

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допускається до захисту»

Завідувач кафедри рослинництва

д. с.-г. н., професор

_____ Олександр ЦИЛЮРИК

«_____» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**«ВПЛИВ СПОСОБІВ ВИКОРИСТАННЯ МІКРОДОБРИВ НА
УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ПРИСАМАР'Є»
НОВОМОСКОВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Здобувач _____ Іван БУЛАВІН

Керівник кваліфікаційної роботи

к.с.-г.н., доцент _____ Владислав ГОРЦАР

Дніпро 2024

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Агрономічний факультет
Кафедра рослинництва
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри рослинництва
д. с.-г. н., професор
_____ Олександр ЦИЛЮРИК
« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Булавіну Івану Сергійовичу

1. Тема роботи: «Вплив способів використання мікродобрив на урожайність сортів картоплі в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Присамар'є» Новомосковського району Дніпропетровської області»

2. Термін подачі завершеної роботи на кафедру 13.12.2024

3. Вихідні дані для роботи:

- с.-г. підприємство Товариство з обмеженою відповідальністю «Присамар'є»
Новомосковського району Дніпропетровської області

- сільськогосподарська культура – картопля

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

-врожайність картоплі сортів Княгиня, Фактор залежно від способів застосування мікродобрив Гумат-Кремній, Авангард Кремній Біо, Квантум Аква Сил

-фенологічні показники впродовж вегетації

-аналіз показників структури урожаю картоплі

-якість картоплі за варіантами дослідів

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- таблиці, що демонструють характеристики ґрунту із ключовими показниками його родючості та структуру посівних площ ТОВ «Присамар'є»;
- таблиці з результатами проведених досліджень;
- аналіз даних простан охорони праці і виробничий травматизм у господарстві;
- таблиця, що відображає економічну ефективність вирощування сортів картоплі за результатами дослідів.

6. Дата видачі завдання: 01.05.2024

Керівник кваліфікаційної роботи _____ доц. Владислав ГОРЩАР

Завдання прийняв

до виконання _____ Іван БУЛАВІН

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Літературний огляд	травень-червень	виконано
2	Характеристика умов проведення дослідів	червень	виконано
3	Експериментально-дослідна частина	липень-вересень	виконано
4	Економічна ефективність результатів	жовтень	виконано
5	Аналіз безпеки праці в господарстві	листопад	виконано
6	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву	листопад-грудень	виконано

Здобувач _____ Іван БУЛАВІН

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Владислав ГОРЩАР

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
2.1. Об'єкт та предмет досліджень	33
2.2 Умови проведення досліджень	34
2.3. Оцінка господарської та економічної ефективності системи землеробства господарства	37
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	40
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ	42
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	62
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	64
6.1. Дослідження стану безпеки праці в ТОВ «Присамар'є»	64
6.2. Аналіз виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення	65
6.3 Загальні вимоги до безпечних умов праці	67
6.4 Заходи з покращення безпеки праці в господарстві	69
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Вплив способів використання мікродобрив на урожайність сортів картоплі в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Присамар'є» Новомосковського району Дніпропетровської області».

Кваліфікаційна робота представлена на 74 сторінках і структурно складається з шести розділів: Огляду літератури (узагальнення теоретичних і практичних досліджень за темою), Умови проведення досліджень (опис природно-кліматичних, організаційних та інших особливостей місця досліджень), Експериментальна частина (викладення методики, результатів експериментів і їх аналіз), Оцінка економічної ефективності (аналіз рентабельності впроваджених рішень), Безпека праці (висвітлення питань охорони праці під час виконання досліджень і виробничих процесів), Висновки та рекомендації (підсумок роботи з пропозиціями щодо практичного застосування).

У роботі подано 17 таблиць, що характеризують результати досліджень, і використано 33 джерела наукової літератури.

Проведені дослідження із використання при вирощуванні сортів картоплі Княгиня та Фактор різних способів застосування мікродобрив з вмістом кремнію (Гумат-Кремній, Авангард Кремній Біо, Квантум Аква Сил), які мали позитивний вплив на ріст, розвиток та формування урожаю бульб рослинами картоплі з показниками якості, що відповідають чинним стандартам.

Ключові терміни: картопля, сорт, мікродобриво, обробка бульб, урожайність, якість бульб, рентабельність.

ВСТУП

Картоплю вирощують у близько 160 країнах світу на площі 22,2 млн гектарів, що робить її однією з найпоширеніших сільськогосподарських культур. Вона має особливе значення в Європі, де розташовано сім із двадцяти найбільших країн-виробників за обсягами площ і збору врожаю. Серед світових лідерів у вирощуванні картоплі традиційно виділяються Китай, Індія, Україна та Бангладеш, які забезпечують значну частину глобального виробництва.

За умови впровадження інноваційних технологій і наукового підходу, картоплярство має потенціал стати одним із найперспективніших і експортоорієнтованих напрямів агробізнесу. Проте останніми роками спостерігається зниження інтересу українських виробників до вирощування картоплі. Це зумовлено не лише падінням внутрішнього попиту, але й проблемами у структурі виробництва та використання [1].

Низька рентабельність, викликана перевиробництвом, проблемами зі збутом і нестабільними цінами, суттєво знизилася привабливість галузі. Попри це, картопля залишається ключовим елементом економічної та продовольчої безпеки. Для збереження цієї галузі важливо спрямувати її розвиток на основі сталих моделей, з урахуванням ринкових умов і сучасних технологічних можливостей.

До 2050 року, за прогнозами Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), чисельність населення Землі може досягти близько 10 мільярдів осіб. На цьому фоні вже зараз значна частина людства стикається з проблемами недоїдання. Постає питання, як забезпечити продовольством населення тих країн, які найбільше потерпають від нестачі їжі.

У межах концепції сталого розвитку сільського господарства найбільшу увагу привертають культури, здатні забезпечити значне

збільшення виробництва продуктів харчування у відносно короткі терміни. На думку експертів, одним із найперспективніших рішень у цій сфері є картопля. Завдяки високій поживності, простоті вирощування та здатності адаптуватися до різних кліматичних умов, картопля може стати ключовим інструментом у подоланні глобальної продовольчої кризи.

Картоплярство належить до енергоємних і трудомістких галузей сільськогосподарського виробництва. Його ефективність значною мірою залежить від впровадження сучасних технологій та використання інноваційної техніки. Одним з таких елементів технології є використання нових видів і форм органо-мінеральних добрив, в тому числі кремнієвмісних [2].

Незважаючи на високий загальний вміст кремнію в ґрунтах та основних ґрунтоутворюючих породах, згідно з дослідженнями вчених, для забезпечення рослин доступним кремнієм треба раціонально використовувати кремнієвмісні добрива.

Вітчизняні та зарубіжні дослідження демонструють підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та родючості ґрунтів під впливом кремнієвмісних агроруд та відходів промисловості. Однак, враховуючи, що процес розчинення кремнію з меліорантів є складним, багатофазовим процесом, що залежить від зовнішніх умов, а відходи виробництва можуть містити важкі метали, очевидна необхідність тестування добрив, що містять кремній, в більш доступній і безпечній формі, наприклад, в рідкій.

Кремнієві добрива на сьогоднішній день позиціонуються як додатковий елемент технології вирощування сільськогосподарських культур, у т.ч. й картоплі, що підвищує стресостійкість та адаптивність до біотичних та абіотичних факторів середовища, що впливає на зростання продуктивності та рентабельності виробництва.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Картопля – одна з найважливіших продовольчих культур у світі. У загальносвітовому списку культур, що вирощуються, вона займає 4 місце після пшениці, рису, кукурудзи і, відповідно, 1 місце серед незернових продовольчих товарів. Картопля – культура багатофункціонального застосування. Крім безпосереднього використання на харчові цілі (у тому числі кормові), вона має і неаграрні сфери застосування: є сировиною для крохмалю, спирту, клею [3].

Коротка тривалість вегетаційного періоду та широка кліматична адаптованість сприяли поширенню картоплі по всьому світу. Сьогодні вона вирощується у 66% країнах (більш ніж у 130 із 197). У той самий час картопля, на відміну від основних зернових, перестала бути предметом світової торгівлі. Лише невелика частина загального обсягу продукції надходить до зовнішньої торгівлі, а ціни на картоплю зазвичай визначаються витратами місцевого виробництва, а не капризами міжнародних ринків. Таким чином, ця культура настійно рекомендується для забезпечення продовольчої безпеки, яка може допомогти фермерам з низькими доходами та вразливим споживачам пережити екстремальні явища, пов'язані зі світовим попитом та пропозицією щодо продовольства.

Картопля – це харчова культура, що має завдяки своєму складу потенціал прогодувати світ. Картопля швидше, на меншій кількості землі та в суворішому кліматі може дати більш поживну їжу порівняно з іншими потенційними продовольчими культурами.

До позитивних характеристик картоплі як продукту харчування слід віднести легку засвоюваність та високу поживність. За хімічним складом вона складається на 72-75% із води, 16-20% – крохмалю, 2-2,5% – білка, 1-1,8% – харчових волокон та 0,15% – жирних кислот. Іншими словами, картопля є продуктом харчування багатим на вуглеводи, суша речовина якого

за вмістом білка істотно перевершує інші коренеплоди і бульбоплоди, а також відрізняється низьким вмістом жирів. Крім того, у картоплі є необхідні для підтримки здоров'я населення мікроелементи та вітаміни – С, В1, В3 та В6, фолат, пантотенова кислота та рибофлавін, а також мінерали – залізо, калій, фосфор та магній. Одна бульба картоплі середнього розміру містить близько половини рекомендованої денної норми вітаміну С, і містить п'яту частину рекомендованої денної норми калію. В картоплі містяться і харчові антиоксиданти, що відіграють важливу роль у профілактиці захворювань, пов'язаних зі старінням, а також клітковина, що благотворно впливає на здоров'я [4].

Всі ці характеристики зумовили популярність та поширеність картоплі в усьому світі, а також глобальну роль, яку вона відіграє у досягненні продовольчої безпеки в умовах зростання чисельності населення та підвищення ризиків голоду на планеті.

Картопля – основне джерело енергії для більшості населення світу, особливо багатонаселених країн, що розвиваються. Загальне світове виробництво картоплі протягом останніх 50 років зросло приблизно у 1,5 рази. Провідними виробниками картоплі є Китай, Індія, Україна, США, Німеччина, Франція, Бангладеш. Однак по праву провідними країнами-виробниками можна вважати лише 4 країни з цього списку, оскільки, наприклад, Німеччина, яка займає 5-е місце, вже суттєво поступається за валовим збором цієї культури. Загальний обсяг виробництва картоплі в країнах, що розвиваються, вперше перевищив показники виробництва картоплі в країнах розвинених економік у 2005 році.

Аналіз динаміки виробництва картоплі в розрізі 25 років (з 1995 по 2020 роки) показує стрімке зростання її виробництва у Китаї (на 70%) та Індії (на 193%). Китай та Індія виробляють майже 40% всієї картоплі у світі. Цікавий у цьому плані Бангладеш: не входячи у 1990 році навіть у 20-ку виробників, у 2000 році він посів уже 18 місце, а у 2015 злетів на 7 місце у

світовому рейтингу, показавши зростання у 215% за 15 років, і продовжує утримувати зайняту позицію. США, Німеччина та Франція демонструють стабільний рівень виробництва. Україна – зростання до 2011 року із деякою подальшою стабілізацією. Хоча виробництво змістилося з розвинених країн, до країн що розвиваються, більш висока врожайність при цьому (понад 40 т/га) відзначається в розвинених країнах: Франції, Бельгії, США, Новій Зеландії, Німеччині, Данії, Нідерландах.

Зміщення виробництва картоплі в нашій країні на рівень домогосподарств, недостатня кількість сучасних машин і сховищ, низький рівень логістики, а також первинної та глибокої переробки, гнітюче становище у насінництві – причини втрати індустріального типу розвитку галузі, що дозволяло б впроваджувати інноваційні та технологічні прийоми вирощування.

Визнання кремнію як необхідного та суттєвого елемента для сільськогосподарських культур здійснилося відносно недавно. Статус кремнію як «функціональної» поживної речовини для рослин дозволяє розглядати його застосування з точки зору підвищення стійкості рослин до біотичних та абіотичних факторів.

Значна увага в роботі різних авторів до ролі кремнію у пом'якшенні різного виду стресу у рослин пояснюється тим, що це одне з найбільш серйозних екологічних обмежень для росту та продуктивності рослин, що часто викликає серйозні зміни у морфології, фізіології та біохімії рослин, наприклад, зниження швидкості фотосинтезу, руйнування пігментів, дисбаланс поглинання води та поживних речовин, окисне пошкодження клітинних компонентів [5].

Опосередкована кремнієм стійкість рослин до стресів забезпечується кількома шляхами. Сприятлива дія Si, по-перше, пов'язана з його високим відкладенням у тканинах рослин, що підвищує їхню жорсткість. Механічна міцність зменшує вилягання та ймовірність інвазії з боку комах та патогенів,

покращує орієнтацію рослини щодо світла (архітектоніку), і, отже, ефективність використання сонячної енергії. Висловлюються також припущення, що осадження кремнію в тканинах рослини зменшує кутикулярну транспірацію, тим самим підвищуючи стійкість до низьких і високих температур, радіації, ультрафіолетового випромінювання та стресу від посухи. Другим шляхом захисту від несприятливих факторів є активація кремнієм внутрішньоклітинного синтезу специфічних органічних сполук, що визначають ендогенну захисну відповідь рослини [6].

Річне споживання кремнію рослинами Землі за розрахунками вчених становить 210-224 млн. т, що у 1,5 разу вище споживання рослинами фосфору. Недооціненість кремнію як елемента живлення заснована на наявності великої кількості SiO_2 та силікатів у більшості ґрунтів і, відповідно, на впевненості у його достатній наявності для культур. Тим часом в більшості рослин спостерігається дефіцит цього елемента. Причини цієї проблеми полягають у наступному:

1. Рослинам потрібна кремнієва кислота, а не сам кремній.
2. Концентрація монокремнієвої кислоти в ґрунті дуже низька.
3. Перетворення силікатів і оксидів кремнію на кремнієву кислоту є дуже обмеженим процесом.
4. Кремнієва кислота є нестабільною молекулою з високою схильністю до агрегації/полімеризації.
5. Через суттєве винесення кремнію сільськогосподарськими культурами щорічно відчужується значна кількість доступного кремнію з орних територій.

Існує багато джерел кремнію придатних для використання у рослинництві. Однак доцільність їх застосування залежить від багатьох факторів: їхньої реакційної здатності, загального та біодоступного вмісту в них кремнію, вмісту потенційно небезпечних домішок, вартості та технологічності.

Спочатку дослідженням піддавалися кремнієвмісні природні породи та відходи промисловості (цеоліти, силікати, діатомова земля, шлаки) як найбільш доступні в період відсутності комерційних кремнієвих продуктів. У більшості досліджень фігурує внутрішньогрунтове застосування цих агроруд. При внесенні в ґрунт кремній пов'язує ґрунтові частинки, що підвищує їх агрегатованість, вологоємність та буферність. Коагуляція ґрунтових колоїдів збільшує водопроникність ґрунтів, а сорбуючі властивості дозволяють зменшувати вимивання основних елементів живлення та пролонгувати їхню дію [7].

Однак, незважаючи на технічну необхідність утилізації шлаків і високий вміст кремнію в них, важливим обмеженням їх застосування є можливий високий рівень в них важких металів, пов'язаний з походженням або переробкою. Тяжкі метали не тільки токсичні для рослин, але й несуть у собі ризик забруднення ґрунтів та природних вод. Так само відходи цементного виробництва можуть містити важкі метали.

Тому найперспективнішими джерелами кремнію є природні меліоранти: цеоліт і діатомова земля (діатоміт), а також силікати калію, кальцію та магнію. Саме їх вивченню присвячено велику кількість досліджень. Перевагою діатоміту перед цеолітом є їхня велика біодоступність, оскільки він являє собою аморфний кремнезем, який розчиняється легше, ніж кристалічний. Крім цього, діатоміт виявляє властивості адсорбенту та вологоутримуючого агента без ймовірності заболочування в умовах надмірного зволоження [8].

При складанні рекомендацій щодо ґрунтового застосування кремнієвмісних туків або меліорантів слід брати до уваги їхню меліоративну (нейтралізуючу) здатність. Цінність підвищення вмісту Si у ґрунті може бути переважена негативним впливом збільшення рН ґрунту до рівня, який може поставити під загрозу доступність інших поживних речовин (у тому числі мікроелементів), необхідних для рослин. Це особливо важливо для ґрунтів із

нейтральним чи лужним показником рН. Однак там, де необхідне вапнування, джерела Si можна використовувати як альтернативний метод підвищення рН ґрунту при одночасному збільшенні вмісту Si [9].

Незважаючи на значну ефективність описаних кремнієвмісних добавок, їх висока вартість у сукупності з високою нормою застосування і дорогою логістикою є обмеженням до масштабного використання.

У зв'язку з встановленими позитивним ефектом застосування кремнієвих добрив у рослинництві та обмеженнями, щодо ґрунтового використання кремнієвмісних туків або меліорантів, зростає інтерес до використання альтернативних, частіше рідких, кремнієвих складів, оскільки вони більш технологічні і можуть застосовуватися у великомасштабних системах рослинництва. Як джерело доступного кремнію все частіше розглядають водні розчини силікату калію і натрію. Однак препарати на основі силікатів теж мають свої недоліки. Вони мають високий рН, що є обмежуючим фактором, оскільки провокує лужний гідроліз спільно застосовуваних з ними засобів захисту рослин. В даний час цю проблему намагаються вирішувати за допомогою препаратів, одержуваних зі стабілізованої концентрованої кремнієвої кислоти і нейтральним або кислим рН, а також за допомогою допоміжних технічних рідин для корекції кислотності робочого розчину [10].

Останніми роками активно вивчається можливість застосування нанокремнію. У нанометровому масштабі виникають якісно нові ефекти, властивості та процеси, що дозволяють збільшувати активність та коефіцієнт використання елементів рослинами. Така особлива форма дозволяє застосовувати його в нижчих, навіть у порівнянні з рідкими добривами, дозування. При цьому варто пам'ятати, що низька норма витрати нанокремнієвих препаратів спричиняє необхідність чіткого дотримання рекомендованої дози, щоб уникнути передозування та пов'язаної з нею токсичної дії агрохімікату.

Урожайність багатьох сільськогосподарських культур часто є недостатньою та нестійкою через різні негативні фактори. Відсутність сівозміни, нераціональне живлення рослин, неефективні заходи контролю хвороб та шкідників, обмеженість ресурсів ускладнюють проблеми рослинництва загалом та картоплярства зокрема [11].

Картопля накопичує відносно невелику кількість кремнію в тканинах, відносно інших культур. Однак, оскільки ця культура має високу врожайність основної та побічної продукції, сумарний винос кремнію виходить значним: урожай картоплі в 200 ц/га виносить із ґрунту понад 250 кг кремнію. У зв'язку з цим кремнієві добрива сьогодні позиціонуються як додатковий елемент технології вирощування цієї культури.

Аналіз наукової літератури демонструє різні дані щодо впливу кремнію на ріст та розвиток картоплі та на її стійкість до несприятливих факторів [12].

Так, в експерименті, проведеному в Бразилії, не було підтверджено вплив силікату калію на зниження ураження картоплі фітофторою. Аналогічно не було виявлено достовірних відмінностей в інтенсивності інвазії попелиць та жуків (*Diabrotica speciosa* та *Myzus persicae*) між необробленими та обробленими кремнієм рослинами картоплі.

Однак більшість джерел інформує про достовірний позитивний вплив кремнієвих добрив на різні показники: ріст, розвиток, врожайність, якість, ураження хворобами та шкідниками, посухо- та солестійкість картоплі. Далі оглядово наведемо досягнення вчених у цьому напрямі [13].

У ПАР було проведено серію експериментів щодо відстеження впливу на ріст і продуктивність картоплі кремніємісних меліорантів, а саме пилу, шлаку, золи.

У першому досліді була перевірена реакція рослин картоплі, що вирощуються в теплиці в контейнерах, на застосування в якості ґрунтової добавки вапна і трьох видів кремнієвмісних відходів (з вмістом кремнію 30%, 50%, 99%) у двох дозуваннях: 2 і 4 т/га . Рослини, збагачені кремнієм,

демонстрували збільшення маси бульб і більш високе накопичення сирової та сухої речовини порівняно з контролем та вапняним варіантом.

Наступний експеримент мав на меті оцінку розвитку збудника вертицильозу картоплі на фоні ґрунтового внесення цих же кремніємісних меліорантів. Було виявлено зниження кількості мікросклераций у стебловому матеріалі на 50, 96 і 100%, відповідно до варіантів, тоді як паралельний варіант з обробкою рослин вапном продемонстрував збільшення цього показника на 91%. Бульби, отримані у варіанті з внесенням кремнієвого пилу, при подальшому вирощуванні мали на 57% менше симптомів пожовтіння та в'янення порівняно з необробленим контролем.

Ще одне дослідження було проведено з метою вивчення фенолоутворення в клітинних стінках картопляної шкірки, опосередковане кремнієм, та пов'язану з цим стійкість бульб до бактеріальної інфекції мокрої гнилі (збудник *Pectobacterium carotovorum* subsp. *Brasiliensis*). Були протестовані такі варіанти: 1 - контроль з патогеном і без нього, 2 - додавання у ґрунт кремнієвмісного шлаку з патогеном і без нього, 3 - додавання в ґрунт вапна (як контроль рН) з патогеном і без нього. Було виявлено, що бульби рослин 2-го варіанта мали значно вищі рівні загальних фенольних сполук. Авторами було зроблено висновок про відсутність ролі рН у виробництві фенолу [14].

Зростання врожайності посадок картоплі, викликане застосуванням силікатно-кальцієвого шлаку і вапна під посадки, було оцінено в США. Збільшення врожайності в різні роки склало 591-666 ц/акр при застосуванні вапна та 640-718 ц/акра - при застосуванні силікатно-кальцієвого силікатного шлаку. Крім цього, внесення шлаку справило сприятливу післядію на висаджені після картоплі томати та огірки, що виявилось у збільшенні їх загальної врожайності та кількості плодів.

Спільна американо-китайська наукова робота показала зростання забезпечення рослин біодоступним кремнієм при одночасному збільшенні

поглинання вуглецю ґрунтом за рахунок застосування біовугілля, одержуваного шляхом піролізу з багатой кремнієм біомаси відходів.

У Бразилії вчені підтвердили велику ефективність збільшення доступного для рослин фосфору на фоні дефіциту води при додаванні в ґрунт силікату кальцію-магнію в порівнянні з доломітовим вапняком. Вплив інших елементів живлення було незначним. Також було виявлено, що вилягання картоплі було на 72% менше у варіанті із застосуванням силікату порівняно із застосуванням вапняку при повноцінному водозабезпеченні та на 31% – в умовах нестачі води. Велика висота рослин у поєднанні з їхньою кращою архітектурою, зазначена у варіанті з силікатом, на думку авторів, призвела до більшої продуктивності, оскільки більші та вертикальні рослини забезпечували більшу площу листя і були більш ефективними у вловлюванні світла. Ця гіпотеза підкріплюється тим фактом, що збільшення врожайності здебільшого було пов'язане з великою середньою вагою бульб як наслідком більшого продукування фотоасимілятів, а не зі збільшенням їхньої кількості. Перевага в урожайності, під впливом кремнію, склала 17% за відсутності стресу та 11,4% – при моделюванні посухи. Величина сухої речовини за варіантами залишалася постійною. Концентрація проліну в листі підвищувалася як при посусі, так і за високого рівня кремнію, що свідчить про вплив кремнію на осмотичну регуляцію рослин.

Внесення порошку аморфного кремнезему в роботі бразильських учених також виявило кремнієопосередковане підвищення ефективності використання фосфору за рахунок збільшення доступності цього елемента у ґрунті та зміни його метаболізму в рослині [15].

Так, у Польщі зафіксовано підвищення врожайності трьох сортів картоплі в середньому на 19% та 27% на фоні осіннього внесення врозкид цеоліту в дозах 3,0 та 6,0 ц/га відповідно. При локальному внесенні цеолітів у дозах 3,0 та 3,3 ц/га врожайність п'яти сортів зростала в середньому на 12,5%.

Також було відзначено дію цеоліту у покращенні товарних та біохімічних показників якості продукції.

У досліджах внесення додатково до мінеральних добрив цеоліту в дозі 900 кг/га знизило щільність ґрунту порівняно з контролем. У цьому варіанті площа листя збільшилася в 1,28 разу, а вміст важких металів у бульбах знизилося: свинцю – на 28,0; цинку – на 33,9; міді – на 9,1; миш'яку – на 30,5 та кадмію – на 50%. Найбільшу врожайність продовольчої картоплі також було зафіксовано у цьому варіанті (плюс 12,6 т/га до контролю). Використання 600-900 кг/га цеоліту на фоні мінеральних добрив збільшило вміст крохмалю на 0,43%, сухої речовини на 0,77-0,93%, кількість нітратів знизилося на 5,6-8,3 мг/кг [16].

Також було показано пригнічення фітофторозу, фузаріозу та сірої плямистості завдяки обробці бульб перед закладкою на зберігання суспензією діатоміту (60 кг/га). Додавання до діатоміту Ризоплана додатково забезпечувало ще й захист бульб від мокрої гнилі [17].

В інших дослідженнях було зафіксовано підвищення врожайності картоплі від внесеного аморфного діоксиду кремнію (АДК) у трьох дозах 100, 250, 500 кг/га та піролізату – 100, 300, 600 кг/га, за рахунок покращення поживного режиму ґрунту та збереження ефективної родючості. Збільшення врожайності бульб від АДК становило 7,20-10,7 т/га, від піролізату – 5,03-8,75 т/га. Крім того, кремнієвмісні препарати сприяли поліпшенню якості бульб картоплі: зростання вмісту крохмалю склало 1,1-1,6%, а вітаміну С - 4-14% [18].

Цікаві дані збільшення врожайності під впливом різних способів доставки кремнію отримані іншими вченими. Так, урожайність бульб збільшувалася на 39% (в окремі роки на 50%) при внесенні діатоміту в ґрунт (доза 2,5 т/га) та на 42% – при опудруванні посадкового матеріалу (доза 300 кг/га). При цьому в продукції накопичувалося більше фосфорних та калійних сполук та знижувалося надходження важких металів (свинцю на 14%).

Значно покращилася якість продукції: збільшився вміст крохмалю та вітаміну С щодо контролю, причому не тільки в роки застосування добрива, але і навіть пізніше при його післядії.

Згідно зі схемою досліду, посадковий матеріал опудрювали цеолітом і діатомітом у дозі 30 г/т, у ґрунт препарати вносили у дозі 1 т/га. Внесення меліорантів у ґрунт дало явну перевагу порівняно з передпосадковим опудрюванням бульб картоплі: збільшення врожайності у випадках із закладенням цеоліту і діатоміту (44-56%) значно перевищили збільшення від обробки бульб перед посадкою (17-20%). Збільшення врожаю бульб при нанесенні на бульби наноккомпозитного кремнієвого комплексу також було високим і достовірним (22%). На другий рік ведення досліду при вирощуванні ярої пшениці спостерігали післядію внесених у ґрунт цеоліту та діатоміту, що виявилось у достовірних подібних надбавках врожаю зерна та соломи (21-23% та 50-53% відповідно).

З цим дослідом узгоджується дослідження, яке показало підвищення врожайності на 13,8% при передпосадковому опудрюванні бульб картоплі аморфним кремнеземом. Крім продуктивності, було відзначено стимулюючу дію препарату на параметри росту та чисту продуктивність фотосинтезу картоплі [19].

Робота, проведена на Поліссі, виявила підвищення продуктивності картоплі на 17,5% при застосуванні збагаченого цеолітом комплексного добрива та одночасному зниженні на 20% основних поживних елементів порівняно з суто мінеральним добривом [20].

Схожий експеримент було поставлено індійськими вченими. Вони продемонстрували, що застосування діатоміту (150 кг/га) на фоні 50% зниження рекомендованої дози NPK дало збільшення врожаю картоплі в 38,7%, а на фоні повної рекомендованої дози NPK - 12,9%. Зниження ефективності у другому випадку вчені пов'язали з більш високою захворюваністю на фітофтороз, викликану внесенням високої дози азотних

добрив. Застосування діатоміту значно знизило захворюваність на фітофтороз картоплі: від 37,72% до 9,41% за різними варіантами.

В Єгипті вивчення впливу позакореневої обробки картоплі силікатом калію (2, 4 та 6 г/л), діатомітом (10, 15 та 20 г/л) та екстрактом морських водоростей (3, 4 та 5 мл/л) показало, що найбільші значення таких показників росту та розвитку, як довжина стебла, кількість стебел і листя, сира та суха маса листя, отримані при застосуванні діатоміту в дозі 20 г/л і силікату калію в дозі 6 г/л. Ці ж дозування діатоміту та силікату калію забезпечили найвищий загальний та товарний вихід бульб. Середня маса бульб, питома вага, вміст хлорофілу, азоту, фосфору та калію в листі та крохмалю в бульбах були максимальними при використанні діатоміту в дозі 20 г/л.

У Бразилії застосування діатомової землі при поливі та обприскуванні картоплі в лабораторних умовах виявило її інсектицидну активність щодо гарбузового жука (*Diabrotica speciose*). Було протестовано 3 варіанти: 1 – контроль; 2 – внесення сухої діатомової землі (0,5 г/горщик) та 3 – листова обробка 1% розчином DE. Картоплю обробляли через 30 днів після посадки. В результаті було відмічено зниження кількості пошкоджень листя через 24 та 48 годин після обробки незалежно від способу застосування препарату. Через 72 години зниження спостерігалось лише при застосуванні порошкоподібної препаративної форми.

Знання про те, що кремній зміцнює клітинні стінки за рахунок посилення синтезу лігніну та суберину, лягли в основу припущення, що оскільки шкірка картоплі складається з цих компонентів, то можливий внесок кремнію в покращення якості шкірки, а значить і в покращення товарності та лежкості бульб [21]. Це було експериментально перевірено у Ізраїлі. Рослини картоплі вирощували у теплиці у горщиках. У дослідні варіанти, крім загального поживного розчину, вносили 100 мг/л розчину силікату натрію. Через певний період після появи сходів збирали зразки тканин: листя, стебла, коріння, столони, шкірку та м'якоть бульб. Імітацію

посухи проводили відключенням поливу до в'янення листя. Зразки збирали за два дні після повторного підключення системи зрошення. Були отримані такі результати. У геномі картоплі було ідентифіковано ген, що кодує білок-переносник Si (StSi). Експресія цього гена, тобто безпосереднє вироблення закодованого в ньому функціонального білка, було виявлено тільки в тканинах коріння і листя, причому її рівень збільшувався в 2 рази щодо контролю у рослин, удобрених силікатом натрію у варіанті з поливом, і в 5 разів – у рослин, які були удобрені Si на фоні імітації посухи. Шкірка бульб картоплі, удобреної силікатом натрію, відрізнялася зміною морфології (площа клітин шкірки була більша), а також високим вмістом кремнію та сухої речовини. У зразках, оброблених Si, спостерігали активацію генів біосинтезу суберину – стінки клітин шкірки були збагачені окисленими ароматичними фрагментами, що свідчить про посилення лігніфікації та суберизації. У м'якоті бульб оброблених рослин був виявлений кремній, як і зміни у сухій речовині.

Єгипетські фахівці показали зростання площі листя та флуоресценції і хлорофілу, збільшення сирої та сухої ваги бадилля, загальної кількості розчинних вуглеводів і білків, а також вільних амінокислот у листі рослин під впливом обприскування рослин картоплі силікатом калію в дозуванні 2 г/л, що вирощуються на зрошенні і перебувають у помірному стресі.

Збільшення вмісту хлорофілу та каротиноїдів, цукру та білка в листі картоплі, викликане обробкою силікатом калію в концентрації 5 мМ, описано й у роботі турецьких учених.

Схожі ефекти (поліпшення ростових параметрів, збільшення вмісту фотосинтетичних пігментів, врожайності, якості бульб), що спостерігаються після обробки силікатом калію (0, 1,5 та 3 мл/л), але вже на фоні зниження вологозабезпеченості, отримані і в інституті Єгипту.

Зміни в архітектурі рослин картоплі, накопиченні хлорофілу та врожайності оцінювали у досліді, проведеному в Бразилії з фоліарним

застосуванням п'яти дозувань силікату калію: 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 та 1,0%. За результатами, вміст хлорофілу а, б падало до дози 0,4%, потім збільшувалося і за 1% K_2SiO_3 було більше, ніж у контролі без обприскування. Співвідношення а/б хлорофілів не виявляло значних варіацій. Збільшення дози препарату корелювало зі зменшенням кута відходження листя картоплі, що покращувало їх світлоуловлюючу здатність. Ці параметри мали достовірні відмінності від контролю лише у період вегетативного росту (оцінка на 49 та 64 день після посадки), але не в період бульбоутворення (оцінка на 78 день). Також було зафіксовано збільшення врожайності картоплі екстра- та товарного класів на 22,4% при застосуванні 1% K_2SiO_3 порівняно з контролем без обприскування. Значних відхилень у накопиченні сухої маси, а також у виході інших фракцій картоплі за варіантами не було.

Роботи, проведені в Китаї, показали посилення захисних реакцій бульб картоплі від сухої гнилі, викликаной *Fusarium spp* при обробці їх силікатом натрію в концентрації 100 мМ. Активність пероксидази, поліфенолоксидази, фенілаланінаммоніаліази та β -1,3-глюканази, вироблення загального фенолу та флаваноїдів у тканинах бульб після зараження *F. sulphureum*. різко зростала саме в оброблених бульбах. Збільшення вмісту ферментів зазначеної групи є найважливішим елементом антиоксидантного захисту організму у відповідь на ушкоджуючу дію стресу і викликаний ним вироблення АФК (активних форм кисню).

Є дані щодо вивчення спільного застосування кремнієвмісних сполук із засобами захисту з метою можливості зниження дозувань останніх [22].

Дослід наших вчених продемонстрував, що обробка бульб восени перед закладкою на зберігання 0,3%-ним розчином кремнієвмісного препарату тетраетоксисилану (ТЕС) знизилася кількість хворих бульб до 7,9% (проти 11,4% на контролі), а сумішшю фунгіциду метаксилу з ТЕС – до 2,5% [23]. Ефективність одного фунгіциду була вищою, ніж ТЕС (4,9 % хворих бульб), але нижче його суміші з ТЕС. Отже, обробка бульб цієї сумішшю

була найбільш результативною. Весняна обробка бульб давала схожі результати. Об'єднання обробки бульб (30 мл/т) з листовим підживленням (0,6 л/га) кремнієвмісним препаратом на основі силікату калію в подальшому дозволило отримати збільшення врожаю в 31,7% і 34,2% відповідно при осінній і весняній обробці бульб. У цьому ж досліді оцінили ефективність кремнієвмісного добрива при застосуванні листа спільно з фунгіцидом. Обробка бульб кремнієм збільшувала врожайність картоплі на 21,2% на фоні обприскування вегетуючих рослин рекомендованою нормою фунгіциду. Використання бакової суміші фунгіциду (дворазове зниження дози) + Si було більш результативним, ніж застосування одного фунгіциду в рекомендованій нормі. У цьому варіанті збір бульб був значно вищим, надбавка склала 37,9% [23]. Однак максимальна врожайність (+65,8%) була отримана у варіанті з проведенням трьох обробок: дві – баковою сумішшю [фунгіцид + Si] та третя – одним Si. Хороші результати (+54,8%) отримані і у варіанті з одноразовим обприскуванням баковою сумішшю та дворазовому – Si. Використання кремнієвмісного препарату і для обробки бульб, і в період вегетації позитивно позначилося на товарності (збільшення з 70 до 83%) та якості бульб (зниження кількості хворих бульб в 1,7-2 рази).

В іншому досліді, той же кремнієвмісний препарат, застосований спільно з фунгіцидом у передпосадковій обробці бульб, забезпечив додаткову надбавку в 13,4% порівняно з варіантом, де був застосований тільки фунгіцид.

В експерименті індійських вчених була показана інсектицидна активність силікату калію: популяція білокрилки скоротилася на 53,3% та 61,4% через 3 та 7 днів після некореневої обробки, відповідно, а популяція попелиці – на 57,8% та 49,0%, відповідно. Захворюваність на вірус (прояв мозаїки, скручування листя і завиток верхівок) на ділянках, оброблених силікатом калію, була набагато нижчою за контрольну.

Польські вчені показали збільшення висоти, надземної біомаси, площі листя рослини картоплі, а також числа та маси бульб на рослину при застосуванні листової обробки препаратом на основі силікату натрію. Ефект агрохімікату корелював з інтенсивністю водного дефіциту під час росту картоплі. Так, застосування препарату збільшувало середню масу бульби з рослини на 23% при періодичному дефіциті води в період росту картоплі та на 13% – при посузі [24].

У роботі групи вчених з Бразилії було відзначено зниження поширеності фітофторозу на картоплі на 24,7-44,2% (залежно від сорту, ярусності листя та супутнього мінерального фону) та чорної ніжки – на 47-51%, а також підвищення врожайності бульб та вмісту сухої речовини в них при чотириразовому застосуванні концентрованої стабілізованої кремнієвої кислоти (0,8% розчинного Si).

Італійські дослідники відзначили позитивний вплив на фоні засоленості на наступні показники росту та розвитку картоплі: вміст каротиноїдів, активність видалення радикалів, кількість бульб на рослину, урожай бульб та відсоток сухої речовини бульб, що відбулося під впливом некореневої обробки діоксидом кремнію та особливо наночастинками силікату.

Дослід, проведений в Індії на трьох сортах, полягав у обробці бульб картоплі ортокремнієвою кислотою та її листовому застосуванні. Аналіз даних показав, що занурення бульб у препарат перед посадкою (концентрація препарату 1 мл/л) збільшило врожайність на 15%, а позакореневе застосування – максимально на 50% залежно від дози. Збільшення врожайності було з поліпшенням фізіологічних параметрів: збільшенням вмісту хлорофілу, розміру листя, підвищенням поглинання поживних речовин. Цікаво, що відсоток приросту врожайності після позакореневого внесення кремнієвмісного препарату виявився більшим за відсутності фонових добрив, що підтверджує певну роль кремнію у поліпшенні використання поживних речовин. На додаток вчені оцінили непрямі вигоди,

пов'язані з покращенням якості бульб (зменшення кількості ростових тріщин та внутрішніх порожнин у бульбах), а також зниження захворюваності на хвороби та шкідники. Розрахунок показав, що співвідношення витрат та вигод при застосуванні препарату у дозі 4 мл/л становило приблизно 1:6.

У Нідерландах збільшення врожайності бульб на 6,2% та зниження захворюваності на рослини фітофторою було досягнуто шляхом застосування некореневого обприскування олігомерною кремнієвою кислотою [25].

Поліпшення засвоєння поживних речовин рослинами картоплі під дією некореневої обробки метасилікатом натрію було показано у досліді у Польщі. Застосування кремнію знижувало концентрацію заліза та підвищувало концентрацію міді та марганцю в бульбах картоплі раннього врожаю в умовах водного дефіциту, але не впливало на концентрацію в них цинку та бору.

Дослід у Бразилії показав збільшення площі листя картоплі та концентрації в них пігментів, швидкості фотосинтезу та транспірації добре зволжених рослин картоплі при внесенні стабілізованої кремнієвої кислоти при листовому та ґрунтовому застосуванні. При високій інтенсивності світла рослини можуть поглинати більше світлової енергії, ніж необхідно для фотосинтезу. Perezбудження хлорофілу призводить до зайвого утворення синглетного кисню, що спричиняє пошкодження, що знижують ефективність фотосинтезу за рахунок фотоінгібування. Каротиноїди здатні отримувати енергію збудження хлорофілу і цим запобігати утворенню синглетного кисню. Отже, внесення кремнію завдяки збільшенню концентрації каротиноїдів у листі картоплі покращує стан рослин при надмірній інсоляції.

Цією ж групою вчених було поставлено тепличний експеримент з метою оцінки накопичення Si, концентрації поживних речовин та пігментів, а також на газообмін та зростання рослин картоплі під дією ґрунтового та фоліарного внесення стабілізованої кремнієвої кислоти. Досвід складався з

кількох варіантів: 1 – контроль, 2 – стрес-дефіцит води без внесення Si, 3 – стрес-дефіцит води із внесенням у ґрунт розчинного Si, 4 – стрес від дефіциту води з нанесенням на листя розчинного Si. Результати показали, що внесення Si призвело до вищого його накопичення у всій рослині, причому позакореневе підживлення Si призвело до концентрації Si в листі, а обробіток ґрунту збільшив концентрацію Si у всіх частинах рослини. Кремній незалежно від способу застосування знижував вміст у тканинах перекису водню. При цьому площа листя, вміст проліну, активність каталази, суха вага бульб, концентрації хлорофілу а і каротиноїдів, співвідношення хлорофілів а: b і врожайність бульб, навпаки, збільшувалися, вирівнюючись до значень контрольних рослин, що не відчували дефіцит води. Суха маса листя і стебел концентрація фосфору в листі, активність супероксиддисмутази підвищувалися тільки при некореновому підживленні кремнієм.

Знову ж таки в Бразилії, отримані результати, що доводять пом'якшення токсичної дії алюмінію на рослини картоплі як Al-толерантної, так і Al-чутливих сортів, викликане силікатом натрію, що міститься у поживному розчині.

Ще одна група бразильських учених у низці дослідів довела інсектицидний ефект застосування кремнієвої кислоти на картоплі. Перший дослід було проведено щодо персикової попелиці (*Myzus persicae*). Були випробувані чотири варіанти обробки: 1 – позакореневе обприскування кремнієвою кислотою, 2 – ґрунтове застосування кремнієвої кислоти, 3 – позакореневе + кореневе підживлення кремнієвою кислотою, 4 – контроль. Через п'ятнадцять днів після застосування обробок оцінювали кормову перевагу попелиць залежно від способів застосування кремнієвої кислоти. Кремнієве підживлення не вплинуло на переваги попелиці, однак знизило плодючість і швидкість зростання популяції комах. Додатково було зазначено, що у листі збільшився вміст лігніну під дією як кореневої, і

некореневої обробки, а вміст дубильних речовин – лише під впливом комбінованого застосування.

У наступному досліді цими ж вченими було досліджено ефективність кремнієвої кислоти, застосованої спільно з половинною рекомендованою нормою імідаклоприду. У цьому варіанті запобігання колонізації картоплі персикової попелиці було на рівні повного дозування імідаклоприду без додавання кремнію [26].

Дещо пізніше ця ж група дослідників вивчила інсектицидну дію кремнію щодо гарбузового жука (*Diabrotica speciosa*) і листової мухи (*Liriomyza* spp.). Було протестовано п'ять варіантів: 1 – контроль, 2 – ґрунтове внесення кремнієвої кислоти, 3 – листове нанесення кремнієвої кислоти, 4 – ґрунтове внесення кремнієвого порошку, 5 – опудрювання рослин кремнієвим порошком. Обробки робили через 20 днів після посадки картоплі. Рослини, удобрені кремнієм, незалежно від способу його застосування та джерела, мали меншу кількість листя, пошкодженого шкідниками, порівняно з контрольними.

Також у Бразилії, але іншими вченими, також було проведено порівняння двох джерел кремнію (кремнієва кислота та діатомова земля) з необробленим контролем та обробкою пестицидом (ацибензолар-S-метил) з позиції їх впливу на уражаність рослин картоплі гарбузовими жуками (*Diabrotica speciosa*). Істотних відмінностей у присутності хижих жуків у надземній рослинній масі та навколишньому ґрунті за варіантами виявлено не було. Однак рослини, оброблені кремнеземом, були менш кращими для шкідників. Обприскування всіма препаратами призводило до значного збільшення діаметра та висоти рослин, не впливаючи на продуктивність. Авторами було зроблено висновок, що застосування кремнієвої кислоти, інсектициду або діатоміту рівнозначно підвищувало захист від комах та зменшувало пошкодження бульб.

У Польщі порівнювали вплив на картоплю позакореневої підживлення комплексним мінеральним добривом із мікроелементами та препаратом на основі кремнієвої кислоти. Позакореневе підживлення не мало істотного впливу на врожайність бульб, проте значно зменшило частку дрібних бульб (діаметром менше 30 мм) і збільшило частку великих бульб (діаметром понад 60 мм): у варіанті з використанням тільки кремнієвого добрива на 23%, а на варіанті з поєднанням його із комплексним добривом на 10%. Використання оцінюваних добрив не торкнулося якісних показників бульб (потемніння сирої м'якоти, рівні фосфору, калію, магнію та кальцію), але значно обмежувало накопичення нітратів у бульбах, особливо у разі поєднання комплексного добрива з кремнієвим: вміст нітратів у цій обробці був нижчим майже на 60 % [27].

Знову ж таки в Польщі дворічне некореневе застосування ортокремнієвої кислоти показало її більшу ефективність у менш сприятливий за погодними умовами рік. Загальний урожай бульб цього року збільшився загалом на 14,8%, а товарний – на 16,4% проти контрольного об'єкту, тоді як у сприятливіший рік приріст становив 5,5% і 7,7%, відповідно. Було показано також, що позакореневе підживлення випробуваним добривом дозволяло знизити внесення в ґрунт мінерального азоту: поєднання внесення 75 кг/га (по д.в.) азоту з позакореневим підживленням дало такий же врожай бульб, як і при дозі 100 кг/га азоту позакореневого підживлення Si. Позакореневе підживлення позитивно вплинуло на розмір бульб: частка бульб діаметром 50-60 мм збільшилася на 2%, а частка бульб діаметром понад 60 мм – на 4% порівняно з контрольною обробкою. На вміст крохмалю, нітратів і сухої речовини в бульбах позакореневе підживлення суттєво не вплинуло.

Цікавим є дослід, проведений у Кенії. У ньому як джерело кремнію використовували гранульований водорозчинний кремній у формі ортокремнієвої кислоти (0,4% Si) з додаванням фульвокислоти (5%). У рослин картоплі спостерігалася значно більша щільність коренів на фоні

внесення кремнію, як на глибині 0-0,3, так і на глибині 0,3-0,9 м. Незалежно від системи обробітку (три варіанти) при додаванні кремнію у значній ступеня збільшувалися такі показники: площа листової поверхні (+18-33%), вміст азоту в листі (+ 51%), вміст загальних розчинних вуглеводів (+ 110%) і проліну (+ 104-194%), електролітна провідність листа (+ 36-111%), вміст хлорофілу та води в листі. Застосування кремнію значно підвищило ефективність використання рослин води і радіації, перехоплення світла, накопичення біомаси і, як результат, індекс продуктивності земель (+ 5-21%).

Дослідження щодо вивчення впливу кремнію на картоплю вивчалось як у польових, так й в лабораторних умовах [28].

У Китаї рослини картоплі, вирощені через культуру тканин, мали більш високі пагони з більшою масою і довшим корінням за умови додавання кремнієвої кислоти в культуральне поживне середовище. Оптимальних результатів було досягнуто при витраті кремнієвої кислоти в 5 мл/л. Вплив кремнію призвело до підвищення співвідношення зв'язаної та вільної води в тканинах, збільшення вмісту хлорофілу та целюлози при одночасному зниженні інтенсивності дихання та вмісту пектину.

У ПАР *in vitro* було досліджено ефект силікату калію на розвиток патогену, що викликає фузаріозне в'янення картоплі. В декстрозний агар вносили різні концентрації силікату калію (0, 5, 10, 20, 40 та 80 мл/л агару). Це збільшувало рН розчинів з 5,2 до 8,8, 9,6, 10,2, 10,6 та 10,8, відповідно. Щоб визначити вплив фактора рН на зростання *Fusarium oxysporum*, дослідження були включені варіанти порівняння з тими ж значеннями рН, але досягнутими за допомогою гідроксиду калію. Розрахунок відсотка пригнічення *F. oxysporum* проводили через сім днів після інокуляції. У варіанті з внесенням 80 мл/л силікату калію ріст *F. oxysporum* був пригнічений на 92%, в той час як дозування 40 мл/л показало лише 5% інгібування росту. Цікаво, що при концентраціях 5, 10 та 20 мл/л зростання патогену посилювався на 44,5%, 44,5% та 30,9% відповідно. Оскільки в

контрольних варіантах з тим же рН інгібування зростання не спостерігалось, було зроблено висновок, що кремній повністю відповідає за інгібування росту патогену.

Тестування в умовах *in vitro* щодо впливу кремнію на збудника сухої гнилі картоплі (*Fusarium sulphureum*) було проведено в Китаї. Для цього конідіальну суспензію висівали на живильне середовище, що містить різні концентрації (0, 25, 50, 100, 200 мМ) силікату натрію. Силікат натрію помітно пригнічував зростання міцелію *F. sulphureum* з більшим ефектом при більш високих концентраціях (до 90% при 200 мМ на 7 день після інокуляції). Вчені відзначили порушення морфології гіф у випадках із застосуванням кремнію: спостерігалася розрідженість та спотворення міцелію, його асиметрія, скручування; нові гіфи мали шорстку поверхню, були набряклими і роздутими по краях; міцелій виглядав підірваним, зморщеним та купірованим.

Експеримент було продубльовано *in vivo*. Травмовані бульби спочатку були інокульовані суспензією *F. sulphureum*, після чого через дві години занурені в розчин із силікатом натрію в різних концентраціях (0, 25, 50, 100 та 200 мМ). Оброблені бульби зберігали за кімнатної температури. Аналіз, проведений через 30 днів після обробки, показав пряму кореляцію між концентрацією силікату натрію та посиленням його здатності контролювати суху гниль. Максимальне пригнічення склало 45% [29, 30].

У дослідженні у ПАР *in vitro* відстежили гальмування розвитку хвороб, викликаних *Phytophthora cinnamomi*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pythium* F-групи, *Mucor pusillus*, *Drechslera* sp, *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *Alternaria solumani*, *Collet. coccodes*, *Verticillium theobromae*, *Curvularia lunata* та *Stemphylium herbarum*. залежно від доз розчиненого у культуральному середовищі силікату калію: 0, 5, 10, 20, 40, 80 мл/л агару. Відсоток пригнічення патогенів позитивно корелював із дозуваннями. Дозування 80 мл/л викликало 100% блокування зростання всіх протестованих патогенів.

Розвиток *Sclerotinia sclerotiorum* та *Phytophthora cinnamomi* повністю припинявся при всіх концентраціях силікату калію, тоді як усі інші гриби лише частково пригнічувалися при концентраціях 5, 10 та 20 мл/л. Розчинний силікат калію очікувано підвищував рН агару, що використовується. Дослідження впливу рН без силікату калію показали, що зростання грибів лише частково пригнічувався при аналогічних значеннях рН. З цього було зроблено висновок, що силікат калію має інгібуючу дію на зростання грибів *in vitro* переважно за рахунок прямої фунгіцидної дії, ніж за рахунок ефекту підлужування (збільшення рН).

До протилежного висновку дійшли китайські спеціалісти. Їх результати показали, що ріст чотирьох ізолятів грибів: *Rhizoctonia solani*, *Pestalotiopsis clavispora*, *Fusarium oxysporum* та *Fusarium oxysporum* f. sp. *Fragariae* був значно пригнічений на варіантах з добавкою силікату калію. Однак, при зниженні рН середовища, модифікованого силікатом калію, до рівня немодифікованого різниці в рості грибів між двома варіантами зафіксовано не було. З цього автори зробили висновок, що пригнічення росту грибів було викликано впливом рН.

Значний інтерес є і до вивчення ефективності наночастинок кремнію [31].

У нашій країні результати вегетаційних і польових експериментів показали, що передпосадкова обробка бульб кремнеземом в наноформі на початкових етапах сприяла гальмування росту рослин, але до кінця експозиції і в вегетаційному, і в польовому досліді чинила стимулюючу дію на зростання як надземних, так і підземних органів рослин при дозі 180 мг/500 мл воли. Доза ж у 360 мг/500 мл води виявилася інгібуючою. Розрахований на основі ростових характеристик індекс толерантності загалом був більшим для кореневої системи, ніж для паростків. Автори пояснюють це тим, що у бульби картоплі процес проростання починається з вічок, майбутніх паростків, які є первинною «мішенню» [32].

У Туреччині в експерименті з картоплею, що вирощується в культурі без ґрунту, отримали дані про значне поліпшення швидкості фотосинтезу, ефективність використання води, провідність мезофілу, вміст каратиноїдів, хлорофілу а і b, співвідношення a:b, видалення радикалів DPPH, загального фенолу, врожайності під впливом листової підживлення нанокремнієм. При цьому швидкість транспірації рослин, оброблених кремнієм, за даними вчених, знизилася.

У дослідженні в Саудівській Аравії в умовах *in vitro* та теплиці два сорти картоплі піддавали обробкам NaCl у дозуваннях 50 та 100 мМ та наночастинками SiO₂-NPs у дозуваннях 50 та 100 мг/л з метою оцінки впливу кремнію на солестійкість. Додавання NaCl у середовище індукувало значне зниження більшості ознак зростання порівняно з контролем: спостерігалось погіршення поглинання води, протидія поглинання основних елементів живлення, руйнування мембранних структур. Включення в середовище SiO₂-NPs у нижчій концентрації знижувало згубний ефект засолення. При цьому SiO₂-NPs у дозі 100 мг/л у поєднанні з кожним з дозувань NaCl надавав токсичну дію на рослини картоплі.

У Єгипті також отримані дані, що підтверджують пом'якшення негативного впливу засолення ґрунту, на зростання рослин картоплі, фізіологію та врожайність бульб у відповідь на застосування наночастинок Si, Zn, B та цеоліту (одиначне та комбіноване). Діючи як самотійно, так і спільно, ці компоненти значно посилювали утримання води та споживання поживних речовин, збільшували фотосинтетичні параметри, індукували ферментативну антиоксидантну активність у рослинах картоплі, що зазнали впливу солі. Ці ефекти сприяли вищій толерантності до засолення, що сприяло зростанню врожайності. Найвищі показники було отримано при комбінуванні активних компонентів. З варіантів з поодиноким застосування досліджуваних компонентів краще за інших проявив себе варіант з використанням цеоліту.

У дослідженні, проведеному у Польщі, було протестовано вплив чотирьох різних сполук кремнію (нанокремнію, силікату натрію, наноглини та бентоніту) у двох концентраціях (1 та 2 г/л) на зростання рослин картоплі. Всі сполуки, за винятком силікату натрію, покращували суху вагу листя (до 18% при застосуванні бентоніту 1 г/л) та збільшували діаметр стебла (до 17% у варіанті з наноглиною та бентонітом 1 г/л). Площа коренів була покращена у всіх випадках із кремнієвим добривом (максимально до 54% при застосуванні силікату натрію 1 г/л). Хоча обробка кремнієм не вплинула на врожай бульб, їх якісні характеристики були покращені порівняно з контролем.

Ще один вид кремнієвмісних сполук, що поступово набирає популярності, це кремнійорганічні сполуки.

Наприклад, в Україні, на Рівненщині, були протестовані кремнегумінові препарати з погляду його впливу на врожайність картоплі та зміну ґрунтових характеристик. Препарати застосовували для обробки бульб та дворазового некореневого підживлення вегетуючих рослин картоплі. Було показано, що агрохімікати сприяли підвищенню врожайності картоплі переважно через збільшення маси товарних бульб. Збільшення врожайності в середньому за три роки становило 4,5-10,6% залежно від марки препарату. При використанні препаратів кількість рухомого фосфору збільшилась у середньому на 9-19 мг/кг ґрунту [33].

У Кіровоградській області збільшенню врожайності картоплі (плюс 6 ц/га або 17,2%) та стримуванню розвитку фітофторозу (на 21-37%) у вегетаційний сезон та зниженню ураження фітопатогенами при зберіганні (на 22% при оцінці через 6 місяців) сприяло листове застосування органомінерального препарату, що представляє комплекс метасилікату калію з гуматами.

Кремнійорганічна сполука на основі деревно-лігноцелюлозного комплексу (LSi) випробовували в Латвії. З'ясували, що LSi має сприятливу

дію на врожайність та якість бульб при використанні для передпосадкової обробки бульб картоплі в низьких нормах внесення (20-40 кг/га): порівняно з контролем додаткова врожайність склала 18-20%. При цьому вміст сухої речовини та крохмалю збільшився на 18%, а вміст нітратів у бульбах знизився у 1,6 рази.

Підсумовуючи, можна сказати, що результати значної кількості експериментів з використанням різних видів кремнієвих добрив, очевидно, демонструють роль кремнію в поліпшенні росту та розвитку, врожайності картоплі та її якості. При цьому здатність кремнію пригнічувати поглинання важких металів, покращувати метаболізм культур, підвищувати стійкість до надмірного засолення, посухи, атак патогенів представляє значні можливості для вдосконалення виробництва сільськогосподарських культур, підвищення економіки та екології вирощування, у тому числі за рахунок зниження норм витрати основних добрив та ЗЗР.

Знання про користь кремнієвих підживлень мають бути доступні не тільки науковим фахівцям, але й мають бути переведені в практичну площину та набути широкого поширення. Кремнієві добрива повинні зайняти гідне місце в інтегрованій системі живлення та захисту картоплі. При виборі способів застосування та доз кремнієвих добрив поряд з їхньою технологічністю та ефективністю, необхідно враховувати відсутність у них забруднюючих речовин.

Майбутня мета науки полягатиме в генетичному маніпулюванні поглинання кремнію для покращення врожайності та якості бульб, а також здатності картоплі долати стреси. Цей перспективний напрямок дозволить вийти на новий рівень сталого та адаптивного землеробства.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт та предмет досліджень

Мета досліджень – вивчити ріст, розвиток та продуктивність перспективних вітчизняних сортів картоплі в залежності від способів застосування мікродобрив з вмістом кремнію в умовах Степу України.

Завдання досліджень:

1. Виявити вплив роздільного та комплексного застосування (клубнів або бадилля) різних кремнієвмісних препаратів на: ріст та розвиток рослин картоплі; площу листової поверхні та фотосинтетичну діяльність; фракційний склад урожаю бульб; лежкість у осінньо-весняний період.

2. Виявити найбільш ефективні мікродобрива та способи внесення добрива за комплексом господарсько цінних ознак та економічно обґрунтувати систему мінерального живлення з кремніємісткими агрохімікатами.

Методологія та методи дослідження. Методологічною основою експериментальних досліджень послужило вивчення та глибокий аналіз джерел наукової літератури вітчизняних та зарубіжних авторів з тематики, що вивчається, розробка мети та завдань дослідження. При постановці та проведенні польових та лабораторно-аналітичних досліджень керувалися загальноприйнятими методиками. Статистична обробка результатів проведена методом дисперсійного аналізу на ПЕОМ з використанням програми Excel CXSTAT.

2.2 Умови проведення досліджень

ТОВ «Присамар'є» розташоване в селищі Піщанка Новомосковського району Дніпропетровської області. Відстань до районного центру, міста Самар, становить 12 км, а до обласного центру, міста Дніпро, – 45 км.

Загальна площа земельного фонду господарства становить 943 гектари, з яких 906 гектарів використовується під рілля. У структурі посівів основними культурами є озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза на зерно, ріпак, картопля та соняшник.

У районі діяльності господарства основними ґрунтоутворюючими породами є буро-палеві леси, які характеризуються відносною пухкістю та карбонатністю.

Таблиця 1

Агрохімічна характеристика основних типів ґрунтів господарства

Ґрунт гранулометричний склад	Площа, га	Глибина орного шару, см	рН соляної витяжки	Вміст гумусу, %	Вміст мг/100 г ґрунту		
					N	P	K
Чорнозем звичайний глинистий	720	32	7,41	3,81	2,0	8,1	13
Чорнозем звичайний легкосуглинистий	75	32	6,92	2,75	1,7	7,1	12
Чорнозем звичайний важкосуглинистий	120	32	6,74	2,92	2,2	6,9	14

Переважну частину ґрунтів становлять звичайні малогумусні чорноземи з неглибоким профілем, які займають близько 70% території. Приблизно 25% площі представлено слабкоеродованими чорноземами. Решта (приблизно 5%) включає середньо- та сильноеродовані чорноземи, намиті ґрунти, а також лучно-чорноземні ґрунти.

Такий ґрунтовий склад забезпечує сприятливі умови для вирощування основних сільськогосподарських культур, але вимагає впровадження заходів для захисту ґрунтів від ерозії та збереження їх родючості.

Геологічна будова території землекористування господарства має характерні особливості. У підґрунті знаходяться граніти та граніто-гнейси, що формують основу Українського кристалічного щита. Ці породи покриті шарами мілкозернистих кварцових пісків, товщина яких варіюється від 5 до 25 метрів. Над ними розташовуються червоно-бурі глини, багаті на гіпс, що створюють важливий водоутримувальний шар.

На глинах залягає шар пористого бурувато-палевого карбонатного лесу, який містить значну кількість карбонатів. Цей лес вирізняється відсутністю шкідливих для рослин солей і має оптимальні фізико-хімічні властивості для розвитку агроecosystem.

Ґрунтові води залягають на глибинах 11–18 метрів на вододілах і схилах. Основним джерелом зволоження ґрунтів є атмосферні опади, які забезпечують водний баланс для сільськогосподарських культур.

Ґрунтоутворюючі породи в господарстві представлені пухкими карбонатними лесами, які створюють сприятливі умови для формування родючих ґрунтів. Така будова сприяє вирощуванню різноманітних культур за умови дотримання заходів щодо збереження ґрунтового покриву та його родючості.

Клімат району характеризується помірно-теплим типом із нестійким і недостатнім зволоженням. За багаторічними спостереженнями середньорічна температура повітря становить 8,1°C, а середня річна кількість опадів досягає 472 мм. Основна частина опадів (близько 68% річної норми) випадає в теплий період року, який триває з квітня по жовтень.

Особливістю теплого сезону є зливовий характер дощів, що значно знижує їх корисність для сільськогосподарських культур через нерівномірний розподіл вологи. Крім того, висока температура повітря в цей

період і низька відносна вологість сприяють значним втратам води через випаровування. Це створює певні виклики для збереження продуктивної вологи в ґрунті, вимагаючи раціонального використання ресурсів і впровадження заходів з оптимізації водного режиму.

Таблиця 2

Сума атмосферних опадів та розподіл їх по місяцях

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
2022 рік	33	22	45	39	21	60	58	17	32	50	32	37	446
2023 рік	34	32	38	45	22	50	17	45	27	48	70	28	456
Середня багаторічна	26	29	32	42	41	59	59	44	31	31	31	37	472

Для досягнення високої врожайності культур важливо забезпечити достатню кількість вологи в ґрунті протягом ключових фаз їх розвитку. Оптимальний рівень зволоження в ці етапи є критичним для забезпечення повноцінного росту рослин і формування якісного врожаю.

Дані про середньорічні температури повітря наведені в таблиці 3, що дозволяє оцінити кліматичні умови та їхній вплив на вирощування культури.

Таблиця 3

Середньомісячні і середньорічні температури повітря

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2022 рік	0,3	-6,5	6,6	13,5	13,7	17,6	25,7	22,3	16,3	8,5	1,4	-2,9
2023 рік	-8,6	-1,6	1,8	16,6	14,6	18,5	22	22	14	8,1	2	0,8
Середня багаторіч.	-6,3	-5,9	-0,6	7,8	15,3	18,6	21,4	20,4	14,7	8,3	1,5	-3,9

Згідно з даними таблиці, середньорічна температура повітря становить 7,4°C, з сезонними коливаннями від -6,5°C у січні до +21,2°C у липні. Абсолютний мінімум температури досягає -35°C, а максимум +39°C,

що свідчить про можливість вимерзання озимих культур у безсніжні зими та ризик підгорання рослин у посушливі літні періоди. У лютому на глибині кушніння озимих фіксується мінімальна температура $-16,3^{\circ}\text{C}$.

Промерзання ґрунту зазвичай розпочинається наприкінці листопада або на початку грудня, середня глибина промерзання складає 59 см. Весняні заморозки зазвичай закінчуються в першій декаді травня, а осінні починаються в першій декаді жовтня.

Вегетаційний період триває близько 207 днів — з квітня до листопада. Відносна вологість повітря помітно варіюється: влітку вона становить 44–50%, а в окремі дні знижується до 30%, що сприяє інтенсивному випаровуванню вологи та формуванню суховіїв.

Переважними напрямками вітрів є східні та південно-східні, які часто приносять сухе й тепле повітря, сприяючи посухам.

Середня дата початку польових робіт — 29 березня, з можливими відхиленнями: найраніший початок зафіксований 14 березня, найпізніший — 12 квітня. Завершення робіт відбувається в середньому 22 жовтня, але можливі строки варіюються від 30 вересня до 12 листопада.

Кліматичні умови загалом сприятливі для вирощування основних сільськогосподарських культур, хоча вимагають адаптації технологій для зменшення ризиків, пов'язаних із заморозками, посухами та суховіями.

2.3. Оцінка господарської та економічної ефективності системи землеробства господарства

Земельний фонд господарства охоплює загальну площу в 943 га, з яких 906 га займає рілля, 20 га відведено під лісосмуги, а 12 га — під пасовища.

Деталізована структура посівних площ відображена в таблиці 4, що дозволяє оцінити розподіл земель за сільськогосподарськими культурами. Такий розподіл забезпечує ефективне використання земельних ресурсів і підтримання екологічного балансу.

Таблиця 4

Структура посівних площ в ТОВ «Присамар'є»

Культура	2024 рік	
	Площа, га	% до ріллі
Озимі:	250	27,6
Пшениця	250	27,6
Ярі:	360	39,7
Ячмінь	150	16,6
Горох	120	13,2
Кукурудза на зерно	90	9,9
Технічні:	296	32,7
Соняшник	250	26,6
Картопля	46	6,1
Всього	906	100

Аналіз структури посівних площ свідчить, що основну частину займають озимі та ярі зернові культури, що забезпечує стабільне отримання зернової продукції. Близько 30% площ виділено під технічні культури, що відповідає агрокліматичним умовам регіону та потребам господарства. Така структура посівів є оптимальною для ефективного використання земель у даній зоні вирощування сільськогосподарських культур.

У господарстві реалізується одна польова сівозміна, яка забезпечує раціональний розподіл культур у сівозмінному циклі, сприяє збереженню родючості ґрунту та стабільній врожайності.

Польова сівозміна:

1. Горох
2. Пшениця озима
3. Кукурудза на зерно
4. Соя
5. Пшениця озима
6. Картопля

7. Ячмінь ярий
8. Ріпак озимий
9. Соняшник

Дані щодо ефективності господарської діяльності підприємства відображені в таблиці 5.

Таблиця 5

Порівняльна економічна ефективність виробництва продукції
рослинництва в ТОВ «Присамар'є» за 2024 р.

Показники	Культури				
	Озима пшениця	Кукурудза на зерно	Соняшник	Соя	Ячмінь
Посівна площа, га.	250	90	250	120	150
Врожайність, ц/га.	27,4	35,8	26,6	17,1	21,4
Валовий збір, ц.	6850	3222	3990	2052	3210
Вироблено валової продукції, тис. грн.	5480	2577,6	7980	2462,4	1926
Виробничі витрати, тис. грн.	4200	1500	1800	1300	1774
Витрати праці, тис. чол. -год.	14	8	9	5	13
Отримано валової продукції, грн.: - на 1 га.	21920	28640	53200	20520	12840
-на 1 грн. виробничих витрат	16,8	16,7	12,0	10,8	11,8
-на 1 чол. -год	391,4	322,2	886,7	492,5	148,2
Чистий прибуток, усього, тис. грн.	1280	1077,6	6180	1162,4	152
-на 1 га, грн.	5,12	11,97333333	41,2	9,6867	1,0133
Рівень рентабельності, %	30,5	71,8	343,3	89,4	8,6

Як видно з таблиці, найбільш рентабельними культурами в умовах господарства є соняшник та соя.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Агротехніка вирощування картоплі відповідає зональним рекомендаціям. Навесні проводили культивування зябу (МТЗ-80/82, КПС-4), перед нарізкою гребенів (КОН-2,8). Мінеральні добрива вносили локально при нарізанні гребенів – нітроамофоску в дозі N90P90K90. Посадка бульб проводилася в попередньо нарізані гребені саджалкою (КСКН-4) на глибину 6-8 см. Маса насінневого матеріалу – 50-70 г. Далі – два довсходові боронування (МТЗ-80/82, КОН-2,8 ПМ), дві післясходові культивування (МТЗ-80/82, КОН-2,8) та одне підгортання перед змиканням бадилля (МТЗ-80/82, КОН-2,8 ПМ).

Передпосадкову обробку бульб проводили за 2-3 дні до посадки картоплі з ранцевого обприскувача розчинами мікродобрив згідно зі схемою дослідження.

Некореневе обприскування рослин проводили з ранцевого обприскувача розчинами мікродобрив, згідно зі схемою дослідження, у фазу повних сходів та у фазу бутонізації – початку цвітіння картоплі.

Під час вегетації рослин картоплі проводилося обприскування бадилля (МТЗ-80/82, ОН-600) інсектицидами та фунгіцидами. Проти личинок колорадського жука застосовували препарати: Регент, 20 г/га; Актара, ВДГ, 60 г/га; Біська, МД, 200 мл/га. Проти фітофторозу застосовували системні препарати: Інфініто 1,4 л/га, Рідоміл Голд – 2,5 кг/га, Сектин Феномен 1,0 кг/га та контактні препарати: Дитан М-45, Манкоцеб, СП – 1,2-1,6 кг/га. Посадки картоплі на досліді оброблялися гербіцидами: Лазуріт, Зенкор 1,5 л/га (до сходів) та Тітус 50 г/га + ПАР Тренд-90 200 г/га (на сходах).

Схема дослідження

Фактор А – сорти картоплі: Фактор (середньо-ранній), Княгиня (середньо-стиглий);

Фактор В – способи обробки мікродобривами: без обробки, обробка бульб перед садінням, обробка по вегетації під час повних сходів і в період бутонізації-початку цвітіння рослин;

Фактор С – кремнієвмісні мікродобрива: Гумат+Кремній (5-7% Si), Авангард Кремній Біо (14% Si), Квантум Аква Сил (20% Si).

При постановці досліду проводили обліки та спостереження.

Агрохімічна оцінка ґрунту до внесення добрив: гумус, загальний азот, P_2O_5 і K_2O , рівень рН.

Метеодані за даними приватного метеопосту господарства.

Біометричні показники (вимір висоти рослин, кількість стебел на кущ, площа асиміляційної поверхні листя) визначали у фазу цвітіння за «Методикою проведення агротехнічних дослідів, обліків та спостережень на культурі картоплі».

Облік площі асиміляційної поверхні листя – методом висікання за допомогою свердла (або пробійника) певного радіусу.

Розрахунок фотосинтетичного потенціалу – за методикою А.А. Нічипорович та ін.

Урожай та його структуру (товарність) визначали вручну з 10 типових рослин на ділянці (або 30 рослин з варіанта) та зважуванням бульб по фракціях: дрібна фракція – бульби по поперечному діаметру менше 28-30 мм; середня (насіньова) – від 28-30 до 60 мм за поперечним діаметром; продовольча – бульби поперечного діаметру понад 60 мм.

Економічну ефективність результатів досліджень визначали згідно існуючих методичних рекомендацій.

Математична обробка даних урожаю – методом дисперсійного аналізу на ПЕОМ з використанням додатка до Excel CXSTAT.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Інтенсивний ріст та розвиток рослин картоплі визначають високу врожайність культури. Тому в агрономічній практиці вся діяльність спрямована на створення оптимальних умов росту та розвитку с.-г. культур, які можна регулювати, впливаючи на ті чи інші керовані фактори. У нашому досліді було зазначено, що вплив кремнієвмісних мікродобрив на ріст та розвиток картоплі виявлялося у всі роки проведення досліджень.

За роками максимальні показники розвитку надземної маси картоплі та маси бульб обох сортів спостерігалися у більш вологому 2023 році, мінімальні значення відзначені у посушливому 2024 (таблиця 6).

У середньому за два роки більш суттєві та близькі величини зростання маси бульб від дії Si-мікродобрив відзначені за сортом Княгиня від дії всіх препаратів 60-81 г/кущ або 10,1-13,6% (обробка бульб) та 74-90 г/кущ або 12,4-15,1% (обприскування бадилля). По сорту Фактор використання віх препаратів призвело до прибавки 50-59 г/кущ або 8,8-10,4% при обробці бульб і 60-71 г/кущ або 10,6-12,5% при обприскуванні бадилля.

У середньому за два роки більш суттєві та близькі величини зростання маси бадилля від дії Si-мікродобрив відзначені від дії препаратів Авангард Кремній Біо та Квантум Аква Сил незалежно від сорту та способу обробки. Зростання маси бадилля у варіантах з цими мікродобривами склало при обробці бульб сорту Княгиня - 14-63 г/кущ або 3,8-16,4%, сорту Фактор - 16-53 г/кущ або 4,0-13,1%; при некореновому обприскуванні рослин сорту Княгиня – 16-66 г/кущ або 4,5-17,4%, сорту Фактор – 21-63 г або 5,2-15,4% до значень контрольних варіантів. На обох сортах перевага за темпами збільшення біомаси бадилля залишалася за 2-х кратним некореновим обприскуванням у порівнянні з передпосадковою обробкою бульб.

Таблиця 6

Вплив мікродобрив на біометричні показники росту і розвитку рослин картоплі в досліді, середнє 2023-2024 рр

Спосіб обробки	Мікродобриво	Висота, см	Кі-ть стебел, шт/кущ	Маса бадилля, г/кущ	Площа листя, тис м ² /га	Кількість бульб, шт/кущ	Маса бульб, г/кущ
Сорт Княгиня							
Контроль		63	3,9	388	25,8	13,9	597
Обробка бульб	Гумат-Кремній	67	4,0	415	27,6	14,4	658
	Авангард Кремній Біо	69	4,0	432	28,8	14,5	676
	Квантум Аква Сил	70	4,1	451	30,3	14,9	679
Обробка рослин	Гумат-Кремній	69	4,0	426	28,4	14,8	672
	Авангард Кремній Біо	71	4,2	443	29,5	15,4	681
	Квантум Аква Сил	72	4,2	454	30,2	15,4	688
Сорт Фактор							
Контроль		62	3,5	413	27,5	11,5	571
Обробка бульб	Гумат-Кремній	67	3,9	442	29,6	12,7	623
	Авангард Кремній Біо	69	4,0	454	30,3	13,2	631
	Квантум Аква Сил	70	4,0	464	30,9	13,1	622
Обробка рослин	Гумат-Кремній	70	3,9	444	29,6	13,0	632
	Авангард Кремній Біо	73	4,0	457	30,4	13,3	638
	Квантум Аква Сил	74	4,0	470	31,3	13,2	643

У середньому за два роки збільшення кількості бульб на одну рослину від дії мікродобрив за сортом Княгиня становило 0,4-1,3 шт./кущ або 3,6-10,1% при обробці бульб та 0,4-1,5 шт./кущ або 3,6-11,3% при обприскуванні бадилля; за сортом Фактор - 0,4-1,6 шт./кущ або 3,8-14,6% при обробці бульб і 1,1-2,3 шт./кущ або 9,3-20,6% при обприскуванні бадилля.

Площа листя за сортом Княгиня загалом за сезон 2023 року була приблизно в 1,2-1,4 рази більшою порівняно з її величиною в менш сприятливому 2024 році.

У 2023 році збільшення площі листя на сорті Княгиня при обробці бульб мікродобривами становило 1,3-6,1 тис. м²/га або 4,5-20,1%, при некореновому обприскуванні - 2,1-6,5 тис. м²/га або 7,1-20,8%; на сорті Фактор під час обробки бульб – 1,5-5,3 тис. м²/га або 5,1-16,7%, при некореновому обприскуванні - 2,1-5,7 тис. м²/га або 6,1-18,1% відносно контролю. Усі застосовані препарати забезпечили достовірне зростання відповідного показника.

Червнева та липнева посуха 2024 року призвела до формування нижчої площі листя на обох сортах картоплі щодо значень 2023 року. На сорті Княгиня від застосування мікродобрив вона збільшувалася під час обробки бульб на 0,5-3,1 тис. м²/га або 2,5-13,1%, при некореновому обприскуванні – на 1,1-3,7 тис. м²/га або 4,0-15,3%; на сорті Фактор під час обробки бульб – на 0,5-3,1 тис. м²/га або 2,2-12,3%, при некореновому обприскуванні – на 1,1-3,7 тис. м²/га або 3,8-14,6% до контролю. Достовірні збільшення цього року і на сорті Княгиня, і на сорті Фактор були на варіантах з використанням всіх препаратів.

Роботами вітчизняних та зарубіжних вчених встановлено, що врожайність картоплі визначається розмірами листової поверхні та тривалістю її роботи, тобто. фотосинтетичним потенціалом (ФП) За даними Ничипоровича оптимальним значенням ФП є 2,2-3,0 млн. м²/га на добу, середнім – 1,0-1,5 млн. м²/га добу та поганим – 0,5-0,7 млн. м²/га на добу.

Фотосинтетичний потенціал посадок картоплі складається з величини та тривалості роботи асиміляційної поверхні листя. У 2023 році тривалість періоду активної вегетації рослин картоплі: від сходів до збирання склала 74 дні, а в 2024 році – 69 днів, що також вплинуло на величину ФП (таблиця 7).

У нашому досліді максимальний фотосинтетичний потенціал за два роки було досягнуто у 2023 році. На сорті Княгиня його величина сягала 2,59-2,62 млн. м²/га на добу на варіантах з препаратом Квантум Аква Сил; за сортом Фактор сягала 2,57-2,69 млн. м²/га добу на варіантах з препаратами

Авангард Кремній Біо та Квантум Аква Сил (обидва способи обробки), що є практично оптимальним значенням.

Таблиця 7

Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу сортів картоплі в досліді залежно від мікродобрив

Спосіб обробки	Мікродобриво	ФП, млн. м ² /га доба		ЧПФ, г/м ² доба		Окупність 1 тис. од. ФП кг бульб	
		2023	2024	2023	2024	2023	2024
Сорт Княгиня							
Контроль		2,15	1,67	1,64	2,86	16,3	10,7
Обробка бульб	Гумат-Кремній	2,32	1,76	3,53	1,95	16,4	11,9
	Авангард Кремній Біо	2,42	1,83	3,46	2,03	16,2	11,9
	Квантум Аква Сил	2,58	1,88	3,40	1,90	15,5	11,2
Обробка рослин	Гумат-Кремній	2,49	1,76	3,47	1,80	16,7	11,4
	Авангард Кремній Біо	2,51	1,83	3,42	1,79	16,5	11,0
	Квантум Аква Сил	2,61	1,88	3,20	1,80	15,8	11,0
Сорт Фактор							
Контроль		2,27	1,76	2,51	2,02	14,7	11,6
Обробка бульб	Гумат-Кремній	2,45	1,84	2,41	2,09	15,1	11,8
	Авангард Кремній Біо	2,56	1,87	2,34	2,08	15,1	11,9
	Квантум Аква Сил	2,58	1,95	2,36	1,94	14,3	11,2
Обробка рослин	Гумат-Кремній	2,49	1,83	2,41	2,12	15,2	11,5
	Авангард Кремній Біо	2,61	1,87	2,34	1,94	15,2	11,2
	Квантум Аква Сил	2,65	1,99	2,34	1,93	14,5	11,1

По обох сортах, що вивчаються, ФП збільшувався в залежності від мікродобрив. По сорту Княгиня у 2023 р. зростання показника щодо контролю при обробці бульб складало інтервал 4,5-20,6%, при некореновому обприскуванні – 7,3-21,1%; у 2024 році при обробці бульб – 2,2-13,4%, при некореновому обприскуванні – 4,0-15,8%.

Зростання величини ФП на сорті Фактор теж було залежним від мікродобрив: у 2023 р. при обробці бульб – на 4,5–16,5%, при некореновому обприскуванні – на 6,0–17,8%; у 2024 році при обробці бульб – на 2,1–12,3%, при некореновому обприскуванні – на 3,7–14,5% відносно контролю.

У середньому за два роки збільшення ФП в діапазоні препаратів Si-мікродобрив складо за сортами: Княгиня при обробці бульб / бадилля - на 0,05-0,32/0,08-0,31 млн. м²/га на добу або на 3,1-17,9/4,8-17,2%; Фактор при обробці бульб/бадилля – на 0,07-0,24/0,09-0,29 млн. м²/га добу або на 3,9-12,5/5,0-15,0%. Мінімальні величини зростання ФП відповідали варіантам із препаратом Гумат-Кремній, а максимальні – препаратам Авангард Кремній Біо та Квантум Аква Сил (0,8-1,2%).

Ще один показник фотосинтетичної діяльності посадок – чиста продуктивність фотосинтезу (ПВФ) – показує накопичення сухої речовини у біомасі бульб у грамах за певний проміжок часу, віднесений до одиниці листової поверхні.

У середньому за два роки ПВФ у рослин сорту Княгиня максимально відрізнялися від контролю варіанти з препаратами Авангард Кремній Біо та Квантум Аква Сил (по бульбах / бадиллю) знаходилася в діапазоні 2,67-2,90/2,62-2,77 г/м² на добу. У рослин сорту Фактор вище контролю були лише варіанти з препаратами Гумат-Кремній та Авангард Кремній Біо застосованих по бульбах – 2,54-2,55 та у варіанті з обприскуванням вегетуючих рослин мікродобривом Гумат-Кремній – 2,56 г/м² на добу.

Індекс листової поверхні у всі роки досліджень демонстрував ріст залежно від мікродобрив по кожному із сортів. На сорті Княгиня ІЛП збільшувався в середньому за роки досліджень до 267-303 незалежно від способу обробки. На сорті Фактор ІЛП зростав до 2,78-3,11 при обробці бульб та до 2,85-3,18 при обробці бадилля. Утворення плато значень чи низхідна спрямованість показника фіксувалося по препарату Квантум Аква

Сил, що свідчить про формування площі листя, яка може працювати неефективно.

Чим більше витрачається ресурсів на збільшення врожаю, тим нижча окупність ФП внаслідок того, що вегетативна маса, що нарощується, і листова поверхня не можуть мати 100% ефективність.

У середньому за два роки окупність ФП урожаєм бульб сорту Княгиня була найвищою порівняно з контролем на варіантах з передпосадковою обробкою насіннєвого матеріалу мікродобривами Гумат-Кремній та Авангард Кремній Біо – 14,3 кг/1 тис. од. ФП, а також на варіанті з некореневим обприскуванням рослин препаратом Гумат-Кремній – 14,1 кг. Окупність сорту Фактор в середньому за два роки була найбільш високою на варіантах з мікродобривом Гумат-Кремній (обидва способи застосування).

Фізіологічні можливості рослин визначаються структурною та біохімічною організацією пігментного апарату. Зміни у кількісному вмісті фотосинтетичних пігментів ведуть до зміни фотохімічних показників, які корелюють із господарським урожаєм культур. Добре сформований фотосинтетичний апарат рослин забезпечує активний синтез вуглеводів, від яких залежить формування бульб.

Максимум вмісту хлорофілів та каротиноїдів відзначається у фазі бутонізації. Найвищими концентраціями хлорофілів відрізняються листя середнього та верхнього ярусів. У період формування маси бульб листя містить у 2-3 рази менше пігментів, що свідчить про зниження швидкості їхнього оновлення.

Вміст хлорофілів у листі картоплі сортоспецифічний. Мінімальний вміст хлорофілів відмічено у примітивних культурних видів. Встановлено тісний зв'язок між вмістом хлорофілів у листі та крохмалистістю бульб.

Детальні дослідження пігментного фонду різних культурних рослин виявили, що співвідношення вмісту хлорофілів до каротиноїдів є показником

стійкості до зовнішніх несприятливих факторів і може бути оцінкою екологічної пластичності та прогнозування продуктивності агроценозів.

Одним із факторів, що впливають на фотосинтез, є мінеральний фон. Кремнієві препарати давно отримали позитивну оцінку завдяки їхньому впливу на стресостійкість та врожайність різних сільськогосподарських культур. Практичні спостереження показують, що кремній поряд з основними елементами живлення впливає на ряд фізіологічних параметрів рослини: під його впливом формується потужніша коренева система, збільшується площа листя, зростає кількість цінних компонентів у плодах тощо. Багато роботах відзначено і позитивний вплив різних кремнієвих препаратів на вміст пластидних пігментів у картоплі.

Водний стрес є лімітуючим фізіологічним фактором, що перешкоджає вирощуванню картоплі у багатьох країнах світу. Зростання та розвиток картоплі, накопичення врожаю бульб значною мірою залежить від вологості ґрунту. Ця залежність у картоплі виражена набагато сильніше, ніж в інших видів сільськогосподарських культур. Одним із пояснень сильної чутливості картоплі до посухи може бути велика площа листової поверхні та відносно поверхневе розташування кореневої системи.

У роки проведення досліджень деякі інтервали вегетації (липень 2023, 2024 рр.) характеризувалися спекою та посухою, що дало змогу провести визначення водоутримуючої здатності листя.

На момент проведення досліджень у 2023 році (8 липня) відсутність опадів фіксувалася протягом майже 12 днів (у цей період сумарно випало менше 2 мм опадів). На момент проведення аналізу у 2024 році (4 липня) ситуація складалася ще більш напружено: опадів не було протягом 22 днів (сумарно 0,4 мм).

За результатами двох років встановлено зниження дефіциту вологості листя, що синонімічно підвищенню водоутримуючої здатності листя, обох

сортів картоплі, як від передпосадкової обробки бульб, так і від некореневих обприскування Si агрохімікатом у дозах, що зростають (таблиця 8).

Дефіцит вологості листя сорту Княгиня у середньому за 2023-2024 роки. у контрольних варіантах без обробки Si-агрохімікатом становив 8,5%. У випадках з обробкою бульб цей показник знижувався до 6,6-7,6%, найменший дефіцит вологи відмічений у варіанті з дозуванням 0,6%. У варіантах з обприскуванням листя зниження дефіциту вологи було ще суттєвішим – до 4,5-6,7%, найменша величина відзначена у варіанті з максимальною дозою препарату (1,2%) Водний стрес є лімітуючим фізіологічним фактором, що перешкоджає вирощуванню картоплі у багатьох країнах світу. Зростання та розвиток картоплі, накопичення врожаю бульб значною мірою залежить від вологості ґрунту. Ця залежність у картоплі виражена набагато сильніше, ніж в інших видів сільськогосподарських культур. Одним із пояснень сильної чутливості картоплі до посухи може бути велика площа листової поверхні та відносно поверхневе розташування кореневої системи.

У роки проведення досліджень деякі інтервали вегетації (липень 2023, 2024 рр.) характеризувалися спекою та посухою, що дало змогу провести визначення водоутримуючої здатності листя.

На момент проведення досліджень у 2023 році (9 липня) відсутність опадів фіксувалася протягом майже 12 днів (у цей період сумарно випало менше 2 мм опадів). На момент проведення аналізу у 2024 році (3 липня) ситуація складалася ще більш напружено: опадів не було протягом 22 днів (сумарно 0,4 мм).

За результатами двох років встановлено зниження дефіциту вологості листя, що синонімічно підвищенню водоутримуючої здатності листя, обох сортів картоплі, як від передпосадкової обробки бульб, так і від некореневих обприскувань кремнієвмісними мікродобривами (таблиця 8).

Таблиця 8

Вплив мікродобрив на дефіцит вологозабезпеченості листя картоплі

Спосіб обробки	Мікродобриво	Дефіцит вологи листя, %		
		09.07.2023	03.07.2024	середнє
Сорт Княгиня				
Контроль		7,0	9,7	8,4
Обробка бульб	Гумат-Кремній	5,7	7,3	6,5
	Авангард Кремній Біо	6,6	7,5	7,1
	Квантум Аква Сил	6,9	7,9	7,4
Обробка рослин	Гумат-Кремній	4,1	6,8	5,5
	Авангард Кремній Біо	3,9	6,2	5,1
	Квантум Аква Сил	3,2	5,6	4,4
Сорт Фактор				
Контроль		6,9	8,6	7,8
Обробка бульб	Гумат-Кремній	6,6	6,9	6,8
	Авангард Кремній Біо	6,4	6,7	6,6
	Квантум Аква Сил	5,9	6,2	6,1
Обробка рослин	Гумат-Кремній	4,3	6,8	5,6
	Авангард Кремній Біо	3,7	6,2	5,0
	Квантум Аква Сил	3,5	4,9	4,2
НІР		0,8	1,7	

Дефіцит вологості листя сорту Княгиня у середньому за 2023-2024 роки у контрольних варіантах без обробки мікродобривами становив 8,4%. При обробці мікродобривами бульб перед садінням цей показник знижувався до 6,5-7,4%, найменший дефіцит вологи відмічений у варіанті з препаратом Гумат-Кремній. На варіантах з обприскуванням листя зниження дефіциту

вологи було ще суттєвішим – до 4,4-5,5%, найменша величина відзначена на варіанті використання препарату Квантум Аква Сил.

Урожайність є найважливішим інтегрованим показником ефективності вирощування будь-якої сільськогосподарської культури. Урожайність картоплі складається з двох складових – це густота стояння рослин та продуктивність одного куща. Густота стояння рослин визначається технологією вирощування та, в першу чергу, густиною посадки. Продуктивність одного куща залежить від сортових особливостей культури, технології вирощування, ґрунтово-кліматичних умов.

В умовах відносно сприятливого клімату 2023 року у першій половині вегетації (травень, червень, липень) та посушливого наприкінці (серпень) врожайність середньо-стиглого сорту картоплі Княгиня коливалася від 25,5 т/га у контролі до 28,7-32,2 т/га на варіантах з кремнійвмісними препаратами (таблиця 9).

Таблиця 9

Урожайність і товарність картоплі сорту Княгиня в досліді 2023 року

Спосіб обробки	Мікродобриво	Урожайність, т/га	Прибавка т/га	Товарність, %
Контроль		25,5	-	88,2
Обробка бульб	Гумат-Кремній	28,7	3,2	93,5
	Авангард Кремній Біо	29,9	4,4	93,5
	Квантум Аква Сил	30,6	5,1	94,4
Обробка рослин	Гумат-Кремній	32,2	6,7	94,1
	Авангард Кремній Біо	32,0	6,5	93,1
	Квантум Аква Сил	31,7	6,2	92,4
НІР		1,51		1,8

Листова обробка більш істотно ніж передпосадкова обробка бульб відбилася на врожайності: достовірне збільшення врожайності при цьому способі застосування склала від 6,5 до 18,8%, тоді як при передпосадковій обробці - від 8,9 до 14,5%.

Максимальною врожайністю сорту Княгиняг (32,2 та 32,0 т/га) була на варіантах з дворазовим некореневим обприскуванням посадок препаратами Гумат-Кремній та Авангард Кремній Біо.

Сорт Фактор демонстрував меншу врожайність. На контролі вона склала 17,4 т/га, за варіантами з різними мікродобривами та способами їх застосування – від 18,2 до 22,7 т/га (таблиця 10).

Таблиця 10

Урожайність і товарність картоплі сорту Фактор в досліді 2023 року

Спосіб обробки	Мікродобриво	Урожайність, т/га	Прибавка т/га	Товарність, %
Контроль		17,4	-	96,4
Обробка бульб	Гумат-Кремній	19,9	2,5	97,4
	Авангард Кремній Біо	20,0	2,6	97,9
	Квантум Аква Сил	20,4	3,0	97,5
Обробка рослин	Гумат-Кремній	21,9	4,5	97,0
	Авангард Кремній Біо	22,3	4,9	97,1
	Квантум Аква Сил	22,6	5,2	97,1
НІР		1,48		1,4

Так само, як і на сорті Княгиня, листова обробка була більш ефективною, на всіх варіантах використання мікродобрив.

Максимальна врожайність на сорті Фактор (22,3 та 22,6 т/га) була досягнута на варіантах використання препаратів Авангард Кремній Біо та

Квантум Аква Сил при дворазовому фоліарному обприскуванні посадок картоплі.

В екстремальних умовах 2024 року продуктивність обох сортів картоплі значно знизилася за всіма варіантами щодо попереднього року (таблиці 11, 12).

Таблиця 11

Урожайність і товарність картоплі сорту Княгиня в досліді 2024 року

Спосіб обробки	Мікродобриво	Урожайність, т/га	Прибавка т/га	Товарність, %
Контроль		18,3	-	88,1
Обробка бульб	Гумат-Кремній	21,9	3,6	90,7
	Авангард Кремній Біо	22,8	4,5	90,9
	Квантум Аква Сил	22,9	4,6	90,3
Обробка рослин	Гумат-Кремній	20,8	2,5	89,0
	Авангард Кремній Біо	21,4	3,1	91,5
	Квантум Аква Сил	21,9	3,6	90,7
НІР		1,30		1,6

Урожайність сорту картоплі Княгиня у 2024 році коливалася від 18,3 т/га на контролі до 20,8-22,9 т/га на варіантах з обробками кремнієвмісними мікродобривами. Але цього року передпосадкова обробка бульб виявилася продуктивнішою, ніж листова обробка. Так, достовірна надбавка при цьому способі виявилася в межах 20,1-25,8%, а при листовому – в межах 14,3-20,1%.

Максимальної врожайності (21,9-22,9 т/га) було досягнуто на варіантах з передпосадковою обробкою бульб всіма мікродобривами. Використання

препарату Квантум Аква Сил стало найкращим у блоці варіантів з дворазовим некореневим обприскуванням (урожайність 21,9 т/га).

На сорті Фактор у 2024 році теж обробка бульб виявилася більш ефективною в порівнянні з фоліарною: надбавка склала 7,7-12,7%, тоді як при листовому способі застосування – 5,4-7,2%.

Найкращим виявилися варіанти з передпосадковою обробкою бульб кремнієвмісними мікродобривами Гумат-Кремній і Авангард Кремній Біо (урожайність склала 24,1-24,5 т/га). У блоці варіантів з листовою обробкою практично однаково високі результати були досягнуті при використанні всіх препаратів.

Відповідні дані наведено в таблиці 12.

Таблиця 12

Урожайність і товарність картоплі сорту Фактор в досліді 2024 року

Спосіб обробки	Мікродобриво	Урожайність, т/га	Прибавка т/га	Товарність, %
Контроль		21,7	-	93,4
Обробка бульб	Гумат-Кремній	24,1	2,4	93,9
	Авангард Кремній Біо	24,5	2,8	90,4
	Квантум Аква Сил	23,4	1,7	91,5
Обробка рослин	Гумат-Кремній	23,2	1,5	94,2
	Авангард Кремній Біо	22,9	1,2	91,9
	Квантум Аква Сил	22,9	1,2	91,8
НІР		1,29		1,2

Спека та посуха стали обмежувачами в ефективності використання мікродобрив на сорті Фактор.

Ситуацію з тим, що у 2024 році передпосадкова обробка виявилася ефективнішою, можна пояснити погодними умовами цього року. Початок літа відзначився значним перевищенням температурних показників щодо середньо-багаторічних, особливо у II декаду травня та II декаду червня. Кількість опадів у цей період була значно нижчою за норму. Тобто був жорсткий стрес. Можна припустити, що саме зниження абіотичного стресу, що виник у рослин завдяки завчасному впливу кремнію, дозволило варіантам з передпосадковою обробкою бульб проявити себе. Перша листова обробка була проведена пізніше зазначених несприятливих явищ початкового періоду і, мабуть, змогла лише частково погасити вплив стресу, що виник у другій половині вегетації. Але тривалість і глибина першої «стресової хвилі» сильніше вплинула на зниження продуктивності посадок, які не отримали кремній за допомогою обробки бульб.

У середньому за два роки на варіантах з передпосадковою обробкою бульб сорту Княгиня кремнієвмісними мікродобривами отримані збільшення надбавки врожайності бульб від 0,5 т/га до 3,5 т/га (2,2-13,6%), корелюючи з підвищенням концентрації вмісту кремнію у відповідних препаратах (таблиця 13).

Таблиця 13

Урожайність картоплі сорту Княгиня в досліді, т/га (середнє 2023-2024)

Спосіб обробки	Мікродобриво	2023	2024	Середнє
	Контроль	25,5	18,3	21,9
Обробка бульб	Гумат-Кремній	28,7	21,9	25,3
	Авангард Кремній Біо	29,9	22,8	26,4
	Квантум Аква Сил	30,6	22,9	26,8
Обробка рослин	Гумат-Кремній	32,2	20,8	26,5
	Авангард Кремній Біо	32,0	21,4	26,7
	Квантум Аква Сил	31,7	21,9	26,8

Найвищий урожай картоплі сорту Княгиня в середньому за 2023-2024 рр – 26,8 т/га забезпечило використання мікродобрива Квантум Аква Сил як для перепосадкової обробки бульб, так і по вегетації рослин.

На сорті Фактору середньому за два роки збільшення врожайності від передпосадкової обробки бульб склало 1,0-2,5 т/га або 4,3-10,1% (таблиця 14).

Таблиця 14

Урожайність картоплі сорту Фактор в досліді, т/га (середнє 2023-2024 рр)

Спосіб обробки	Мікродобриво	2023 р	2024 р	Середнє
	Контроль	21,7	17,4	19,6
Обробка бульб	Гумат-Кремній	24,1	19,9	22,0
	Авангард Кремній Біо	24,5	20,0	22,3
	Квантум Аква Сил	23,4	20,4	21,9
Обробка рослин	Гумат-Кремній	23,2	21,9	22,6
	Авангард Кремній Біо	22,9	22,3	22,6
	Квантум Аква Сил	22,9	22,6	22,8

Найкращі та близькі результати (22,0-22,3 т/га, збільшення 2,4-2,7 т/га або 8,8-10,1%) отримані від дії обробки бульб прераратами Гумат-Кремній та Авангард Кремній Біо. Значне зниження середньої врожайності при дії препарату Квантум Аква Сил відбулося за рахунок зниження врожайності та фотосинтетичної активності у цих варіантах у 2024 році.

Листове обпрскування Si-препаратами призвело до збільшення врожайності сорту картоплі Фактор на 3,0-3,2 т/га або на 11,7-12,3%. Найкращі показники (22,6-22,8) відзначені при використанні всіх препаратів, що вивчались у цей спосіб застосування.

Загалом, за два роки на сорті картоплі Фактор, як і на сорті Княгиня, некореневе обпрскування мікродобривами за ефективністю виявилось

порівнянним із передпосадковим застосуванням препаратів для обробки бульб.

Невід'ємною характеристикою зібраного врожаю є товарність. Товарність урожаю визначається масою всіх бульб понад розмір дрібної фракції, встановленої відповідним ДСТУ і вираженим у відсотках від загальної маси врожаю. Обидва досліджувані сорти картоплі мають округло-овальну форму бульби, тому товарними були бульби понад 28-30 мм у поперечному діаметрі, тобто. сума двох фракцій: >60 мм + 30-60 мм.

Експериментальні дані показують, що способи застосування мікродобрив, що містить кремній, впливали на структуру врожаю обох сортів.

Так, у 2023 році одночасно зі зростанням урожайності сорту Княгиня збільшувалась і його товарність. Від передпосадкової обробки бульб мікродобривами товарність урожаю підвищувалася з 88,3% (контроль) до 93,6-94,6% (на 5,3-6,3%), а від некореневого обприскування - товарність зростала повільніше: до 92,2-94,2% (або на 3,9-5,9%).

На сорті Фактор вплив обробки на товарність за варіантами була менш вираженм. При обробці бульб цього сорту товарність максимально зростала з 96,5% (контроль) до 98,0% (або на 1,5%) при обробці бульб препаратом Авангард Кремній Біо та до 97,6% (або на 1,1%)) при обробці рослин препаратом Квантум Аква Сил.

У 2024 році також спостерігалось підвищення товарності врожаю у варіантах із застосуванням кремнійємісних мікродобрив. Однак цього року відзначено найнижчу товарність бульб як у сорту Княгиня, так і у сорту Фактор за роки дослідження. Ймовірно, це пов'язано з несприятливими погодними умовами для росту та розвитку рослин.

На сорті Княгиня від передпосадкової обробки бульб мікродобривами товарність урожаю зростала до 90,2-90,9% (на 2,1-2,8%), а від некореневого обприскування - до 89,0-92,0% (або на 0,9-3,9%) проти контролю 88,1%.

На сорті Фактор від передпосадкової обробки бульб та некореневого обприскування товарність урожаю, знову ж таки, як і 2023 року, підвищувалася менш значно: на 0,5-0,8% в окремих варіантах.

Для детальнішого вивчення структури врожаю вся зібрана маса бульб у збиральній пробі ділилася на три фракції.

У 2023 році оптимальна структура врожаю сорту Княгиня на продовольчі цілі, а саме з найбільшою часткою великих і середніх бульб, сформувалася у варіантах з передпосадковою обробкою бульб мікродобривами: частка великої фракції склала 16,5-23,2%, середньої фракції - 70,6-78,2%, дрібної фракції - 5,2-7,0%, тоді як на контролі було 11,5% дрібних (нестандартних) бульб.

На сорті Фактор зміна структури врожаю бульб у бік збільшення маси бульб великої фракції (до 18,3-22,0%) при одночасному зниженні частки дрібних бульб спостерігалось у варіантах з передпосадковою обробкою бульб всіма мікродобривами, а при обприскуванні бадилля препаратом Квантум Аква Сил - частка великої фракції склала 30,0%, середньої - 67,7% при одночасному зниженні частки дрібних бульб до 2,3%.

У 2024 році найбільш оптимальна структура врожаю сорту Княгиня сформувалася у варіантах з передпосадковою обробкою мікродобривами: частка великих бульб склала 5,7-10,8%, середніх - 79,6-85,3 %, нестандартних бульб - 9,0-9,7%; у блоці варіантів з фоліарною - обробкою препаратами Авангард Кремній Біо та Квантум Аква Сил: частка великих бульб склала 4,7-7,7%, середніх - 83,9-87,0% та нестандартних - 8,3-9,2 %.

На сорті Фактор у розрізі всього дослідження чіткої спрямованості дії кремнію на структуру врожайності не виявлено. Можна тільки відзначити, що в варіанті з обробкою насінневого матеріалу препаратом Гумат-Кремній і у варіанті з некорневим обприскуванням препаратом Авангард Кремній Біо спостерігалася мінімальна кількість дрібних бульб - 5,8-6,3%, проти контролю 6,6%.

На склад фітонутрієнтів бульб картоплі впливають багато факторів: генетичні особливості сорту та його група стиглості, ґрунтово-кліматичні умови, дози та види добрив, ступінь зрілості бульб, їх розмірні характеристики, технології вирощування та ін. Вплив кремнієвих обробок на якість бульб картоплі оцінювався і закордонними вченими. Так, у Польщі такі обробки не впливали на вміст сухої речовини, загальних цукрів та моносахаридів, білка, L-аскорбінової кислоти та нітратів у молодих бульбах картоплі, але підвищували вміст крохмалю в умовах водного дефіциту.

За роки досліджень застосування Si-агрохімікату позитивно впливало на фізіологічні процеси листя картоплі (зростання, розвиток та підвищення водоутримуючої здатності, вмісту пластидних пігментів), що призводило до підвищення біохімічних показників якості бульб.

Застосування мікродобрив в 2023 році позитивно впливало на підвищення якості бульб з некореневим обприскуванням на рівні трохи вище (максимально на 0,6/0,5) необробленого контролю. Вміст вітаміну С і редукуючих цукрів був нижче, а концентрація нітратів несуттєво вище контролю.

У 2024 р. передпосадкова обробка бульб сорту Княгиня сприяла підвищенню вмісту сухої речовини/крохмалю на 0,7-1,0/0,6-1,0%, некореневі обприскування – на 0,7-1,0/0,6- 1,0% щодо значень необробленого контролю. Вміст редукуючих цукрів при некореновому обприскуванні Si-препаратами рослин сорту Княгиня підвищувався до 0,27-0,32%. Передпосадкова обробка бульб викликала підвищення вмісту редукуючих цукрів у м'якоті бульб картоплі тільки у варіанті з препаратом Квантум Аква Сил.

Передпосадкова обробка бульб сорту Фактор у 2024 році сприяла підвищенню вмісту сухої речовини/крохмалю на 0,5-0,9/0,4-0,8%, некореневі обприскування мікродобривами – на 0,3- 1,2/0,2-1,0%, щодо значень необробленого контролю.

Вихід біологічно цінних речовин з одиниці площі – основна характеристика картоплі за умови її вирощування для промислової переробки на напівфабрикати. В результаті підвищення врожайності сорту Княгиня на 2,2-13,6% і сорту Фактор на 4,3-10,3%, а також товарності врожаю у варіантах із застосуванням добрива, що містить кремній, підвищувався і вихід поживно цінних компонентів (таблиця 15).

Таблиця 15

Вплив мікродобрив на якість бульб картоплі (середнє 2023-2024 рр)

Спосіб обробки	Мікродобриво	Вихід з 1 гектара		
		сухої речовини, ц/га	крохмалю, ц/га	вітаміну С, кг/га
Сорт Княгиня				
	Контроль	47,1	33,6	3,32
Обробка бульб	Гумат-Кремній	55,6	40,2	3,78
	Авангард Кремній Біо	58,6	42,8	3,89
	Квантум Аква Сил	59,0	43,1	3,90
Обробка рослин	Гумат-Кремній	57,1	41,1	3,67
	Авангард Кремній Біо	58,5	42,6	3,81
	Квантум Аква Сил	58,1	42,2	3,88
Сорт Фактор				
	Контроль	49,4	35,8	3,71
Обробка бульб	Гумат-Кремній	53,8	39,1	4,01
	Авангард Кремній Біо	54,3	39,1	4,00
	Квантум Аква Сил	53,5	38,4	3,94
Обробка рослин	Гумат-Кремній	54,0	38,3	4,12
	Авангард Кремній Біо	53,4	38,3	4,07
	Квантум Аква Сил	53,5	38,4	4,11

Для продовольчої картоплі важливими показниками є: смак варених бульб, розваримість, стійкість до потемніння м'якоті (сирої та вареної). Ці показники якості продовольчої картоплі визначають комплексну кулінарну оцінку, яка залежить від сорту картоплі, метеоумов вегетаційного періоду, доз та видів добрив, що застосовуються.

Одним із найважливіших показників високої споживчої якості бульб є збереження характерного для сорту кольору м'якоті незалежно від виду кулінарної обробки, оскільки зміна кольору сирих та варених бульб картоплі негативно впливає на зовнішній вигляд кінцевого продукту, його привабливість для покупців. При варінні очищених бульб спостерігається так зване неферментативне потемніння м'якоті, пов'язане із взаємодією хлорогенової кислоти та заліза. Потемніння м'якоті сирої та вареної картоплі може бути викликано низкою причин, зокрема надлишком азоту в ґрунті та незбалансованістю його з калієм, а також надлишком міді та вологи.

Потреба в картоплі зберігається цілий рік. У зв'язку з цим актуальним є підбір сортів, які не втрачають властивості протягом періоду зберігання. Також важливим є опрацювання технології вирощування та зберігання картоплі, оскільки лежкість картоплі перебуває у прямій залежності від агротехніки вирощування та умов зберігання. Лежкість продукції зумовлена сортовими особливостями і прямо корелює з якістю бульб, що закладаються на зберігання. Бульби картоплі після збирання з поля перебувають у стані спокою, але є живим організмом, якому властиві природні процеси життєдіяльності з витрачанням запасів води та енергії на дихання та обмін речовин, внаслідок цих процесів відбувається природне зменшення маси. Основна частка природних втрат (70-90%) припадає на випаровування води, тому при зберіганні спостерігається зменшення вмісту води та відносно збільшення сухої речовини, але може спостерігатися і зменшення вмісту сухої речовини. Крім того, під час зберігання відбуваються втрати частини або всього бульби через механічні пошкодження, прояви та розвитку прихованих грибних та бактеріальних інфекцій – це всілякі гnilі.

У наших дослідженнях простежувалася тенденція покращення лежкості продукції, отриманої на варіантах застосування Si-препаратів, у процесі осінньо-зимового зберігання.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Останніми роками, попри зростання обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, фінансовий стан сільських виробників продовжує погіршуватись, а сільські громади стикаються із значною соціальною деградацією. Однією з провідних галузей рослинництва залишається картоплярство, яке має важливе народногосподарське значення.

По-перше, продукція цієї галузі є важливим джерелом харчування, забезпечуючи населення країни натуральними продуктами. По-друге, картопля широко використовується як сировина для багатьох галузей легкої та харчової промисловості, відіграючи важливу роль у формуванні економічного потенціалу агропромислового комплексу.

Економічна ефективність розраховувалася згідно з методичними рекомендаціями.

У розрахунках використовувалися дані щодо врожайності картоплі з урахуванням фракційного складу, отримані на досліді в середньому за 2023-2024 роки. В основні технологічні витрати входили витрати, пов'язані з обробіткою ґрунту, посадкою картоплі, міжрядними обробками, застосуванням пестицидів, всі операції враховували за технологічною картою (транспортування, внесення у ґрунт або некореневе обприскування). Основні технологічні витрати були однакові по всім варіантів досліді. Було враховано вартість Si-мікродобрив.

Витрати на збирання та доопрацювання додаткової продукції включали – витрати на підготовку до прибирання (скошування бадилля), прибирання технологічними засобами, перевезення з поля до сховища, первинне перебирання та завантаження у сховище (згідно з типовою технологічною картою).

Розрахунок економічної ефективності за результатами польового дослідження показав, що застосування мікродобрив двома способами було економічно вигідним агроприйомом (таблиця 16).

Таблиця 16

Економічна ефективність вирощування картоплі сорту Княгиня,
середнє 2023-2024 рр (за цінами 2024 року)

Обприскування посадок мікродобривами	Показники економічної ефективності							
	Урожайність, т/га	Ціна 1 т, грн	Вартість валової продукції з 1 га, грн	Виробничі витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т, грн	Умовно-чистий рибуток, грн	Рентабельність, %	Окупність витрат, грн
Контроль	21,9	16000	350400	135000	6164	215400	159,6	2,60
Гумат-Кремній	26,5	16000	424000	150000	5660	274000	182,7	2,83
Авангард Кремній Біо	26,7	16000	427200	150000	5618	277200	184,8	2,85
Квантум Аква Сил	26,8	16000	428800	150000	5597	278800	185,9	2,86

Як видно з даних таблиці 16 вирощування картоплі було дуже прибутковим, а найвищі показники економічної ефективності отримано на варіанті вирощування сорту Княгиня з подвійним обприскуванням вегетуючих рослин мікродобривом Квантум Аква Сил, що забезпечило отримання 278800 грн умовно-чистого прибутку з 1 га за рівня рентабельності 185,9 % і, відповідно, окупності витрат 2,86 грн.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Дослідження стану безпеки праці в ТОВ «Присамар'є»

Сільське господарство є однією з найризикованіших галузей для працівників, що обумовлює особливу важливість ефективного управління охороною праці. Проте досягнення необхідного рівня безпеки в цій сфері можливе лише за умови відповідального виконання правил як роботодавцями, так і працівниками. Спільні зусилля дозволяють знизити ризики травматизму та профзахворювань, однак ігнорування правил охорони праці з боку будь-якої зі сторін може призвести до серйозних наслідків.

Основні фактори ризику

Працівники сільського господарства стикаються з багатьма небезпечними чинниками, які можна згрупувати наступним чином:

1. Ризики, пов'язані з використанням техніки та механізмів. Контакт з рухомими частинами обладнання або падіння предметів через неправильну експлуатацію машин можуть призводити до травм. Ці ризики зростають при використанні несправної техніки, що нерідко трапляється через обмежені фінансові ресурси аграрних підприємств.

2. Негативний вплив природно-кліматичних умов. Виконання робіт на відкритому повітрі створює додаткові загрози, такі як висока температура, вологість чи інші несприятливі погодні умови.

3. Контакт з небезпечними хімічними речовинами. Використання добрив, пестицидів та інших хімікатів становить значний ризик для здоров'я працівників у разі порушення правил їхнього використання або недостатнього забезпечення засобами індивідуального захисту.

4. Фізична тяжкість і напруженість праці. Інтенсивність сільськогосподарських робіт, їх сезонність та високе фізичне навантаження значно впливають на стан здоров'я працівників.

5. Антропогенні фактори. Порушення правил охорони праці з боку працівників або роботодавців також є важливим джерелом небезпеки. Нехтування інструкціями, недостатнє навчання або відсутність захисних засобів значно посилюють ризики.

6.2 Аналіз виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення.

Виробничий травматизм у рослинництві виникає через низку факторів, які можна розділити на кілька основних категорій:

1. Робоче обладнання та інструменти. Неправильне використання сільськогосподарської техніки, недотримання правил технічного обслуговування, або експлуатація несправного обладнання підвищують ризик травмування. Часті випадки включають контакт з рухомими частинами машин, падіння обладнання або його поломки в процесі роботи.

2. Робоче середовище. Умови праці мають значний вплив на безпеку персоналу. Недостатнє освітлення на робочих місцях може призводити до травм через обмежену видимість. Погана вентиляція чи надмірна вологість створюють додаткові ризики, наприклад, ковзання або утруднення дихання, особливо при роботі з хімікатами.

3. Небезпечна поведінка та необережність персоналу

Відсутність відповідного навчання або нехтування правилами безпеки стають головними причинами травматизму. Використання інструментів неналежним чином, недбалість чи поспіх під час виконання завдань часто призводять до нещасних випадків.

4. Недостатній контроль за дотриманням норм безпеки

Відсутність регулярних інструктажів, перевірки стану техніки та обладнання, або недостатня кількість засобів індивідуального захисту збільшує ризики травматизму.

Превентивні заходи:

- Забезпечення якісного технічного обслуговування обладнання.
- Регулярне навчання працівників правилам безпеки та роботі з технікою.
- Поліпшення умов праці: якісне освітлення, вентиляція, та доступність засобів індивідуального захисту.
- Систематичний контроль за дотриманням норм охорони праці на підприємстві.

Ефективна організація робочого процесу в рослинництві та впровадження сучасних технологій безпеки дозволяють значно знизити ризик травматизму та забезпечити належний захист працівників.

Розрахунки показників виробничого травматизму та їх наслідків в ТОВ «Присамар'є» за 2022-2024 рр наведено в таблиці 17.

Таблиця 17.

Аналіз показників виробничого травматизму в ТОВ «Присамар'є»

Показники	Роки (останні 3 роки)		
	2022	2023	2024
Кількість працівників	41	37	21
Кількість нещасних випадків	1	2	2
Кількість днів непрацездатності: від травматизму	24	48	62
- від захворювань	20	10	21
Витрати, тис. грн.:			
- виробничий травматизм	65	22	44
- профзахворювання	2	4	7
Коефіцієнт частоти травматизму	46,11	64,08	60,11
Коефіцієнт важкості травматизму	0	0	0
Коефіцієнт втрат робочого часу	49,4	73,8	82,1

З огляду на ці фактори, необхідно забезпечити відповідні заходи безпеки на робочому місці. Це включає регулярне навчання персоналу щодо

правильного використання сільськогосподарської техніки та інструментів, а також дотримання встановлених правил охорони праці. Такі заходи сприятимуть зниженню ризиків виробничого травматизму та створенню безпечного робочого середовища.

6.3. Загальні вимоги до безпечних умов праці

Для мінімізації такого негативного впливу у законодавстві приділено особливу увагу профілактиці виробничого травматизму та профзахворювань в аграрному секторі. Звичайно, загальні питання організації безпечної праці в галузі, як і в інших галузях, регулюються положеннями Трудового кодексу. Однак для сільського господарства розроблено додаткові нормативні акти, що враховують специфіку аграрної праці. Основним із них стає наказ Мінпраці «Про затвердження Правил з охорони праці у сільському господарстві».

Цей правовий акт встановлює низку нормативів, що забезпечують безпеку роботи персоналу у сільськогосподарському секторі. Охорона праці в сільському господарстві 2024 року включає такі напрямлення:

- вимоги до організації робочого процесу, території та робочих місць, а також вимоги до обладнання. Виконання цих вимог має бути під контролем роботодавця;
- вимоги до працівників;
- додаткові вимоги щодо окремих видів робіт.

Вимоги до організації робочого процесу з боку роботодавця

Для мінімізації можливої шкоди, заподіяної працівникам впливом негативних чинників, роботодавець зобов'язаний докладати всіх зусиль підвищення рівня автоматизації і механізації робочих процесів, і навіть наскільки можна виключити взаємодія працівників з машинами, механізмами, небезпечними хімічними речовинами та інші загрозами.

Допускати до роботи дозволяється лише працівників, які пройшли спеціальну підготовку, за умови наявності документів, що підтверджують. Для проведення робіт із підвищеним рівнем небезпеки необхідно організувати систему видачі нарядів-допусків.

Працівникам, які в силу посадових обов'язків вступають у контакт з машинами, хімічними речовинами та ін., що становлять загрозу їхньому здоров'ю, мають бути надані кошти індивідуального та колективного захисту за рахунок роботодавця. Обладнання, що надається роботодавцем для роботи, має бути справним; важливо, щоб воно своєчасно проходило технічне обслуговування та запобіжний ремонт, передбачений виробником.

Також роботодавець має забезпечити для персоналу раціональне поєднання режимів праці та відпочинку. За своєю ініціативою він може запроваджувати на підприємстві додаткові нормативи у сфері охорони праці персоналу, якщо вони не суперечать вимогам чинного законодавства.

Вимоги до працівників

Працівники зобов'язані виконувати чинні вимоги, які передбачає охорона праці для підприємства сільського господарства. Зокрема, їм обов'язок ставиться:

- своєчасне проходження навчання з безпеки робіт відповідно до графіка, затвердженого роботодавцем;
- виконання посадових інструкцій, у тому числі в частині організації робіт та експлуатації обладнання;
- правильне використання індивідуальних та колективних захисних засобів;
- інформування безпосереднього керівника про будь-які позаштатні ситуації під час роботи.

Дотримання цих вимог суттєво підвищує рівень безпеки працівників сільського господарства.

6.4 Заходи з покращення безпеки праці в господарстві

Для покращення ситуації рекомендується:

- Забезпечити вчасне проведення всіх видів інструктажів.
- Налагодити забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та справним інструментом.
- Організувати навчання та перенавчання з охорони праці.
- Обладнати кабінет або оновити куточок з охорони праці.
- Виконувати роботи лише технічно справними машинами.

Дотримання цих заходів сприятиме створенню безпечних умов праці, підвищенню продуктивності та зменшенню ризиків травматизму.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. У середньому більш суттєві та близькі величини зростання маси бульб від дії Si-мікродобрів відзначені за сортом Княгиня від дії всіх препаратів 60-81 г/кущ або 10,1-13,6% (обробка бульб) та 74-90 г/кущ або 12,4-15,1% (обприскування бадилля). По сорту Фактор використання віх препаратів призвело до прибавки 50-59 г/кущ або 8,8-10,4% при обробці бульб і 60-71 г/кущ або 10,6-12,5% при обприскуванні бадилля.

2. У середньому збільшення кількості бульб на одну рослину від дії мікродобрів за сортом Княгиня становило 0,4-1,3 шт./кущ або 3,6-10,1% при обробці бульб та 0,4-1,5 шт./кущ або 3,6-11,3% при обприскуванні бадилля; за сортом Фактор - 0,4-1,6 шт./кущ або 3,8-14,6% при обробці бульб і 1,1-2,3 шт./кущ або 9,3-20,6% при обприскуванні бадилля.

3. По обох сортах, що вивчаються, ФП збільшувався в залежності від мікродобрів. По сорту Княгиня у 2024 році при обробці бульб – 2,2-13,4%, при некореновому обприскуванні – 4,0-15,8%. На сорті Фактор при обробці бульб – на 2,1-12,3%, при некореновому обприскуванні – на 3,7-14,5% відносно контролю.

4. Найвищий урожай картоплі сорту Княгиня в середньому за 2023-2024 рр – 26,8 т/га забезпечило використання мікродобрива Квантум Аква Сил як для передпосадкової обробки бульб, так і по вегетації рослин.

На сорті Фактор середньому за два роки збільшення врожайності від передпосадкової обробки бульб склало 1,0-2,5 т/га або 4,3-10,1%

5. Загалом, за два роки на сорті картоплі Фактор, як і на сорті Княгиня, некореневе обприскування мікродобривами за ефективністю виявилось порівнянним із передпосадковим застосуванням препаратів для обробки бульб.

6. На сорті Княгиня від передпосадкової обробки бульб мікродобривами товарність урожаю зростала до 90,2-90,9% (на 2,1-2,8%), а

від некореневого обприскування - до 89,0-92,0% (або на 0,9-3,9%) проти контролю 88,1%.

На сорті Фактор від передпосадкової обробки бульб та некореневого обприскування товарність урожаю підвищувалася менш значно: на 0,5-0,8% на окремих варіантах.

7. В результаті підвищення врожайності сорту Княгиня на 2,2-13,6% і сорту Фактор на 4,3-10,3%, а також товарності врожаю у варіантах із застосуванням мікродобрив, що містить кремній, підвищувався і вихід поживно цінних компонентів.

8. Вирощування картоплі було дуже прибутковим, а найвищі показники економічної ефективності отримано на варіанті вирощування сорту Княгиня з подвійним обприскуванням вегетуючих рослин мікродобривом Квантум Аква Сил, що забезпечило отримання 278800 грн умовно-чистого прибутку з 1 га за рівня рентабельності 185,9 % і, відповідно, окупності витрат 2,86 грн.

В подальшому необхідно поглибити наукові дослідження теоретичних основ дії кремніймістких препаратів на продуктивність вітчизняних та зарубіжних сортів картоплі, вивчити деякі інші форми рідких кремнійвмісних препаратів і питання сумісності з речовинами засобів захисту картоплі та добривами в бакових сумішах, що найчастіше застосовуються. Важливим є вивчення впливу обробки бульб різних сортів картоплі кремнійвмісними препаратами перед закладкою на зберігання на вихід здорової продукції навесні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біорегулятори на картоплі/С. Пономаренка, А. Петренко, І. Підберезко, О. Зеля// Зерно. – 2017. –№ 1. - С. 180-184.
2. Бондарчук О.О., Колтун В.О. Картопля - вирощування, якість, збереженість. К.: ви-во «КІТ». 2009. - 232 с.
3. Бутов О.В. Біохімічні показники та нітрати в період зберігання картоплі при сучасних прийомах вирощування / О. В. Бутов, О. А. Мандро // Техніка та технологія харчових виробництв. – 20щ9. - Т. 49. - № 1. - С. 127-134.
4. Визначення факторів, що впливають на накопичення біохімічних речовин у бульбах продовольчої картоплі/Сердюков В.А. [та ін] // Картоплярство. - 2011. - 29 (1). - С. 119-127.
5. Вирощування картоплі з використанням мінеральних добрив на основі цеоліту / С.В. Жовора [та ін] // International Agricultural Journal. - 2018. - № 4 (364). -С. 44-47.
6. Власюк, П.А. Хімічний склад картоплі та шляхи поліпшення її якості / П.А. Власюк, Н.Є. Власенко, В.М. Міцко; За заг. ред. П.А. Власюка // Київ: Наукова думка, 2009. - 195 с.
7. Вожегова Р. Стан та перспективи розвитку картоплярства в Степу України/Р. Вожегова, Р.Балашова // Овочівництво. - 2012. - № 4. - С. 62-65.
8. Господаренко Г. Особливості мінерального живлення та удобрення картоплі/Г. Господаренко // Овочівництво. - 2016. - № 3. - С. 52-56.
9. Ефективність застосування різних форм нітроамофосок, азотних та водорозчинних НРК-добрив при вирощуванні картоплі / Федотова Л.С., М.М. Візирська, Н.А. Тимошина // Міжнародний сільськогосподарський журнал. - 2012. - Т. 65. - № 2 (386). - С. 200-204.
- 10.Інтенсивна технологія вирощування картопля. [Електрон. ресурс] URL: <https://propozitsiya.com/ua/intensivna-tehnologiya-viroshchuvannyakartopli> (дата звернення: 23.06.2024).

- 11.Калінін А. Технологічні прийоми підвищення якості картоплі / А. Калінін // Агроном. -2015. - № 3. - С. 146-151.
- 12.Картоплярство України: стан та перспективи в нових умовах / Є.А. Сімаков [та ін] // Пропозиція. 2011. - №4. - С. 3-6.
- 13.Кершбергер М. Калій підвищує якість картоплі/М. Кершбергер, Х. Шретер, З. Вельфель // Агроном. - 2012. - № 1. - С. 164-165.
- 14.Колядко І.І. Картопля/І.І. Колядко. - Рівне: Красіко-Прінт, 2007. - 64 с.
- 15.Комплексна система захисту картоплі від хвороб, шкідників та бур'янів (практичний посібник). К.: Центр науково-технічної інформації та реклами, 1995р. - 68 с.
- 16.Конученко В.В., Молоцький М.Я. Картопля. Біла Церква. 2012. Т. І. 536 с
- 17.Кремніймісні мікродобрива у підвищенні стійкості рослин до дії стресових факторів / Г.Г. Панова [та ін] // Агрономія сьогодні. – 2012. – №3 (7). - С. 31-40.
- 18.Кучко О.О., Власенко М.Ю. Фізіологія та біохімія картоплі // Київ: Довіра. - 1998. - 335 с.
- 19.Личко Н. М. Урожайність та якість картоплі в залежності від умов вирощування / Н. М. Личко, В. В. Латушкін // Вісник ПДАУ. - 1999. - Випуск 4. - С. 44-52.
- 20.Ліхочвор В.В. Картопля. / В.В. Ліхочвор, Р.Р. Проць та ін. Львів: «Українські технології», 2003. 67 с.
- 21.Лобода Б.П. Вплив добрива на врожайність та якість картоплі / Б.П. Лобода, Д.Д. Фіщуро// Агрохімія. -2014. - № 3. - С. 28-35.
- 22.Молявко О.О. Екологічно безпечне добриво для картоплі та придатність бульб для картоплепродуктів / О.О. Молявко. Вінниця, 1997. - 139 с.
- 23.Осипчук О.О. Селекція високоврожайних сортів картопля. Картоплярство. К. 2008. Випуск 37. С. 27-35.

24. Пасько О.А. Залежність урожайності картоплі від погодних умов/О.А. Пасько // Вісник БДАУ. - 2012. - № 1. с56-61.
25. Погорілій С.О., Молоцкий М.Я. Технологія вирощування картоплі в Лісостепі України: монографія.: БДАУ. 2007. 164 с.
26. Положевець В.М., Чернулевський М.С., Немірицька Л.В. Агроекологічні засади вирощування картоплі. Київ: «Світ». 2009. 194 с.
27. Рилко В.А. Вплив умов зберігання насінневих бульб картоплі на їх лежкість та продуктивні властивості / В.А. Рилко // Вісник БДАУ. - 2008. - №1. - С. 50-55.
28. Спирідонів О.М. Вплив технології вирощування на придатність картоплі до переробки / О.М. Спирідонів, П.М. Бронштейн, А.І. Рачєєва // NovaInfo. 2020. - № 120. - С. 30-32.
29. Стан і перспектива розвитку картоплярства в Україні / Науководопоміжний показник// <http://library.nubip.edu.ua/agr/03.pdf>.
30. Тимошин Н.А. Урожайність сортів картоплі різних термінів дозрівання та якість бульб залежно від застосування макро- та мікроелементів / Н.А. Тимошин, Л.С. Федотова, Є.В. Князева // Землеробство. - 2015. - № 6. - С.40-43.
31. ФАО Всесвітній сільськогосподарський центр, дані сільськогосподарської статистики. World Agricultural Centre, FAOSTAT agricultural statistics data-base gateway. - Текст електронний // URL: <http://faostat3.fao.org>
32. Федотова Л.С. Продуктивність картоплі залежно від застосування мікробіологічних добрив/Л.С. Федотова, Н.А. Тимошин, Є.В. Князева // Пропозиція. – 2016. – 24(1). - С. 312-321.
33. Шпаар Д. Картопля (вирощування, збирання, зберігання) / Д. Шпаар, А. Бикін, Д. Дрегер // К.: "Урожай" вид. 3-тє, доопр. та доповн. - 2004. - 465 с.