

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

БОРДЮЖА ІГОР ПЕТРОВИЧ

УДК: 631.811:631.445.2:635.21(292.485)

**ОПТИМІЗАЦІЯ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ КАРТОПЛІ
ЗА ВИРОЩУВАННЯ НА ТЕМНО-СІРОМУ ОПІДЗОЛЕНОМУ ҐРУНТІ
В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.04 «Агрохімія»

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник доктор сільськогосподарських наук,
професор, член-кореспондент НААН
Бикін Анатолій Вікторович,
Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
завідувач кафедри агрохімії та якості продукції
рослинництва імені О. І. Душечкіна

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук,
професор, член-кореспондент НААН
Польовий Володимир Мефодійович,
Інститут сільського господарства
Західного Полісся НААН,
директор

кандидат сільськогосподарських наук
Аксиленко Марина Дмитрівна,
Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії
імені В. П. Кухаря НАН України,
старший науковий співробітник

Захист відбудеться «01» липня 2019 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.004.04 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Автореферат розіслано «...» травня 2019 року

В. о. вченого секретаря
спеціалізованої вченої ради

О. Л. Тонха

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Світовий досвід свідчить про те, що високорозвинене картоплярство здатне забезпечувати зростаючі потреби населення у продуктах харчування, а переробну промисловість у сировині. Але воно має базуватися на найновіших науково-технічних досягненнях: сортах інтенсивного типу, використанні високоякісного насіння, прогресивних прийомах технологій вирощування, ефективній системі застосування добрив і засобів захисту рослин та високому рівні матеріально-технічного забезпечення. Ці прийоми та елементи технологій мають бути адаптованими до окремих ґрунтово-кліматичних зон. Такий підхід у високорозвинених країнах світу дозволяє досягати рівня врожайності картоплі в межах 45–55 т/га. В Україні вона коливається лише від 16 до 18 т/га. Це пояснюється низькою мобільністю виробників щодо удосконалення технологій вирощування та зміною в останні десятиліття погодних умов, особливо в період вегетації. Так, початок ХХІ ст. характеризується глобальними змінами світової екосистеми, що має значний вплив на зональні і погодні умови та клімат загалом. Такі зміни обумовлюють негативні відхилення у рості та розвитку рослин, що обмежує реалізацію їх генетичного потенціалу. У зв'язку з цим набувають значної актуальності дослідження, спрямовані на удосконалення існуючих технологій вирощування в цілому, і картоплі столової зокрема. Одним зі шляхів підвищення продуктивності цієї культури є удосконалення системи її удобрення, зокрема, досягнення реального збалансування мінерального живлення. Воно має визначатися не лише кількістю і співвідношенням елементів живлення на момент внесення, а враховувати всі процеси їх трансформації у ґрунті, які часто можуть усувати той чи інший елемент із поживного ґрунтового розчину, а, отже, створювати його дефіцит. Такі тенденції інтенсивно проявляються за стресових умов росту і розвитку рослин. Картопля столова є досить чутливою культурою в цьому аспекті. Тому актуальними є технологічні рішення, які враховують можливість стартового її забезпечення макро- і мезоелементами, стимуляцію проростання бульб і появи сходів, забезпечують їх доступність в необхідній кількості протягом періоду вегетації та стимулюють діяльність рослинного організму в період формування продуктивної частки біологічного врожаю. Такі підходи мають лягати в основу всіх наукових досліджень щодо оптимізації умов мінерального живлення картоплі столової.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження за темою дисертації здійснено у Національному університеті біоресурсів і природокористування України відповідно до науково-дослідної теми «Інноваційні методи діагностики живлення та агрохімічного забезпечення вирощування сільськогосподарських культур» (номер державної реєстрації 0115U003834, протягом 2015–2017 рр.).

Мета та завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження полягала в науковому пошуку агрохімічно і економічно ефективної схеми удобрення рослин картоплі, яка має забезпечувати оптимізацію їх живлення

шляхом технологічного поєднання в ній використання твердих мінеральних добрив (азотних і калійних) з рідкими (фосфорних), прийомів стимулювання ростових процесів у бульбах (їх оброблення) та продукційних процесів у надземній частині рослин (позакореневе оброблення) на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті в Лівобережному Лісостепу України.

Для досягнення мети вирішувалися такі завдання:

- провести моніторинг рухомих сполук макроелементів, особливо фосфору, в темно-сірому опідзоленому ґрунті в основні критичні фази росту і розвитку рослин картоплі;

- дослідити інтенсивність проростання бульб та появи сходів залежно від оброблення бульб рістстимулюючими речовинами у складі різних схем удобрення картоплі столової;

- дослідити зміни фізіолого-біохімічних процесів у рослинах залежно від різних схем удобрення;

- встановити рівень врожаю та якості бульб картоплі за внесення у передпосівну культивуацію макро-; мезо- та окремих мікроелементів і використання стимуляторів росту для передпосадкового оброблення бульб та позакореневого підживлення рослин;

- економічно та біоенергетично обґрунтувати різні схеми удобрення картоплі з метою виділення найбільш ефективних.

Об'єкт дослідження – агрохімічні процеси у темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті; фізіологічні процеси у рослинах картоплі столової за різних схем удобрення, включаючи позакореневе підживлення рістстимулюючими препаратами на фоні передпосадкового оброблення бульб.

Предмет дослідження – динаміка умісту мінерального азоту, рухомого та фіксованого фосфору і рухомого калію, коефіцієнти використання елементів живлення з добрив та їх уміст у рослинах, урожайність картоплі та показники якості бульб.

Методи досліджень: польові, лабораторні та статистичні за загальноприйнятими в агрохімії методиками.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в умовах Лівобережного Лісостепу України на темно-сірому опідзоленому ґрунті було обґрунтовано наукове рішення з оптимізації живлення рослин картоплі столової шляхом включення у систему удобрення технологічної ланки, яка базується на забезпеченні швидкого стартового росту і розвитку рослин (оброблення бульб рістстимулюючим препаратом Атонік Плюс) та управлінні проходження подальших фаз (збалансоване застосування твердих форм азотних, калійних, борних, магнієвих, кальцієвих та рідких фосфорних добрив у поєднанні із позакореневим підживленням рістстимулюючими препаратами).

Удосконалено систему передпосадкового підготовлення бульб картоплі для стимулювання ростових процесів і прискорення появи сходів шляхом зміни способу проведення цього прийому (оброблення робочим розчином рістстимулюючими речовинами на інспекційному столі за допомогою аплікатора).

Набуло подальшого розвитку питання технологічної привабливості щодо удосконалення і обґрунтування можливості заміни рідкими формами добрив твердих (амофосу).

Практичне значення одержаних результатів полягає у реальній технологічній можливості заміни традиційної схеми удобрення картоплі на більш досконалу, без особливих додаткових фінансових витрат, але із практичним забезпеченням безпосереднього управління проростанням бульб, ростом і розвитком рослин у найбільш відповідальні фази. Впровадження розробленої схеми удобрення забезпечує досягнення високого рівня агрохімічної, економічної та енергетичної ефективності вирощування картоплі столової на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Результати досліджень впроваджено у ТОВ «Біотех ЛТД» (с. Городище Бориспільського району Київської області) на площі 22 га; ПП «Паларіс» (с. Глибоке Бориспільського району Київської області) на площі 5 га.; ФГ «Швед Микола Дмитрович» (с. Змітнів Сосницького району Чернігівської області) на площі 20 га; ФГ «Флора Андрій Арсеньович» (с.мт Крижопіль, Крижопільського району Вінницької області) на площі 5 га.

Особистий внесок здобувача. Здобувач безпосередньо брав участь в опрацюванні та узагальненні джерел літератури за темою дисертації, формулюванні мети, визначенні завдань, проведенні польових і лабораторних досліджень, в узагальненні і математичній обробці експериментальних даних, апробації результатів, формулюванні наукових висновків та написанні роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні положення, висновки та рекомендації дисертації було апробовано на Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні проблеми агрохімії та ґрунтознавства» (м. Дубляни, 2016 р.); науково-практичній конференції «Наукові основи ефективного розвитку галузі землеробства та використання земельно-ресурсного потенціалу України» (м. Київ, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні агротехнології: теорія та практика» (м. Київ, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Родючість ґрунтів – основа безпеки країни» (м. Київ, 2017 р.); науково-практичній конференції «Наукові основи ефективного розвитку галузі землеробства та використання земельно-ресурсного потенціалу України» (м. Київ, 2017 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 10 наукових праць, з яких 3 статті у наукових фахових виданнях України, 2 статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 5 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з анотацій, вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 253 сторінки. Робота містить 32 таблиці та 12 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

У розділі проаналізовано результати досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених щодо характеру змін агрохімічних процесів у ґрунтах, росту і розвитку рослин, які відбуваються внаслідок оптимізації живлення картоплі підбором форм і норм мінеральних добрив. Ці зміни обумовлені їх складом. По-перше, застосування рідких фосфорних добрив на основі поліфосфатів збільшує вміст рухомих сполук фосфору у ґрунті порівняно із твердими (ортофосфат) (Пяєва Н. Ф., 1986; McLaughlin M., 2005), а також унаслідок вищої їх розчинності, зниження інтенсивності ретроградації за рахунок наявності в їх складі поліфосфатів, довшому періоду гідролізу (Torres-Dorante L. O., 2005, Chien S. H., 2011). Проте, їх вплив на агрохімічні процеси в ґрунті та живлення рослин потребує більш детальних досліджень. По-друге, у переважній частині наукових доробок оптимальне живлення картоплі розглядається з позиції збалансування застосування макроелементів і рідше мезоелементів. Вченими підкреслюється їх безперечна ефективність для підвищення продуктивності рослин (Лихочвор В. В., 2006; Молоцький М. Я., 2002). Проте, менш вивченим збалансоване живлення є у розрізі макро-, мезо- та мікроелементів (Третьяков Н. Н., 2005; Busse J. S., 2006). Однак нинішні виклики в управлінні фітоценозами зумовлюють необхідність посиленої уваги збалансування вищезазначених рівнів мінерального живлення. Це дозволяє покращити доступність кожного елемента та посилити їх синергізм, що забезпечує підвищення продуктивності рослин у цілому. По-третє, оптимізація мінерального живлення картоплі вже не розглядається без включення до схем удобрення передпосадкового оброблення бульб і позакоренових підживлень рослин рістрегулюючими речовинами (Кефели В. И., 1988; Давыдова О. Е. та ін., 2003; Stoller J., 2004), адже це забезпечує усунення негативної дії стресових факторів, формування імунітету рослин та, в підсумку, отримання додаткового врожаю.

Таким чином, на основі аналітичного огляду літератури та її узагальнення встановлено недостатній рівень обґрунтованості питань з удосконалення системи удобрення картоплі столової з позиції збалансування живлення рослин шляхом використання рідких видів добрив, проведення передпосадкового оброблення бульб та позакоренового підживлення рістстимулюючими препаратами.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наукові дослідження проведено впродовж 2015–2017 рр. у польовому короткотерміновому досліді кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва імені О. І. Душечкіна НУБіП України (Бориспільський район, Київська область). Площа посівної ділянки становила 55,6 м², облікової – 40 м². Повторність дослідів є трьохкратною. Розміщення варіантів систематичне.

Для проведення досліджень обрано сорт Моцарт (внесений до Державного реєстру сортів в 2010 році), який відноситься до середньо-пізніх сортів із періодом вегетації близько 130 днів (оригінація «HZPC Holland», Нідерланди).

Дослідження проводили на темно-сірому опідзоленому грубопилувато-легкосуглинковому ґрунті. Перед закладанням досліду його орний шар (0–25 см) характеризувався такими показниками: вміст гумусу – 1,84 %; pH_{KCl} – 5,24; вміст мінерального азоту – 13,4 мг/кг; рухомих сполук фосфору та калію – відповідно 164 і 174 мг/кг; обмінних кальцію та магнію – відповідно 7,42 і 1,64 мг/кг; рухомих сполук сірки – 2,94 мг/кг, мангану – 5,48 мг/кг; міді – 0,11 мг/кг; цинку – 0,73 мг/кг; бору – 0,85 мг/кг; заліза – 3,75 мг/кг; кобальту – 0,22 мг/кг.

У контрольному варіанті мінеральні добрива не застосовували. У варіантах, де досліджували різні форми фосфорних та їх комбінації з іншими добривами використовували сталу норму фосфору P_{105} (рис. 1). У варіантах, де досліджувалися рідкі фосфорні добрива норми фосфору кратно знижувалися від P_{105} до P_{35} із кроком P_{35} .

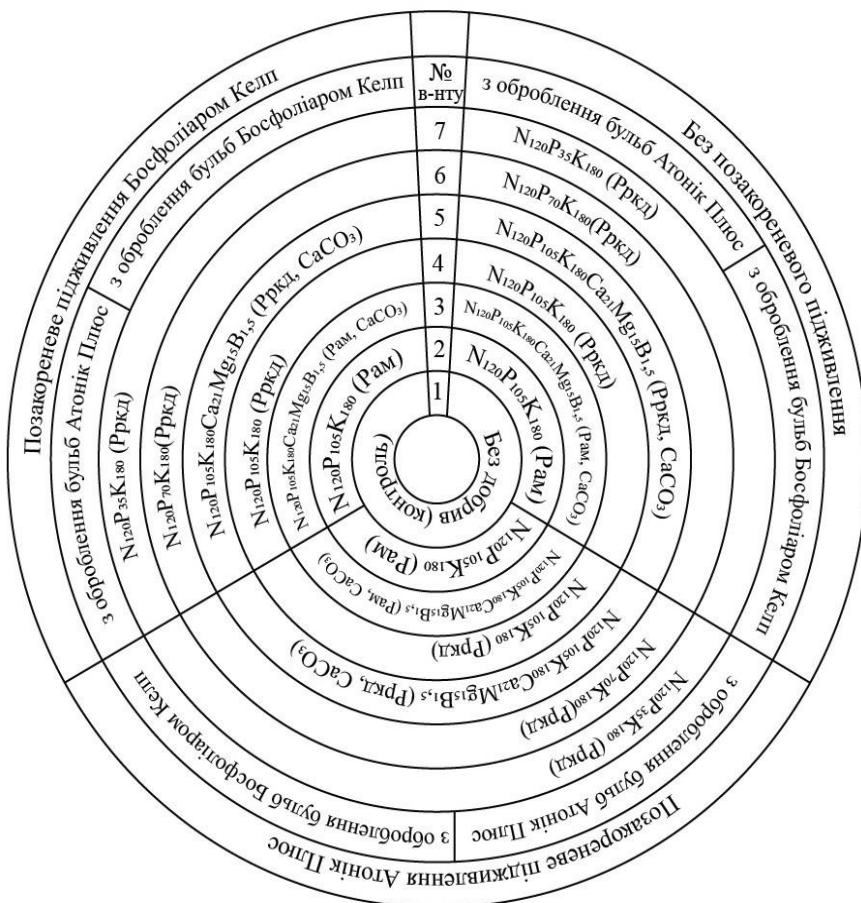


Рис. 1. Схема дослідження прийомів оптимізації умов живлення картоплі на темно-сірому опідзоленому ґрунті, 2015–2017 рр.

У досліді використовували наступні добрива: аміачна селітра (ДСТУ 7370-2013); амофос (ТУ У 24.1-31980517-001-2004), РКД 11-37 (ТУ-2186-627-00209438-01), сульфат калію (ТУ У 20.1-05766362-002-2014), сульфат магнію,

CaCO₃, Босфоліар Борон (В – 21 %), Атонік Плюс (біостимулятор на природній основі із вмістом пара-нітрофеноляту натрію – 9,0 г/л, орто-нітрофеноляту натрію – 6 г/л, 5-нітрогаїколату натрію – 3,0 г/л), Босфоліар Келп (стимулятор росту на основі екстракту натуральних фітогормонів із вмістом ауксинів – 11,0 мг/л, цитокинінів – 0,03 мг/л).

Мінеральні добрива застосовували у передпосівне внесення. Підживлення рістстимулюючими препаратами (Атонік Плюс та Босфоліар Келп) проводили у нормі по 0,6 л/га на початку фази бутонізації та через 10 діб ранцевим оприскувачем в усіх варіантах із добривами з витратою робочого розчину 300 л/га, залишаючи між тим контроль без підживлення.

Садіння бульб здійснювали з розрахунку 50 тис./га картоплесаджалкою Grimme GL34KL. Оброблення насіння рістстимулюючими препаратами (Атонік Плюс та Босфоліар Келп) проводили робочим водним розчином з концентрацією 0,20 % за допомогою аплікатора на інспекційному столі нормою витрати 3 л/т.

Відбір і підготовку зразків ґрунту до аналізу здійснювали згідно ДСТУ ISO 10381-2:2004 та ДСТУ ISO 11464–2001, а рослин – згідно загальноприйнятих в агрохімії методик, що наведені у практикумі «Агрохімічний аналіз» та «Лабораторному практикумі з агрохімії».

Зразки рослин відбирали з кожної елементарної ділянки у такі фази росту та розвитку: сходи, бутонізація, цвітіння, «зелена ягода», технічна стиглість.

У зразках ґрунту визначали: вміст нітратного азоту – потенціометричним методом (ГОСТ 26951–86); амонійного азоту – фотоколориметричним методом з реактивом Несслера (ДСТУ 4729:2007); фракційний склад фосфору за методикою Чирікова, рухомого калію – за методом Чирікова на полумєневому фотометрі (ДСТУ 4115:2002); обмінного кальцію та магнію трилонометричним методом (ГОСТ 26487–85); кислотність обмінну – потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390:2007). Вміст рухомих форм мікроелементів визначали методом атомно-абсорбційної спектروفотометрії: мангану (ДСТУ 4770.1:2007), кобальту (ДСТУ 4770.5:2007), купруму (ДСТУ 4770.6:2007), цинку (ДСТУ 4770.2:2007), бору – за методом Бергера і Труога в модифікації ЦІНАО (ГОСТ Р 50688–94).

Упродовж періоду вегетації проводили виміри довжини ростків з метою встановлення інтенсивності проростання бульб та площу листової поверхні рослин. Чисту продуктивність фотосинтезу та листовий індекс вираховували за методом А. А. Ничипоровича. Визначення вмісту сухої речовини проводили термогравіметричним методом. У зразках рослин картоплі, що відбиралися упродовж вегетації, після мокрого озолення матеріалу за методом А. Гінзбург та ін., визначали вміст елементів живлення: загального азоту – фотоколориметрично за допомогою реактиву Несслера; фосфору – фотоколориметрично за методом Деніже в модифікації А. Левицького; калію – на полумєневому фотометрі.

Збір врожаю проводили механізовано з усієї дослідної ділянки у фазу технічної стиглості згідно загальноприйнятих методик.

Для оцінки якості бульб визначали вміст крохмалю поляриметричним методом (ДСТУ 15914:2008), вітаміну С – за методом Муррі (ГОСТ 24556–89), нітратів – потенціометрично за допомогою іонселективного електроду, сухої речовини – термогравіметричним методом.

Оцінку типовості погодних умов здійснювали за статистичними критеріями варіаційного аналізу (Логвинов К. Т.). Енергетичну ефективність застосування добрив визначали за методичними рекомендаціями Ю. О. Тараріка, а економічну – за цінами у період з 2015 до 2017 року. Математичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим та з використанням комп'ютерних технологій (Microsoft Office Excel).

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ВПЛИВ РІЗНИХ СХЕМ УДОБРЕННЯ КАТОПЛІ СТОЛОВОЇ НА АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ

Динаміка вмісту мінерального азоту в ґрунті за використання різних схем удобрення. Споживання мінерального азоту рослинами картоплі протягом періоду вегетації відбувається більш рівномірно, ніж фосфору і калію. Значна його частина поглинається у період від фази сходів до фази «зеленої ягоди». Під час вивчення динаміки вмісту мінеральних сполук азоту в ґрунті у критичний період від бутонізації до цвітіння було встановлено тенденцію щодо зниження його вмісту за настання останньої фази.

У варіантах, де застосовували схему удобрення із твердою формою фосфорних добрив у нормі P_{105} , вміст мінерального азоту у фазу бутонізації досягав рівня 15,7–18,4 мг/кг ґрунту. Показники за використання рідких форм фосфорних добрив в аналогічній нормі були у межах 14,7–15,7 мг/кг. Застосування обох форм цих добрив обумовлювало зниження вмісту азоту у фазу цвітіння до рівня відповідно 7,19–10,8 і 8,52–9,80 мг/кг ґрунту порівняно з попередньою фазою. Введення до схеми удобрення з амофосом добрив з кальцієм, магнієм та бором обумовлювало збільшення вмісту цього елемента у фазу цвітіння до рівня 22,6–24,6 мг/кг відносно попередньої фази (14,1–14,6). Проте, заміна амофосу на рідкі комплексні добрив сприяла зниженню цього показника до рівня 6,81–10,4 мг/кг.

Зменшення норми рідких фосфорних добрив з P_{105} до P_{70} обумовлювало підвищення вмісту мінерального азоту у фазу бутонізації до рівня 16,6–22,7 мг/кг, а до P_{35} – 15,6–20,1 мг/кг порівняно з нормою P_{105} (14,7–15,7 мг/кг). За переходу рослин до фази цвітіння спостерігалася подібна тенденція з нижчими показниками (9,41–12,2 і 12,7–14,2 мг/кг).

Фракційний склад сполук фосфору у ґрунті за використання різних схем удобрення. Проведеними дослідженнями було встановлено, що застосування різних форм фосфорних добрив обумовлювало певну динаміку вмісту водорозчинних сполук фосфору. У варіантах із застосуванням фосфорних добрив у вигляді амофосу з нормою внесення P_{105} вміст цих сполук у фазу сходів був у межах 46,1–53,7 мг/кг та зростав до фази цвітіння (55,0–57,0 мг/кг) (рис. 2). Така тенденція обумовлена цією формою добрива,

для якого характерні повільні розчинення гранул та процеси фіксації фосфору двовалентними катіонами, що знаходяться у ґрунтово-вбирному комплексі.

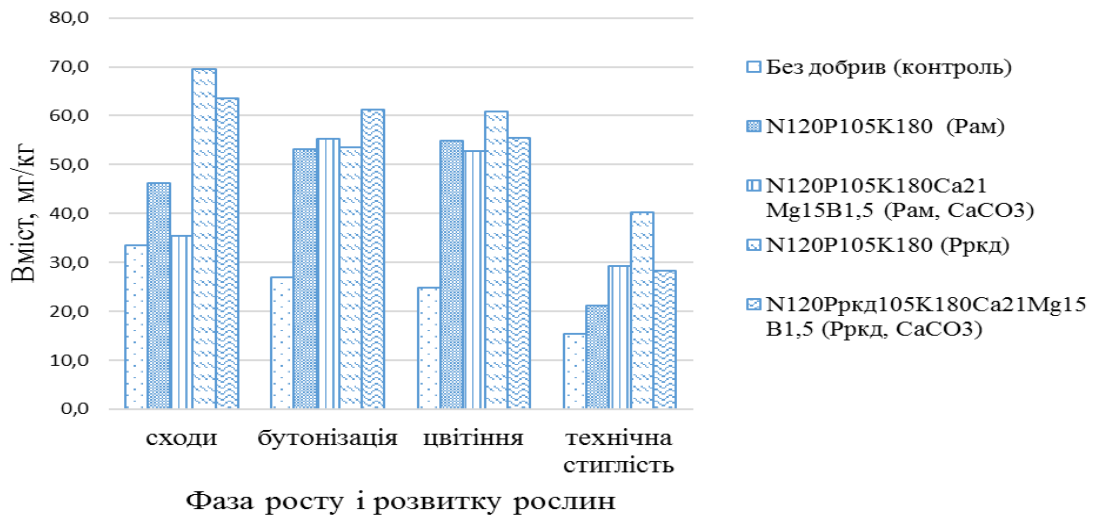


Рис. 2. Залежність вмісту водорозчинних сполук фосфору (мг/кг) у темно-сірому опідзоленому ґрунті (шар 0–20 см) від фази росту і розвитку рослин картоплі (оброблення бульб Атонік Плюс), середнє за 2015–2017 рр.

За використання рідких форм фосфорних добрив (РКД 11–37) за тієї ж норми, вміст водорозчинних сполук фосфору у фазу сходів досягав меж 53,8–69,6 мг/кг, що на 7,70–15,9 мг/кг більше порівняно з варіантами, де використовувався амофос. За досягнення рослинами фази бутонізації цей показник знизився до рівня 53,6–59,8 мг/кг. Це свідчить про активне засвоєння фосфору рослинами. У фазу цвітіння його вміст підвищився на 7,20–14,3 мг/кг порівняно з попередньою фазою, що може бути спричинено зменшенням поглинання елементів у зв'язку із перебудовою процесів метаболізму у рослинах. Таким чином, порівнюючи дві форми фосфорних добрив за однакової норми, можна відмітити, що використання рідкої дає можливість додатково забезпечити рослини картоплі вільнодоступними сполуками фосфору на початковому етапі росту і розвитку (сходи-бутонізація). Саме на початку цього періоду відбувається формування кореневої системи, а в кінці ініціація бульб.

Введення до схеми удобрення з амофосом добрив з кальцієм, магнієм та бором обумовлювало подібну до вищезгаданої тенденції динаміку вмісту водорозчинних сполук фосфору у ґрунті, але з нижчими показниками. Так, у фазу сходів у варіанті із внесенням амофосу та добрив з кальцієм, магнієм та бором у нормі Ca₂₁Mg₁₅B_{1,5} він був у межах 35,6–53,2 мг/кг, підвищувався до фази бутонізації (55,2–64,9 мг/кг) та знижувався у фазу технічної стиглості до рівня 29,2–39,1 мг/кг ґрунту. У варіантах із застосуванням рідких фосфорних добрив окремо та сумісно з кальцієм, магнієм та бором вміст фосфору досягав меж 63,5–70,2 мг/кг у фазу сходів із поступовим зниженням протягом періоду вегетації.

Проведеними дослідженнями було встановлено, що схеми удобрення, які базуються на різних формах фосфорних добрив сприяють збільшенню запасів доступного фосфору у ґрунті. Так, використання амофосу у нормі P₁₀₅ сприяло збільшенню вмісту рухомих сполук фосфору у фазу сходів на 13 мг/кг, а за РКД 11–37 – на 50–58 мг/кг порівняно з контролем (без добрив) (табл. 1). У фазу бутонізації за використання амофосу цей показник знизився до рівня 174–189 мг/кг, а рідких фосфорних добрив – 207–217 мг/кг. У фазу цвітіння відмічалася тенденція до підвищення вмісту цитратнорозчинних сполук фосфору. У варіанті із амофосом ці показники досягали меж 190–212 мг/кг незалежно від використання рістстимулюючих речовин у позакореневе підживлення. У варіанті із РКД 11–37 вміст досягав діапазону 192–226 мг/кг.

Таблиця 1

Динаміка вмісту цитратнорозчинних та розчинних у сильних кислотах сполук фосфору (мг/кг) у темно-сірому опідзоленому ґрунті (шар 0–20 см), середнє за 2015–2017 рр.

№ з/п	Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин									
		цитратнорозчинні сполуки			розчинні у сильних кислотах						
		сходи	бутонізація	цвітіння			сходи	бутонізація	цвітіння		
A ¹	B ²			B ³	A ¹	B ²			B ³		
оброблення бульб Атоніком Плюс											
1	Без добрив (контроль)	178	164	167	162	144	264	311	320	348	307
2	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рам)	191	174	207	206	212	364	465	373	361	387
3	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рам, CaCO ₃)	205	192	224	181	228	342	609	414	449	361
4	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рркд)	236	217	194	190	197	359	422	385	396	409
5	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рркд, CaCO ₃)	237	181	175	200	190	349	453	379	395	396
6	N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₈₀ (Рркд)	210	186	192	201	199	351	453	450	429	407
7	N ₁₂₀ P ₃₅ K ₁₈₀ (Рркд)	187	180	189	212	196	292	373	402	369	355
оброблення бульб Босфоліаром Келп											
8	Без добрив (контроль)	175	174	150	148	134	254	317	352	339	314
9	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рам)	188	189	198	190	211	469	495	417	438	450
10	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рам, CaCO ₃)	210	207	217	188	230	432	556	454	471	402
11	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рркд)	225	207	226	192	202	429	440	418	422	395
12	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рркд, CaCO ₃)	251	183	193	197	196	346	350	344	326	318
13	N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₈₀ (Рркд)	203	187	207	203	193	402	465	437	477	466
14	N ₁₂₀ P ₃₅ K ₁₈₀ (Рркд)	188	180	208	177	210	324	440	415	452	399
	НІР ₀₅	5,98	4,62	9,27			11,4	13,5	12,1		

Примітка. А¹ – без позакореневого підживлення; В² – з позакореневим підживленням Атоніком Плюс (0,20 % р-н); В³ – з позакореневим підживленням Босфоліаром Келп (0,20 % р-н)

За введення до схеми удобрення добрив із кальцієм, магнієм та бором вміст цитратнорозчинних сполук фосфору у ґрунті, де застосовували амофос, зростав на 14–22 мг/кг, а РКД 11–37 – на 26 мг/кг порівняно з тими, де мезо-

та мікроелементи не використовувалися. Ця тенденція пояснюється утворенням тимчасових свіжоосаджених комплексів за внесення РКД 11–37.

Дослідження з вивчення впливу різних видів фосфорних добрив та їх комбінацій на динаміку вмісту важкодоступних для рослин сполук фосфору показали, що у фазу сходів його рівень за використання рідких фосфорних добрив у нормі P_{105} коливався в межах 359–429 мг/кг. Він переважав на 95–175 мг/кг контроль та поступався на 5–40 мг/кг варіанту із використанням амофосу. За настання фази бутонізації спостерігалось збільшення цього показника в усіх варіантах. Так, за застосування РКД 11–37 у нормі P_{105} його вміст збільшився до рівня 422–440 мг/кг, а амофосу – до рівня 465–495 мг/кг. Це можливо пояснити посиленням процесів ретроградації та старінням вільнозв'язаних фосфатів.

У фазу цвітіння цей показник у шарі 0–20 см знижувався за застосування амофосу на 78–92 мг/кг, а рідких фосфорних добрив в аналогічній нормі – на 22–37 мг/кг. У контролі вміст важкодоступних сполук фосфору у фазу цвітіння зростав, що може свідчити про зменшення доступності сполук фосфору для рослин. Введення до схеми удобрення з амофосом добрив із кальцієм, магнієм та бором обумовлювало вміст вищезазначених сполук на рівні 556–609 мг/кг. За використання рідких комплексних добрив цей показник становив 350–453 мг/кг.

Зниження норми фосфорних добрив до P_{70} обумовлювало підвищення вмісту цих сполук фосфору у фазу бутонізації до рівня 453–465 мг/кг, а до P_{35} спостерігалось зниження їх вмісту до рівня 373–440 мг/кг порівняно з нормою P_{105} .

Динаміка вмісту рухомих сполук калію у ґрунті за різних схем удобрення. Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування мінеральних добрив мало значний вплив на вміст калію у ґрунті. У варіанті із амофосом вміст рухомих сполук калію у шарі 0–20 см був на рівні 266–288 мг/кг у фазу сходів та зменшувався протягом періоду вегетації культури (табл. 2). У варіанті із застосуванням рідких фосфорних добрив у нормі P_{105} його вміст досягав меж 318–346 мг/кг. За настання фази бутонізації цей показник у варіанті, де вносили амофос знизився на 42–51 мг/кг, а РКД 11–37 – на 88–121 мг/кг порівняно з попередньою фазою.

Введення до схеми удобрення із амофосом добрив із кальцієм, магнієм та бором обумовило вміст рухомого калію у фазу сходів на рівні 228–282 мг/кг, що на 38 мг/кг менше порівняно з варіантом, де вносили тільки амофос. У аналогічному варіанті із застосуванням рідких фосфорних добрив його вміст досягав меж 292–320 мг/кг, що на 38–64 мг/кг більше за показники варіанту із використанням амофосу, кальцію, магнію та бору.

За досягнення фази цвітіння вміст рухомого калію у ґрунті за схеми удобрення із амофосом був на рівні 135–191 мг/кг, а з рідкими формами добрив – 176–253 мг/кг. Це свідчить про кращу забезпеченість рослин калієм у цю критичну фазу їх росту та розвитку порівняно з тим, де азотні і калійні добрива вносили разом з амофосом.

Динаміка вмісту рухомих сполук калію (мг/кг) у темно-сірому опідзоленому ґрунті (шар 0–20 см), середнє за 2015–2017 рр.

№ з/п	Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку рослин				
		сходи	бутонізація	цвітіння		
				А ¹	Б ²	В ³
оброблення бульб Атоніком Плюс						
1	Без добрив (контроль)	193	196	147	186	155
2	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рам)	266	215	135	117	203
3	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рам, СаСО ₃)	228	216	160	162	135
4	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Ррkd)	346	258	253	201	213
5	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Ррkd, СаСО ₃)	292	217	150	159	184
6	N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₈₀ (Ррkd)	325	281	231	288	295
7	N ₁₂₀ P ₃₅ K ₁₈₀ (Ррkd)	274	220	191	171	214
оброблення бульб Босфоліаром Келп						
8	Без добрив (контроль)	186	168	158	175	137
9	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рам)	288	246	191	210	178
10	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рам, СаСО ₃)	282	230	223	278	272
11	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Ррkd)	318	197	176	213	209
12	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Ррkd, СаСО ₃)	320	255	182	181	167
13	N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₈₀ (Ррkd)	260	203	210	199	173
14	N ₁₂₀ P ₃₅ K ₁₈₀ (Ррkd)	227	259	194	282	210
	НІР ₀₅	8,6	9,32	8,97		

Примітка. А¹ – без позакореневого підживлення; Б² – з позакореневим підживленням Атоніком Плюс (0,20 % р-н); В³ – з позакореневим підживленням Босфоліаром Келп (0,20 % р-н)

За зменшення норми рідких фосфорних добрив спостерігалася тенденція до зростання вмісту калію у фазу бутонізації за норми Р₇₀ до рівня 281 мг/кг, а за Р₃₅ до зменшення (220 мг/кг) порівняно з нормою Р₁₀₅ (258 мг/кг).

**РІСТ І РОЗВИТОК ТА ПОГЛИНАННЯ КАРТОПЛЮ СТОЛОВОЮ
МАКРОЕЛЕМЕНТІВ ЗА РІЗНИХ СХЕМ ЇЇ УДОБРЕННЯ**

Вплив оброблення бульб рістактивуючими препаратами за різних схем удобрення картоплі столової на їх проростання. Проведеними дослідженнями було встановлено, що на 12 день від дати садіння бульб середня довжина ростків у варіантах із амофосом за оброблення Атоніком Плюс становила 0,59 см, а Босфоліаром Келп – 0,50 см. Заміна амофосу у схемі удобрення на рідкі комплексні добрива обумовлювала збільшення довжини ростків за оброблення бульб Атоніком на 0,06 см, а Босфоліаром Келп – на 0,46 см (табл. 3).

Введення до схеми удобрення із амофосом добрив з кальцієм, магнієм та бором сприяло збільшенню довжини ростків за оброблення бульб Атоніком до 0,78 см, Босфоліаром Келп – 0,66 см. У схемі удобрення із рідкими комплексними добривами до 0,55 і 0,47 см відповідно порівняно з нормою Р₁₀₅. Зменшення норми рідких фосфорних добрив чітких тенденцій не обумовило.

**Інтенсивність появи сходів рослин картоплі столової після
гребнеутворення за оброблення бульб рістактивуючими препаратами
та різних схем удобрення, середнє 2015–2017 рр.**

№ з/п	Варіант досліду	Середня довжина ростків на 12 день, см	Кількість рослин			
			на 21 день		на 28 день	
			шт./га	%	шт. /га	%
з обробленням бульб Атоніком Плюс						
1	Без добрив (контроль)	0,58	–	–	6493	15,2
2	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рам)	0,59	–	–	6933	16,3
3	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ V _{1,5} (Рам,СаСО ₃)	0,55	–	–	4132	9,7
4	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рркд)	0,65	81	0,2	8275	19,4
5	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ V _{1,5} (Рркд,СаСО ₃)	0,78	46	0,1	4410	10,4
6	N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₈₀ (Рркд)	0,52	35	0,1	5255	12,3
7	N ₁₂₀ P ₃₅ K ₁₈₀ (Рркд)	0,61	69	0,2	8067	18,9
з обробленням бульб Босфоліаром Келп						
8	Без добрив (контроль)	0,49	–	–	5914	13,8
9	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рам)	0,50	440	1,0	6516	15,3
10	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ V _{1,5} (Рам,СаСО ₃)	0,47	–	–	7292	17,1
11	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рркд)	0,96	150	0,4	8727	20,5
12	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ V _{1,5} (Рркд,СаСО ₃)	0,66	35	0,1	5972	14,0
13	N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₈₀ (Рркд)	0,56	35	0,1	5926	13,9
14	N ₁₂₀ P ₃₅ K ₁₈₀ (Рркд)	0,80	69	0,2	8657	20,3
НІР ₀₅ фактор А (оброблення бульб)		0,02	–	0,01	–	0,41
НІР ₀₅ фактор Б (добрива)		0,11				0,86
НІР ₀₅ взаємодія факторів АБ		0,17				1,22

Примітка. А¹ – без позакореневого підживлення; Б² – з позакореневим підживленням Атоніком Плюс (0,20 % р-н); В³ – з позакореневим підживленням Босфоліаром Келп (0,20 % р-н)

За досягнення 28 дня від дати садіння кількість сходів рослин у варіантах, де застосовували РКД 11–37 (Р₁₀₅) та оброблення бульб Атоніком Плюс була на рівні 19,4 %, а Босфоліаром Келп – 20,5 %. За схеми удобрення з амофосом цей показник за оброблення бульб Атоніком Плюс був меншим на 3,10 %, а Босфоліаром Келп – 1,10 %.

Введення кальціє-, магніє- та борвмісних добрив до схеми удобрення, як з рідкими фосфорними добривами (Р₁₀₅), так і амофосом (Р₁₀₅) зумовило зменшення кількості сходів рослин за оброблення бульб Атоніком Плюс на 9,00 та 6,60 %, а Босфоліаром Келп – на 6,50 та 1,80 % порівняно з аналогічними варіантами, де вносили тільки НРК.

Зменшення норми рідких фосфорних добрив до норми Р₇₀ обумовлювало зниження кількості сходів у варіантах з обробленням Атоніком Плюс до рівня 12,3 %, а Р₃₅ – до 18,9 % порівняно з нормою Р₁₀₅ (19,4 %). За оброблення Босфоліаром Келп цей показник становив відповідно 13,9 та 20,3 % порівняно з нормою Р₁₀₅ (20,3 %).

Дослідженнями з вивчення впливу різних схем удобрення на ріст та розвиток рослин картоплі виявлено наступні результати щодо вмісту поживних елементів в рослинах. Так, за внесення рідких комплексних добрив у нормі P_{105} цей показник досяг оптимального рівня вмісту в рослинах азоту (3,11–4,00 % на суху речовину), високого фосфору (0,61–0,94 %) та калію (4,34–6,75 %). Використання амофосу у схемі удобрення картоплі столової обумовлювало також високий рівень вмісту лише калію (3,25–6,30 %). Стосовно азоту та фосфору відбулося зниження цього показника до низького рівня – відповідно 2,25–3,34 та 0,30–0,72 %.

Зниження норми рідких фосфорних добрив до P_{35} обумовило зменшення вмісту елементів живлення у рослинах, але в межах оптимального діапазону за азотом (2,12–3,91 % на суху речовину), фосфором (0,47–0,73 %) та калієм (3,83–5,62 % на суху речовину).

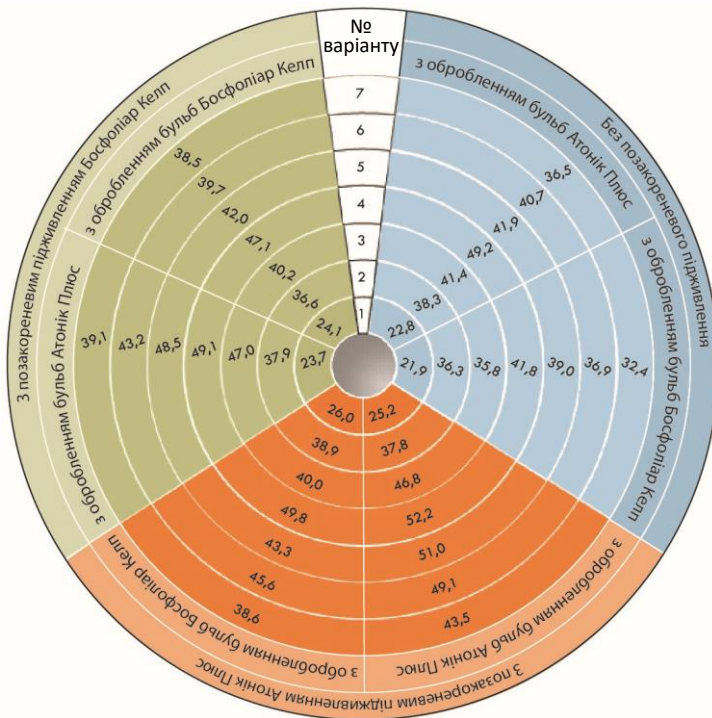
Таким чином, схема удобрення на основі рідких комплексних добрив у нормі P_{105} та $N_{120}K_{180}$ із проведенням оброблення бульб та позакореневого підживлення Атоніком Плюс сприяла оптимізації мінерального живлення рослин картоплі. Підтвердженням цього є оптимальний рівень вмісту у них елементів живлення у критичний період від бутонізація до цвітіння.

ВРОЖАЙНІСТЬ, СТРУКТУРА ВРОЖАЮ ТА ЯКІСТЬ БУЛЬБ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ ЗА РІЗНИХ СХЕМ УДОБРЕННЯ

Застосування рідких комплексних добрив на фоні азотно-калійних ($N_{120}K_{180}$) забезпечувало суттєве збільшення урожайності картоплі столової. Так, внесення їх у нормі P_{105} , оброблення бульб та позакореневого підживлення Атоніком Плюс забезпечували врожайність на рівні 52,2 т/га. Приріст врожаю складав 3,00 т/га порівняно з варіантом без позакореневого підживлення (рис. 3). Застосування у схемі удобрення фосфору у вигляді амофосу у нормі P_{105} обумовлювало зниження врожайності до рівня 37,8 т/га за обробленням бульб Атоніком Плюс та 38,9 т/га – Босфоліаром Келп, що відповідно на 19,7 та 19,3 % менше порівняно з варіантом із РКД 11–37 з тією ж нормою.

Введення до схеми удобрення добрив з кальцієм, магнієм та бором зумовило зниження врожайності картоплі столової відносно варіантів лише з НРК. Це пояснюється однаковою глибиною їх зароблення у ґрунт і можливим антагонізмом окремих елементів у ґрунтового розчині та процесами хімічного зв'язування доступного фосфору кальцієм. За норми $N_{120}P_{105}K_{180}$, де фосфор вносився у вигляді РКД 11–37 та застосування $Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ врожайність досягала меж 39,0–41,9 т/га, що на 17,1–19,2 т/га більше за контроль (21,9–22,8 т/га) та на 6,70–14,8 % менше порівняно з використанням мінеральних добрив у аналогічній нормі, але лише у вигляді НРК. На фоні амофосу врожайність була на 1,10–9,10 т/га вищою за ті варіанти, де застосовували тільки НРК.

За оброблення бульб Атоніком Плюс та зменшення норми добрив до P_{70} урожайність становила 40,7 т/га, а до P_{35} – знизилася до рівня 36,5 т/га. У варіантах з обробленням Босфоліаром Келп та внесенням P_{105} урожайність досягала рівня 41,8 т/га. За норми P_{70} вона знизилася на 4,90 т/га, а P_{35} – 9,40 т/га.



Варіант дослідю

1. Без добрив (контроль)
2. $N_{120}P_{105}K_{180}$ (Рам)
3. $N_{120}P_{105}K_{180}Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ (Рам, $CaCO_3$)
4. $N_{120}P_{105}K_{180}$ (Ррkd)
5. $N_{120}P_{105}K_{180}Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ (Ррkd, $CaCO_3$)
6. $N_{120}P_{70}K_{180}$ (Ррkd)
7. $N_{120}P_{35}K_{180}$ (Ррkd)

НР₀₅

Фактор А (оброблення бульб) – 0,70

Фактор Б (добрива) – 2,34

Взаємодія факторів – 3,32

Рис. 3. Урожайність картоплі столової (т/га) за використання різних схем її удобрення, середнє за 2015–2017 рр.

За оброблення бульб та позакореневого підживлення Атоніком Плюс у варіанті із використанням РКД 11–37 у нормі P_{105} приріст врожаю складав 3,00 т/га. За норми P_{70} цей показник збільшився на 8,40 т/га, а за норми P_{35} – 7,00 т/га порівняно з аналогічними варіантами без підживлення. Варіанти із обробленням бульб Босфоліаром Келп характеризувалися аналогічною тенденцією.

Таким чином, доцільним є включення до схеми удобрення картоплі рідких фосфорних добрив, передпосадкового оброблення бульб та позакореневого підживлення рістстимулюючими препаратами (Атонік Плюс, Босфоліар Келп).

Структура врожаю визначає його товарну цінність. В умовах дослідю необхідно відмітити те, що вихід товарної продукції (бульби >50 мм) за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{105}K_{180}$ (Р у вигляді РКД 11–37) у поєднанні з позакореневими підживленнями був найвищим і сягав 40,0–42,9 т/га. У варіанті, де фосфор вносили у вигляді амофосу приріст товарної продукції був нижчим на 10,1–14,5 т/га відносно показника у варіанті, де застосовували РКД 11–37 у аналогічній нормі. Використання Атонік Плюс і Босфоліар Келп у вищезазначені способи збільшувало вихід товарної продукції на 9,75–21,7 % порівняно з варіантами без підживлень.

Введення до схеми удобрення добрив з кальцієм, магнієм та бором зумовило зниження частки фракції бульб >50 мм відносно варіантів, де застосовували тільки НРК. За використання амофосу у нормі P_{105} її кількість сягала меж 25,5–29,6 т/га. За оброблення бульб та позакореневих підживлень Атоніком Плюс спостерігалось збільшення частки бульб фракції >50 мм

порівняно з варіантом без підживлення на 11,1 %, а за підживлення Босфоліаром Келп – на 8,78 %. За використання РКД 11–37 цей показник був на рівні 27,7–31,2 т/га, а за проведення позакореневого підживлення Атоніком Плюс на фоні P_{105} він збільшився на 4,44 %, а Босфоліаром Келп – на 4,62 %. За оброблення бульб Босфоліаром Келп, листового підживлення Атоніком Плюс та внесення амофосу цей показник збільшився на 12,0 %, Босфоліаром Келп – на 9,70 %, а за використання РКД 11–37 – відповідно на 11,0 та 7,73 % (P_{105}).

Зменшення норми внесення рідких фосфорних добрив до P_{70} на фоні $N_{120}K_{180}$ обумовлювало отримання товарної фракції в межах 27,3–30,5 т/га, що на 3,20–4,00 т/га більше порівняно з використанням норми P_{35} . Позакореневі підживлення Атоніком Плюс у цих варіантах забезпечували збільшення виходу стандартної фракції відповідно на 13,7 % (P_{105}), 25,9 (P_{70}) та 20,6 % (P_{35}), а Босфоліаром Келп – відповідно на 9,75 %, 10,2 та 13,8 %.

Таким чином, комплексний підхід до сумісного застосування рідких фосфорних добрив з передпосадковим обробленням бульб та позакореневими підживленнями рістстимулюючими препаратами забезпечує оптимізацію умов живлення картоплі столової, яка є переважаючим фактором формування високого рівня врожаю.

ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ ЗА РІЗНИХ СХЕМ ЇЇ УДОБРЕННЯ

Внесення рідких форм фосфорних добрив є економічно ефективним прийомом. Дослідженнями, які базувалися на вивченні різних схем удобрення, було встановлено, що найвищими показниками економічної ефективності характеризувалися варіанти із внесенням РКД 11–37 у нормі P_{105} та проведенням позакореневого підживлення Атоніком Плюс, де умовно-чистий дохід склав 70,0 тис. грн/га, а рівень рентабельності – 75,1 % (табл. 4). Ці показники у варіанті з аналогічною нормою без позакореневого підживлення були меншими (умовно-чистий дохід – 54,4 тис. грн/га, рівень рентабельності – 59 %).

Використання амофосу у аналогічній нормі обумовило отримання доходу на рівні 19,6 тис. грн, який був на 34,8 тис. грн меншим порівняно із використанням РКД 11–37 у нормі P_{105} . Включення до схеми удобрення з амофосом позакореневого підживлення Атоніком Плюс сприяло збільшенню доходу на 3,19 тис. грн, а Босфоліаром Келп – 4,92 тис. грн. За схеми удобрення із рідкими комплексними добривами ці показники становили 15,6 і 7,81 тис. грн.

Введення до схеми удобрення з амофосом добрив з кальцієм, магнієм та бором обумовлювало збільшення виробничих витрат на 1260 грн/га, а з рідкими комплексними добривами на 1549 грн порівняно до тих, де використовували тільки NPK. Таким чином за використання амофосу (P_{105}) у варіанті з додаванням добрив з кальцієм, магнієм та бором рівень рентабельності збільшився на 11,2 %, а з рідкими комплексними добривами знизився на 26,3 % порівняно з варіантами лише із NPK.

Таблиця 4

Економічна ефективність вирощування картоплі столової залежно від схем удобрення, середнє за 2015–2017 рр.

№ з/п	Варіант дослідю	Без підживлення					З підживленням Атоніком Плюс					З підживленням Босфоліаром Келп				
		вартість врожаю, грн/га	витрати, грн/га		умовно-чистий дохід, грн/га	рівень рентабельності, %	вартість врожаю, грн/га	витрати, грн/га		умовно-чистий дохід, грн/га	рівень рентабельності, %	вартість врожаю, грн/га	витрати, грн/га		умовно-чистий дохід, грн/га	рівень рентабельності, %
			всього	в т. ч. на добрива, РСП і їх внесення				всього	в т. ч. на добрива, РСП і їх внесення				всього	в т. ч. на добрива, РСП і їх внесення		
з обробленням бульб Атоніком Плюс																
1	Без добрив (контроль)	57165	76905	216	–	–	67181	76862	1523	–	–	60239	77185	452	–	–
2	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рам)	108926	89323	11856	19603	21,9	112869	90070	12630	22799	25,3	113893	89369	11923	24524	27,4
3	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рам, СаСО ₃)	120549	90583	12964	29967	33,1	146733	91626	13737	55107	60,1	145345	90928	13030	54416	59,8
4	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рркд)	146761	92323	14313	54438	59,0	163313	93246	15086	70066	75,1	154636	92382	14379	62254	67,4
5	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рркд, СаСО ₃)	124593	93872	16226	30720	32,7	156605	95099	16999	61506	64,7	148920	94267	16292	54654	58,0
6	N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₈₀ (Рркд)	121290	91182	13600	30107	33,0	154668	92376	14373	62291	67,4	131772	91374	13666	40398	44,2
7	N ₁₂₀ P ₃₅ K ₁₈₀ (Рркд)	108515	90288	12914	18228	20,2	133487	91413	13687	42074	46,0	121589	90485	12980	31104	34,4
з обробленням бульб Босфоліаром Келп																
8	Без добрив (контроль)	55774	76664	17,0	–	–	70139	78165	1314	–	–	60614	77024	268	–	–
9	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рам)	105079	88747	11383	16332	18,4	118546	89285	11789	29261	32,8	110209	88830	11449	21379	24,1
10	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рам, СаСО ₃)	103899	89861	12523	14037	15,6	125738	90490	12940	35248	39,0	124451	90160	12601	34291	38,0
11	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ (Рркд)	124015	91479	13839	32537	35,6	154706	92287	14245	62419	67,6	149479	91812	13905	57667	62,8
12	N ₁₂₀ P ₁₀₅ K ₁₈₀ Ca ₂₁ Mg ₁₅ B _{1,5} (Рркд, СаСО ₃)	113191	93254	15752	19937	21,4	135626	93874	16159	41752	44,5	128973	93468	15819	35505	38,0
13	N ₁₂₀ P ₇₀ K ₁₈₀ (Рркд)	109692	90521	13124	19171	21,2	138153	91374	13531	46779	51,2	123066	90726	13191	32340	35,6
14	N ₁₂₀ P ₃₅ K ₁₈₀ (Рркд)	94228	89608	12440	4620	5,20	119331	90326	12846	29005	32,1	117880	89981	12506	27899	31,0

Застосування амофосу у нормі P_{105} із $Ca_{21}Mg_{15}B_{1,5}$ та підживлення Атоніком Плюс обумовило збільшення рівня рентабельності на 6,40–34,3 %, Босфоліаром Келп – на 14,0–31,7 % порівняно із варіантами без застосування добрив з кальцієм, магнієм та бором.

Зменшення норми рідких фосфорних добрив до P_{70} обумовлювало зменшення умовно-чистого доходу до рівня 30,1 тис. грн/га, а до норми P_{35} – 18,2 тис. грн/га.

Таким чином, схема удобрення, що включає використання рідких фосфорних добрив (P_{105}) на фоні $N_{120}K_{180}$ сумісно із проведенням передпосадкового оброблення бульб та позакоренових підживлень Атоніком Плюс відзначається високою економічною ефективністю.

ВИСНОВКИ

У дисертації обґрунтовано технологічну можливість оптимізації умов живлення рослин картоплі столової на темно-сірому опідзоленому ґрунті використанням різних схем удобрення в т. ч. із включенням до них рідких фосфорних добрив. Отримані результати дають змогу зробити такі висновки:

1. Введення до схеми удобрення картоплі столової замість амофосу рідких фосфорних добрив у нормі P_{105} , проведення передпосадкового оброблення бульб 0,20 % розчином Атоніка Плюс аплікатором на інспекційному столі та двохкратного позакоренового підживлення рослин цим препаратом ($2 \times 0,6$ л/га) забезпечувало отримання урожайності на рівні 52,2 т/га. Приріст відносно варіанту з амофосом (P_{105}) склав 14,4 т/га. Зменшення норми фосфору з 105 до 70 кг/га за внесення рідких фосфорних добрив обумовило зниження приросту врожаю на 3,10 т/га, а до 35 кг/га – на 8,70 т/га порівняно із максимальною за фосфором нормою (P_{105}).

2. Включення до схеми удобрення картоплі столової замість амофосу рідких фосфорних добрив у нормі P_{105} , проведення передпосадкового оброблення бульб 0,20 % розчином Атоніка Плюс та двохкратного позакоренового підживлення цим препаратом рослин ($2 \times 0,6$ л/га) обумовлювало найбільш оптимальну структуру врожаю. Так, частка фракції бульб розміром >50 мм досягала 82,2 %, а приріст відносно варіантів із амофосом становив 7,06 %.

3. Схема удобрення, яка базується на використанні рідких фосфорних добрив (P_{105}), обробленні бульб та позакоренових підживленнях Атоніком Плюс з концентрацією робочого розчину 0,20 % забезпечувала отримання найбільш цінного з біохімічної точки зору врожаю картоплі столової. За цих умов вихід сухої речовини становив 9,36 т/га, крохмалю – 6,29 т/га, а вміст вітаміну С в бульбах – 7,14 %.

4. Рідке фосфорне добриво забезпечувало позитивний вплив на поживний режим темно-сірого опідзоленого ґрунту. Зокрема, внесення його за норми P_{105} на фоні азотно-калійних добрив ($N_{120}K_{180}$) обумовлювало високий рівень вмісту в період ініціації бульб (фаза бутонізації) рухомих сполук фосфору (266–270 мг/кг) та калію (197–258 мг/кг). На забезпеченість мінеральним азотом ця схема удобрення вагомого впливу не мала.

5. Оброблення бульб рістстимулюючими препаратами забезпечувало високу інтенсивність їх пробудження та проростання. У варіантах із рідкими комплексними добривами з нормою P_{105} на 12 день після садіння кількість збуджених бульб за оброблення Босфоліаром Келп і Атоніком Плюс досягала 100 %. Проте, перший препарат мав перевагу за середньою довжиною ростків (відповідно 0,96 і 0,65 см). За схеми удобрення із амофосом встановлено тенденцію до зниження ступеня пробудження бульб. Так, у цих варіантах кількість бульб із ростками >1 см становила 8,50–26,9 %, а за внесення рідких комплексних добрив (P_{105}) – 55,9–62,8 %.

6. Схема удобрення, яка базувалася на заміні амофосу рідким комплексним добривом (P_{105}), обумовлювала оптимальний рівень накопичення в рослинах у критичний період (бутонізація-цвітіння) азоту (3,11–4,00 %), високий фосфору (0,61–0,94 %) та калію (4,34–6,75 % на суху речовину).

7. Введення до схеми удобрення рідких комплексних добрив з нормою P_{105} є більш економічно та енергетично ефективним прийомом, ніж внесення в аналогічній кількості амофосу. За таких умов умовно-чистий дохід складав 70,0 тис. грн, а рівень рентабельності – 75,1 %. Зростання першого показника відносно варіанту з амофосом досягало 47,2 тис. грн. Вищезазначена схема удобрення забезпечувала високу біоенергетичну ефективність вирощування картоплі ($K_{ee} = 5,15$). Проте, за цим показником вона поступалася варіантам із амофосом ($K_{ee} = 6,92$).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для забезпечення високої урожайності (близько 52,2 т/га) та товарності (частка фракції >50 мм – 82,2 %) врожаю картоплі столової, створення оптимальних умов живлення рослин та досягнення високої економічної (умовно-чистий дохід – 70,0 тис. грн, рівень рентабельності – 75,1 %) і енергетичної ефективності ($K_{ee} = 5,15$) доцільно використовувати таку схему удобрення, яка включає в себе наступні прийоми:

а) передпосівне внесення рідких фосфорних добрив у нормі P_{105} та твердих азотних і калійних у нормі $N_{120}K_{180}$;

б) передпосадкове оброблення бульб рістстимулюючим препаратом Атонік Плюс із концентрацією робочого розчину 0,20 % за допомогою аплікатора на інспекційному столі з нормою витрати робочого розчину 3 л/т.

в) позакореневе підживлення рослин картоплі рістстимулюючим препаратом Атонік Плюс ($2 \times 0,6$ л/га) з витратою робочого розчину 300 л/га ($2 \times 0,6$ л/га) у фазу бутонізації та повторно через 10 діб.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Бикін А. В., Бордюжа І. П. Вплив рідких комплексних добрив на чисту продуктивність фотосинтезу рослин картоплі столової. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія Ґрунтів.

2017. № 2. С. 199–206. *(Здобувачем проведено польові і лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо продуктивності фотосинтезу, підготовлено статтю до друку).*

2. Бикін А. В., **Бордюжа І. П.** Динаміка фракційного складу сполук фосфору у темно-сірому опідзоленому ґрунті за внесення рідких фосфорних добрив. Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки. 2018. № 101. С. 178–182. *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо фракційного складу фосфору у ґрунті, підготовлено статтю до друку).*

3. Бордюжа І. П. Економічна ефективність застосування рідких фосфорних добрив за вирощування картоплі столової на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Вісник аграрної науки. 2018. № 8 (785). С. 82–85.

Статті у наукових фахових виданнях України,

включених до міжнародних наукометричних баз даних:

4. Бикін А. В., **Бордюжа І. П.** Продуктивність картоплі столової за використання рідких фосфорних добрив. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2017. № 235. С. 151–159. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо врожайності картоплі столової, підготовлено статтю до друку).*

5. Бикін А. В., **Бордюжа І. П.** Вплив рідких фосфорних добрив на показники якості бульб картоплі столової. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. Вип. 2 (72). Режим доступу до статті: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidy/article/view/10639>. *(Здобувачем проведено польові і лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо показників якості бульб картоплі столової, підготовлено статтю до друку).*

Тези наукових доповідей:

6. Бикін А. В., **Бордюжа І. П.** Рідкі добрива як фактор впливу на врожайність картоплі столової. Актуальні проблеми агрохімії та ґрунтознавства: Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, м. Дубляни, 18–19 лютого 2016 року: тези доповіді. Дубляни, 2016. С. 200–205. *(Здобувачем проведено польові дослідження, проаналізовано літературу, підготовлено матеріали до друку).*

7. Бикін А. В., **Бордюжа І. П.** Роль рідких фосфорних добрив у оптимізації фракційного складу врожаю картоплі столової. Наукові основи ефективного розвитку галузі землеробства та використання земельно-ресурсного потенціалу України: науково-практична конференція, м. Київ, 1–3 листопада 2016 року: тези доповіді. К., 2016. С. 19. *(Здобувачем проведено польові і лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо фракційного складу фосфору у ґрунті, підготовлено матеріали до друку).*

8. Бикін А. В., **Бордюжа І. П.** Оптимізація формування врожайності картоплі столової шляхом застосування Атонік Плюс у системі удобрення. Новітні агротехнології: теорія та практика: Міжнародна науково-практична

конференція, м. Київ, 11 липня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 15–16. *(Здобувачем проведено польові дослідження щодо врожайності картоплі столової, підготовлено матеріали до друку).*

9. Бикін А. В., **Бордюжа І. П.** Ефективність форми добрив за ресурсощадної технології картоплі столової. Родючість ґрунтів – основа безпеки країни: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена пам'яті професора М. К. Шикуди та 120-річчя Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 5–6 грудня 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 58–59. *(Здобувачем проведено польові дослідження, проаналізовано літературу, підготовлено матеріали до друку).*

10. Бикін А. В., **Бордюжа І. П.** Добрива як чинник підвищення продуктивності фотосинтезу картоплі столової. Наукові основи ефективного розвитку галузі землеробства та використання земельно-ресурсного потенціалу України: науково-практична конференція, м. Київ, 22 листопада 2017 року: тези доповіді. К., 2017. С. 57–58. *(Здобувачем проведено польові і лабораторні дослідження та обрахунки даних щодо продуктивності фотосинтезу, підготовлено матеріали до друку).*

АНОТАЦІЯ

Бордюжа І. П. Оптимізація мінерального живлення картоплі за вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті в Лівобережному Лісостепу України. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільсько-господарських наук зі спеціальності 06.01.04 «Агрохімія». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2019.

Дисертацію присвячено теоретичному і практичному обґрунтуванню шляхів розроблення агрохімічно та економічно ефективної схеми удобрення рослин картоплі за її вирощуванні на темно-сірому опідзоленому ґрунті, яка забезпечує оптимізацію їх живлення шляхом технологічного поєднання використання твердих мінеральних добрив (азотних і калійних) із рідкими (фосфорних), прийомів стимулювання ростових процесів у бульбах (їх оброблення) та продукційних процесів у надземній частині рослин (позакореневе оброблення).

Значення одержаних результатів полягало у доповненні сучасних уявлень про зміни агрохімічних характеристик темно-сірого опідзоленого ґрунту за використання рідких форм фосфорних добрив, які обумовлюють позитивні тенденції щодо умов живлення рослин картоплі столової. Застосування фосфорних добрив позитивно впливає на поживний режим вищезазначеного ґрунту. Включення до схеми удобрення замість амофосу рідких фосфорних добрив у нормі P_{105} на фоні азотно-калійних ($N_{120}K_{180}$) обумовило середній ступінь забезпеченості мінеральними сполуками азоту шарі ґрунту 0–20 см (15,7–25,2 мг/кг ґрунту), дуже високий стосовно рухомих сполук фосфору (227–277 мг/кг ґрунту) та калію (175–258 мг/кг) у критичний період росту та розвитку рослин картоплі від бутонізації до цвітіння).

Застосування рідких фосфорних добрив обумовлювало високу інтенсивність проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах картоплі у фазу цвітіння: чиста продуктивність фотосинтезу досягала меж 12,1–14,5 г/м²×добу, а листовий індекс – 5,46–6,26.

Схема удобрення, яка базувалася на заміні амофосу рідким комплексним добривом (P₁₀₅) обумовлювала оптимальний рівень накопичення у рослинах у критичний період (бутонізація-цвітіння) азоту (3,11–4,00 %), високий фосфору (0,61–0,94 %) та калію (4,34–6,75 % на суху речовину).

Включення до схеми удобрення картоплі столової замість амофосу рідких фосфорних добрив у нормі P₁₀₅, проведення передпосадкового оброблення бульб 0,20 % розчином Атонік Плюс аплікатором на інспекційному столі та двохкратного позакореневого підживлення рослин цим препаратом (2×0,6 л/га) забезпечувало отримання урожайності на рівні 52,2 т/га. Приріст відносно варіанту з амофосом (P₁₀₅) склав 14,4 т/га. Зменшення норми фосфору з 105 до 70 кг/га за внесення рідких фосфорних добрив обумовило зниження приросту врожаю на 3,10 т/га, а до 35 кг/га – на 8,70 т/га порівняно із максимальною за фосфором нормою (P₁₀₅).

Заміна твердих добрив (амофос) рідкими фосфорних (РКД 11–37) обумовлювала збільшення витрат на вирощування картоплі столової. Проте, за рахунок вищої врожайності за цього технологічного прийому вартість продукції порівняно до тих, де застосовували традиційну форму (амофос) підвищувалася до 70 тис. грн, а рівень рентабельності – до 75,1 %. Зменшення норми цих добрив з P₁₀₅ до P₇₀ обумовлювало зниження вартості продукції до рівня 62,2 тис. грн та P₃₅ – 42,0 тис. грн.

Ключові слова: агрохімічні властивості, ґрунт, РКД 11–37, рістстимулюючі речовини, Атонік Плюс, Босфоліар Келп, картопля столова, продуктивність, фотосинтез, урожайність, якість, біоенергетичний коефіцієнт.

АННОТАЦІЯ

Бордюжа І. П. Оптимізація мінерального питання картофеля при вирощуванні на темно-серій лесній почві в Левобережній Лесостепі України. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 «Агрохимия». Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины. Киев, 2019.

Диссертация посвящена теоретическому и практическому обоснованию путей разработки агрохимически и экономически эффективной схемы удобрения растений картофеля при ее выращивании на темно-серой лесной почве, которая обеспечивает оптимизацию их питания посредством технологического сочетания использования твердых минеральных удобрений (азотных и калийных) с жидкими (фосфорные), приёмов стимулирования ростовых процессов в клубнях (их обработка) и продуцирующих процессов в надземной части растений (внекорневые подкормки).

Значение полученных результатов состояло в дополнении современных представлений об изменениях агрохимических характеристик темно-серой лесной почвы при использовании жидких форм фосфорных удобрений, которые обуславливают положительные тенденции касательно условий питания растений картофеля столового. Применение фосфорных удобрений положительно влияло на питательный режим вышеупомянутой почвы. Включение в схему удобрения вместо аммофоса жидких фосфорных удобрений в норме P_{105} на фоне азотно-калийных ($N_{120}K_{180}$) обусловило среднюю обеспеченность минеральными соединениями азота в слое почвы 0–20 см (15,7–25,2 мг/кг), очень высокую относительно подвижных соединений фосфора (227–277 мг/кг) и калия (175–258 мг/кг) в критический период роста и развития растений (бутонизация-цветения).

Применение жидких фосфорных удобрений обусловило высокую интенсивность прохождения физиолого-биохимических процессов в растениях картофеля в фазу цветения: чистая продуктивность фотосинтеза достигла границ 12,1–14,5 г/м²×сутки, а листовой индекс – 5,46–6,26.

Схема удобрения, которая основана на замене аммофоса жидким комплексным удобрением (P_{105}) обусловила достижения оптимального уровня накопления в растениях в критический период (бутонизация-цветение) азота (3,11–4,00 %), высокого фосфора (0,61–0,94 %) и калия (4,34–6,75 % на сухое вещество).

Включение в схему удобрения картофеля столового жидких фосфорных удобрений в норме P_{105} , проведение предпосадочной обработки клубней 0,20 % раствором Атоник Плюс аппликатором на инспекционном столе и двухразовой внекорневой подкормки растений этим препаратом (2×0,6 л/га) обеспечивало получение урожайности на уровне 52,2 т/га. Прирост по отношению к варианту с аммофосом (P_{105}) составил 14,4 т/га. Уменьшение нормы фосфора с 105 до 70 кг/га при внесении жидких фосфорных удобрений обусловило снижение прироста урожая на 3,10 т/га, а до 35 кг/га – на 8,70 т/га по сравнению с максимальной по фосфору нормой (P_{105}).

Замена твердых удобрений (аммофоса) жидкими фосфорными (ЖКУ 11–37) обусловила увеличение затрат на выращивание картофеля столового. Однако за счет более высокой урожайности при этом технологическом приеме стоимость продукции по сравнению с тем, где применяли традиционную форму (аммофос) повышалась до 70 тыс. грн, а уровень рентабельности до 75,1 %. Уменьшение нормы этих удобрений с P_{105} до P_{70} обусловило снижение стоимости продукции до уровня 62,2 тыс. грн, а P_{35} – 42,0 тыс. грн.

Ключевые слова: агрохимические свойства, почва, ЖКУ 11–37, ростстимулирующие вещества, Атоник Плюс, Босфолиар Келп, картофель столовый, продуктивность, фотосинтез, урожайность, качество, биоэнергетический коэффициент.

ANNOTATION

Bordyuzha I. P. Optimization of Mineral Nutrition of Potato for Growing on Dark Gray Opodzolic Soil in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. – The Manuscript.

Thesis for the degree of a candidate of agricultural sciences in specialty 06.01.04 «Agrochemistry». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the theoretical and practical argumentation for development of the agrochemical and economic effective scheme of the fertilization for potato plants in it growing on dark gray opodzolic soil. This scheme optimizes plant nutrition and combines using of the solid mineral fertilizers (nitrogen and potash fertilizers) and liquid fertilizers (phosphorus fertilizers) with methods for stimulation of the tuber's growth (tuber treatment) and stimulation of the plant growth (foliar application).

The practical value of the results in investigation was to supplement the modern notions of changes in the agrochemical characteristics of dark gray podzolized soils for the use of liquid forms of phosphate fertilizers, which are determined positive trends regarding the conditions of nutrition of potato plant dishes. Application of phosphate fertilizers affects the nutritional status of the above-mentioned soil positively.

Inclusion in the fertilizer scheme instead of mono ammonium phosphate of liquid phosphate fertilizers APP 11–37 in the rate P_{105} on the background of nitrogen-potassium ($N_{120}K_{180}$) provided the average degree of supply by mineral nitrogen compounds in the arable layer (15.7–25.2 mg/kg of soil). Very high degree in relation to mobile compounds of phosphorus (227–277 mg/kg of soil) and potassium (175–258 mg/kg) were determined during the critical period of growth and development of potato plants (budding – «green berry»).

The application of liquid phosphorus fertilizers resulted in high intensity of the physiological and biochemical processes in potato plants into the flowering phase: the net productivity of photosynthesis reached a limit of 12.1–14.5 g/m²×day, and the leaf index was 5.46–6.26.

The fertilizer scheme, which was based on replacing with liquid complex fertilizer APP 11–37 (P_{105}), determined the optimum level of accumulation in nitrogen (3.11–4.00 %) of the plants in the critical period (budding-flowering), phosphorus (0.61–0.94 %) and potassium (4.34–6.75 % on dry matter).

The using in the scheme of potato fertilization instead of ammonium liquid phosphorus fertilizers APP 11–37 in the rate P_{105} , pre-planting treatment of tubers in a 0.20 % solution of Atonik Plus by the applicator on the inspection table and two times foliar spraying of the plants by this preparation (2×0.6 l/ha) caused tuber yield at 52.2 t/ha. The increase to the ammonium variant (P_{105}) amounted to 14.4 t/ha. Reducing the rate P from 105 to 70 kg/ha of the application of liquid phosphorus fertilizers APP 11–37 caused a decrease in the yield increase by 3.10 tons/ha, and up to 35 kg/ha – by 8.70 tons/ha compared to the maximum phosphorus norm (P_{105}).

Replacement of solid fertilizers (ammophos) with liquid phosphorus (APP 11–37) has led to an increase in the costs of potato growing. However, at the expense of higher yields for this technological reception, the cost of potato system production was increased to 70 thousand UAH compared with those where the traditional form (ammophos) was used. And the level of profitability was increased up to 75.1 %. Reducing the rate of these fertilizers to P₇₀ caused a decrease in the cost of potato production to the level of 62.2 thousand UAH. and P₃₅ – to 42.0 thousand UAH.

Key words: agrochemical properties of soil, soil, APP 11–37, growth regulating substances, Atonik Plus, Bosphorus Kelp, potato, productivity, photosynthesis, tuber yield, tuber quality, bioenergetics coefficient.