыта. Проблемы агрохимии и зоологии. 2017. № 4. С. 26-28.

17. Влізло В.В., Салига Ю.Т. Проблеми біологічної безпеки застосування пестицидів в Україні. Вісник аграрної науки. 2012. № 1. С. 24-27.

18. Грицаєнко З.М., Заболотний О.І. Мікробіологічна активність ґрунту в ризосфері кукурудзи за різних способів застосування гербіциду Базис 75 і Зеастимуліну. Вісник Уманського національного ун-ту садівництва. 2012. № 1. С. 6-13.

19. Дем'янюк О.С., Симочко Л.Ю., Тертична О.В. Сучасні методичні підходи до оцінювання екологічного стану ґрунту за активністю мікробіоценозу. Питання біоіндикації та екології. 2017. Вип. 22, № 1. С. 55-68.

20. Дем'янюк О.С., Шерстобоева О.В. Методичні підходи оцінювання стану ґрунту агроєкосистем за показниками активності його мікробіоценозу. Моніторинг ґрунтів як невід'ємна частина моніторингу довкілля: Матеріали

Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 23-25 липня 2019 р.). К., 2019. С. 26-28.

21. Дем'янюк О.С., Шерстобоева О.В., Чабанюк Я.В., Клименко А.М. Вплив гідротермічного режиму вегетації на екологічний стан ґрунту та врожайність кукурудзи. Агроекологічний журнал. 2016. № 3. С. 45-50.

22. Державна служба статистики України. URL : <http://ukrstat.gov.ua>

23. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL : <http://www.consumer.gov.ua>

24. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.

25. Драгнев С.В., Железная Т.А., Гелетуха Г.Г. Возможности заготовки побочной продукции кукурудзы на зерно для ^нергетического использования в Украине. Аналитическая записка БАУ № 16. Біоенергетична асоціація України, 2016. 52 с.

26. ДСанПН 8.8.1.002-98. Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності: затв. 28.08.98. Зб. Важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. Т. 9. Ч. 1. К., 2000. С. 249-266.

27. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001. Допустимі дози, концентрації, кількості на рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм, ґрунті: затв. МОЗ України 20.09.01 № 137. К., 2001. 244 с.

28. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Волкогона. К.: Аграрна наука, 2010. 464 с.

29. Жемчужин С.Г. Биопестициды: открытие, изучение и перспективы применения. Агрехимия. 2014. № 3. С. 90-96.

30. Закордонець В.А., Чайка Ю.Г., Лепьошкін І.В. та ін. Роль біометричних показників сільгоспкультур в еколого-гігієнічній оцінці та експертизі технології застосування пестицидів. Соременніє проблеми токсикологии. 2008. № 1. С. 46-52.

31. Звягинцев Д.Г. Методи почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ,

1991. 304 с.

32. Зінченко О.І., Коваленко Г.О., Дяченко М.І. та ін. Екологічно доцільна технологія вирощування кукурудзи. Миколаїв: Вид-во Ірини Гудим, 2011. 224 с.

33. Золотов В.И. Устойчивость кукурузы к засухе - основы биологии, экологии и сортовой агротехники. Днепропетровск: Новая идеология, 2010. 274 с.

34. Зуза В.С. Вплив післясходових гербіцидів широкого спектра дії на бур'яни і кукурудзу. Вісник аграрної науки. 2010. № 4. С. 31-33.

35. Иутинская Г.А., Пономаренко С.П., Андреюк Е.И. Биорегуляция микробно-растительных систем: монография. К.: НІЧЛАВА, 2010. 472 с.

36. Іващенко О.О. Бур'яни в агрофітоценозах: монографія. К.: Світ, 2001. 235 с.

37. Іващенко О.О. Екологічні проблеми інтенсивних технологій вирощування посівів. Захист і карантин рослин. 2016. Вип. 62. С. 119-123.

38. Іващенко О.О. Іващенко О.О. Контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур у системах стійкого землеробства. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». 2010. Вип. 3. С. 78-83.

39. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов- на-Дону: Изд-во РГУ, 2004. 350 с.

40. Камінський В.Ф., Бойко П.І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. Вісник аграрної науки. 2013. № 6. С. 5-9.

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

42. Карпенко О.О., Муравкіна М.О. Оцінка еколого-економічних наслідків від нераціонального використання пестицидів на регіональному рівні. Економічні інновації. 2012. Вип. 48. С. 140-149.

43. Кирилюк В.П. Стан забур'яненості посівів кукурудзи залежно від основного обробітку ґрунту. Збірник наукових праць Інституту землеробства НААН. 2008. № 3-4. С. 33-40.

44. Коваль В.В., Кучерявий С.О., Міненко О.В., Ляшенко В.В. Динаміка вмісту залишкових кількостей пестицидів на землях інтенсивного використання в умовах Полтавщини. Вісник Полтавської держ. аграр. акад. 2010. № 4. С. 62-63.
45. Корсун С.Г. Спосіб визначення екологічної стійкості ґрунтів в агроландшафтах. Вісник аграрної науки. 2006. № 6. С. 58-61.
46. Косолап М.П. Гербологія. К., 2004. 363 с.
47. Красненков С.В., Дудка М.І., Березовський С.В., Носов С.С. Контроль забур'яненості посівів кукурудзи з використанням ґрунтових і післясходових гербіцидів. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН. 2014. № 6. С. 91-95.
48. Красненков С.В., Дудка М.І., Ляшенко Н.О. та ін. Ефективність комплексних заходів контролювання забур'яненості посівів кукурудзи. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН. 2015. № 9. С. 27-35.
49. Круглов Ю.В. Микробиологические аспекты многолетнего систематического применения гербицидов в земледелии. Известия Оренбургского ГАУ. 2017. № 4(66). С. 199-202.
50. Крутякова В.І., Гулич О.І., Пилипенко Л.А. Біологічний метод захисту сільськогосподарських культур: перспективи для України. Вісник аграрної науки. 2018. № 11. С. 159-167.
51. Кушенов Б.М. Продуктивность фотосинтеза и урожайность кукурузы. Кукуруза и сорго. 1998. № 4. С. 3-5.
52. Лебедь Е.М., Крамарев С.М., Подгорная Л.Г. Удобрение бессменных посевов кукурузы. Кукуруза и сорго. 2002. № 6. С. 8-11.
53. Лебідь Є.М., Циков В.С., Пащенко Ю.М. та ін. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
54. Левитин М.М. Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата. С.-х. биология. 2015. Т. 50, № 5. С. 641-647.
55. Малиенко А.М. К теории контроля вредоносности сорняков в посевах

- полевих культур. Вісник аграрної науки. 2000. Спец. випуск, травень. С. 19-24.
56. Малиновська І.М., Літвінов Д.В. Вплив вирощування у монокультурі на мікробіологічні процеси у кореневій зоні кукурудзи та сої. Ґрунтознавство. 2013. № 14(1-2). С. 49-60
57. Малієнко А.М., Кирилук В.П. Агротехнічні заходи контролю бур'янового ценозу у посівах кукурудзи на зерно. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2012. № 2(1). С. 95-102.
58. Матюха Л.П., Матюха В.Л., Ткаліч Ю.І., Назаренко Н.М. Біологічна дія гербіцидів на бур'яни в зернових агрофітоценозах. Карантин і захист рослин. 2009. № 10. С. 2-5.
59. Международный кодекс поведения в области управления использования пестицидов. URL : http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code_Code_Russo_2014_Final.pdf
60. Мельник П.О. Фітосанітарна безпека та біоекологія застосування пестицидів. Вісник аграрної науки. 2011. № 1. С. 83-84.
61. Методика випробування і застосування пестицидів / С.О. Трибель, Д.Д. Сігарьова, М.П. Секун та ін.; за ред. проф. С.О. Трибеля. К.: Світ, 2001. 448 с.
62. Мілютенко Т.Б. Оптимізація поживного режиму ґрунту в агрофітоценозі кукурудзи. Збалансоване природокористування. 2014. № 2. С. 81-87.
63. Мілютенко Т.Б., Шерстобоева О.В., Волкогон В.В., Бердніков О.М. Цикл азоту в ризосферному ґрунті рослин кукурудзи. Агроекологічний журнал. 2013. № 3. С. 88-95.
64. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL : <http://minagro.gov.ua>
65. Моклячук Л.І., Ліщук А.М., Матусевич Г.Д., Мельничук О.П. Екотоксикологічні особливості застосування комплексів сучасних гербіцидів в агротехнологіях вирощування зернових культур. Збалансоване природокористування. 2015. № 2. С. 131-135.
66. Моклячук Л.І., Ліщук А.М., Яцук І.П., Городиська І.М. Забруднення

- агроекосистем непридатними пестицидами як регіональний індикатор стану земельних ресурсів. Збалансоване природокористування. 2017. № 2. С. 140-145.
67. Наземцева Я.О., Лазненко Д.О. Моделювання міграції пестицидів у ґрунтах від джерел постійного забруднення. Восточно-Европейский журнал передових технологий. 2013. № 4/10(64). С. 12-15.
68. 68 Надь Я. Кукурудза. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580 с.
69. Носов С.С. Контролювання забур'яненості посівів кукурудзи з використанням ґрунтових і страхових гербіцидів. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2015. № 3(37). С. 32-36.
70. Озерская С.М., Иванушкина Н.Е., Кочкина Г.А. Микроскопические грибы в связи с проблемами биологической безопасности: обзор. Проблемы мед. микологии. 2011. Т. 13. № 3. С. 3-12.
71. Парфенюк А.І., Волощук Н.М. Формування фітопатогенного фону в агрофітоценозах. Агроекологічний журнал. 2016. № 4. С. 106-114.
72. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К: Юнівест медіа, 2016. 1024 с.
73. Полупан М.І., Величко В.А., Соловей В.Б., Білівець І.І. Продуктивна здатність ґрунтів за природною та ефективною родючістю. Вісник аграрної науки. 2011. № 1. С. 15-23.
74. Примак І.Д., Манько Ю.П., Танчик С.П. та ін. Бур'яни в землеробстві України: прикладна гербологія. Біла Церква, 2005. 664 с.
75. Проданчук М.Г., Лепьошкін І.В., Медведєв В.І. та ін. Проведення польових досліджень із визначення залишкових кількостей пестицидів з урахуванням агрокліматичних особливостей України. Проблеми харчування. 2014. № 2. С. 29-38.
76. Пуртова Л.Н., Щапова Л.Н., Костенков Н.М., Моисеєнко А.А., Кирсанова Т.В. Влияние гербицидов на процесс гумусообразования и микробиологическую активность в почвах Приморья. Вестник ДВО РАН. 2007. № 2. С. 140-145.
77. Ременюк С., Токарчук М. Особливості захисту посівів кукурудзи від

однодольних бур'янів. Пропозиція. 2017. № 4. С. 124-128.

78. Рибка В.С., Ляшенко Н.О., Шпильова О.М. та ін. Актуальні питання виробництва кукурудзи на зерно в Дніпропетровській області. Зоключивніе технологии. 2014. № 6(33). С. 24-27.

79. Романьїчева А.А. Эколого-трофические исследования микробного разнообразия чернозема выщелоченного при длительном культивировании монокультуры кукурузы. Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование: Труды III межд. науч.-практ. конф. молодых ученых. М.: Буки-Веди, 2014. С. 144-147.

80. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И. и др. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая. Агрохимия. 2017. № 4. С. 3-9.

81. Спиридонова Ю.Я., Шестаков В.Г. Гербициды и окружающая среда. Агрохимия. 2000. № 1. С. 37-41.

82. Танчик С.П. Эффективный контроль забур'яненості кукурудзи. Пропозиція. 2011. № 3. С. 88-90.

83. Ткаліч Ю.І., Бокун О.І. Хімічне та механічне контролювання бур'янів в агрофітоценозах кукурудзи. Бюлетень ДУ «Інститут сільського господарства степової зони НААН». 2012. № 3. С. 41-44.

84. Фурдичко О.І. Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України: монографія. К.: ДІА, 2014. 432 с.

85. Циков В.С. Бур'яни: шкодочинність і система захисту. Дніпропетровськ: ЕНЕМ, 2006. 86 с.

86. Циков В.С. Кукуруза. Научно-практическое издание. Днепропетровск: Зоря, 2003. 296 с.

87. Циков В.С., Ткаліч Ю.І., Бокун О.І. Продуктивність кукурудзи залежно від обробітку ґрунту і системи захисту від бур'янів у Північному Степу. Вісник аграрної науки. 2014. № 8. С. 18-23.

88. Черенков А.В., Циков В.С., Дзюбецький Б.В. та ін. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно - гарантія стабілізації урожайності

на рівні 90-100 ц/га (практичні рекомендації). Дніпропетровськ: ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН, 2012. 31 с.

89. Якість ґрунту. Визначення дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин: ДСТУ ISO 11269-2:2002: (ISO 11269-2:1995, IDT). [Чинний від 2002-07-12]. К.: Держстандарт України, 2004. 14 с. (Національний стандарт України).

90. Якість ґрунту. Відбір проб ґрунту: ДСТУ 4287:2004 [Чинний від 2005-01-07]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с. (Національний стандарт України).

91. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. ДСТУ 4289:2004 [Чинний від 2005-01-07]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 18 с. (Національний стандарт України).

92. Кизяков Ю. Е., Гниненко Н. В., Турчин В. В., Мусатов А. Г. Агрономические особенности и краткая характеристика почв Опытного хозяйства. Днепропетровск, 1974. С. 19–29.

