

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – КМР. 973 “С” 2022.08.26. 009 ПЗ

ІВАНОВОЇ НАТАЛІЇ МИКОЛАЇВНИ

2022 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК:631.84:635.21:631.559

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету (Директор ННІ)
Агробіологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри агрохімії та
якості продукції рослинництва

ім. О.І. Душечкіна

Тонха О. Л.

Бикін А. В.

(підпис)

(ННІ)

«

»

2022р.

(підпис)

(ПБ)

«

»

2022р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Продуктивність картоплі столової на зрошенні за диференційованого внесення азотних добрив»

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агропродуцтві»

Орієнтація освітньої програми

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор сільськогосподарських наук, професор

Бикін А. В.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доктор сільськогосподарських наук, професор

Бикін А. В.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПБ)

Виконала

Іванова Наталія Миколаївна

(підпис)

(ПБ студента)

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Агрохімії та якості продукції рослинництва
ім. О.І. Душечкіна

д. с-г. н, професор _____ Бикін А.В.

(підпис)

“ _____ ” _____ 2022р.

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Іванова Наталія Миколаївна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

НУБІП України

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агропробудництві»

Орієнтація освітньої програми _____

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

НУБІП України

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Продуктивність картоплі столової на зрощенні за
диференційованого внесення азотних добрив»

затверджена наказом ректора НУБІП України від “ _____ ” _____ 20 _____ р. № _____

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

НУБІП України

НУБІП України

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи :
- літературні джерела за темою роботи
- попередні результати дослідження колективу кафедри

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- # НУБІП України
1. Встановити рівень родючості окремих зон поля
 2. Встановити інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів в рослинах картоплі
 3. Визначити структуру врожаю картоплі столової на різних за родючістю ділянках поля

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

НУБІП України

Дата видачі завдання “ ” 20 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Бикін А. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Іванова Наталія Миколаївна
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Реферат

НУБІП УКРАЇНИ

Магістерська кваліфікаційна робота з теми «Продуктивність картоплі столової на зрошенні за диференційованого внесення азотних добрив»

Магістерська кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів і висновків та списку використаної літератури. Робота виконана на 66 сторінках. При її написанні було використано 50 літературно-наукових джерел. В роботі міститься 13 таблиць та 6 рисунків.

Актуальність теми магістерської роботи полягає у тому, що реакція рослин картоплі на внесення азотних добрив із різною нормою обумовлюється рівнем забезпечення ґрунту мінеральним азотом. Враховуючи строкатість ґрунтів в межах одного поля потреба у внесенні азотних добрив часто змінюється, тому необхідне диференціювання їх кількості. Це забезпечує рівномірну врожайність картоплі на всіх ділянках поля. Дослідження які проводяться в цьому напрямі є важливими, як з теоретичної, так і практичної точок зору. Частково цим питанням і присвячена дипломна робота.

Мета роботи: виокремити ділянки неоднорідності поля за кращим станом росту та розвитку рослин та визначити найбільш ефективну дозу внесення азотних добрив у підживлення картоплі, оцінити вплив добрив із змінною нормою на урожайність картоплі столової.

Об'єкт дослідження: фізіолого-біохімічні процеси в рослинах картоплі в неоднорідних за родючістю зонах поля

Предмет досліджень: біометричні показники рослин картоплі, елементи структури врожаю, рівень врожайності в різних зонах поля за змінних доз азотних добрив, що вносили у підживлення.

Методи досліджень: польовий, лабораторний.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: картопля столова, технологія вирощування, удобрення, неоднорідність ґрунту, диференційоване внесення, кальцієва селітра, Талленд.

Зміст

Реферат.....	5
Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури.....	8
1.1 Використання добрив за вирощування картоплі столової.....	8
1.2 Причини ґрунтової неоднорідності та її вплив на ріст та розвиток рослин.....	18
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень.....	24
2.1 Погодні умови території проведення досліджень.....	24
2.2 Ґрунтові умови території проведення досліджень.....	28
2.3 Методика проведення досліджень.....	32
РОЗДІЛ 3. Експериментальна частина.....	40
3.1 Вміст мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування картоплі столової.....	40
3.2 Біометричні показники рослин картоплі сорту Карлена за змінних доз азотних добрив в різних зонах поля.....	43
3.3 Урожайність та структура врожаю картоплі сорту Карлена в різних зонах поля.....	51
3.4 Економічна ефективність внесення змінних доз азотних добрив під картоплю в різних зонах поля.....	56
Висновки.....	59
Список використаної літератури.....	60

НУБІП України

НУБІП України

Вступ

НУБІП УКРАЇНИ

Картопля є однією з найпродуктивніших сільськогосподарських культур помірної кліматичної зони. На сьогоднішній день картоплю вирощують більш ніж у 130 країнах світу, переважно в районах північної півкулі із помірним кліматом та легкими ґрунтами. Щорічно у світі збирають майже 300 млн. т бульб. Основними її виробниками є Китай, Індія, США та Україна. На частку нашої держави припадає біля 6% світового виробництва картоплі, що зумовлено досить розвиненим науковим супроводом та в основному сприятливим кліматом [1,2].

НУБІП УКРАЇНИ

Картопля має вирощуватися в Україні за інтенсивної системи землеробства із використанням прогресивних технологій та змінних норм внесення добрив залежно від родючості ґрунтового покриву. Різкі коливання валових зборів картоплі, деякою мірою залежать від погодних умов. Проте головна причина це низька врожайність, зумовлена недостатнім ресурсним потенціалом дрібних виробників. В сучасних умовах ринкових відносин перевагу мають господарства, в яких виробництво картоплі ґрунтується на застосуванні новітніх технологій та наукових досягнень [3,4].

НУБІП УКРАЇНИ

Для отримання високих врожаїв, технологія вирощування картоплі постійно модернізується, але стає високо затратною для підприємців. Інноваційні технології, вимагають високих норм мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин, що погіршують смакові якості бульби. У зв'язку з реформуванням сільського господарства, переходом його на дрібнотоварне виробництво картопля втратила свої позиції як польова культура і повернула статус городньої [4].

НУБІП УКРАЇНИ

Таким чином за вирощування картоплі столової оптимізація живлення за внесення мінеральних добрив та диференційованих прийомів внесення забезпечує підвищення продуктивності картоплі столової та підвищення економічного ефекту використання останніх.

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 1. Огляд літератури

1.1 Використання добрив за вирощування картоплі столової

Картопля є культурою вимогливою до поживного режиму ґрунту. За сприятливих умов вирощування на формування 1 тонни врожаю бульб витрачається в середньому 6-7 кг азоту, 1,5-2,7 кг фосфору, 10-12 кг калію, 4 кг кальцію і 2 кг магнію. Витрати поживних речовин залежать від ступеня розвитку бульб, із збільшенням маси бульб коефіцієнт їх використання зростає на 20-30% [5,6].

Азоту належить вирішальна роль у формуванні врожаю картоплі. При нестачі його рослини погано ростуть, втрачають зелений колір, затримується розвиток листової поверхні. Рослини картоплі можуть використовувати азот як в аміачній, так і в нітратній формі. Серед азотних добрив найбільшого поширення набула аміачна селітра, карбамід та КАС [7,30].

Азот – один з основних біогенних елементів. Він входить до складу білкових речовин і багатьох інших природних життєво важливих для рослин органічних сполук: ліпідів, алкалоїдів, хлорофілу, фосфатидів, нуклеопротеїдів та багатьох ферментів. Уміст азоту в деяких рослинних білках становить 14,7-19,5%. У сухій речовині рослин його вміст змінюється від 0,4 до 5%. Потреба картоплі, як і інших сільськогосподарських культур, в азоті порівняно з іншими елементами живлення є значною. Порівняно з іншими елементами ефективність азотного підживлення виявляється частіше і в більшій мірі. Зазначається, що азот був і залишається лімітуючим елементом, а його поступова акумуляція – основний (вирішальний) чинник розвитку родючості ґрунту [8].

Проблему азоту в живленні рослин і в землеробстві пояснюють кількома причинами. По-перше, вищі рослини не можуть засвоювати азот безпосередньо з повітря, що становить близько 78,16% його об'єму. По-друге, в земній корі вміст азоту дуже незначний, а отже, більшість ґрунтів містять його обмежені запаси. По-третє, в умовах сучасного землеробства значна кількість азоту непродуктивно втрачається як із самого ґрунту, так і з внесених добрив [9].

У природних умовах основним джерелом живлення рослин азотом є нітрати (NO_3^-), сполуки амонію (NH_4^+), в обмеженій кількості – органічних аніонів (NO_3^-), легкокорозчинних амідів і найпростіших амінокислот. Рослини в однаковій мірі використовують аміачну і нітратну форми азоту, проте за певних умов ліпшим джерелом азоту є катіони NH_4^+ , а за інших – аніони NO_3^- .

Переважання однієї форми над іншою залежить від наступних умов: реакція середовища, склад у ньому іонів, концентрація в розчині кальцію і магнію, амонійних і нітратних солей, а також забезпеченість рослин вуглеводами. Так, в умовах кислої реакції середовища рослини краще засвоюють нітратну форму

азоту, а в умовах нейтральної – амонійну. Кінцевим продуктом засвоєння тієї чи іншої форми азоту є білкова речовина, що утворюється в наслідок синтезу амінокислот. Так, картопля, як культура, що містить у своєму насінневному матеріалі більше вуглеводів, ефективніше використовує саме амонійну форму азоту [10].

Рослини поглинають азот і синтезують білок та інші азотисті речовини впродовж усієї вегетації, але інтенсивність цих процесів та вміст азоту як загалом у рослині, так і в окремих її органах різний у різні фази росту й розвитку. Найбільше азоту містять молоді рослини. В міру накопичення органічної маси вміст азоту знижується, хоча абсолютне винесення і збільшується внаслідок безпосереднього надходження його в рослину у мінеральній формі, яка поглинається з ґрунту. Змінюється також і вміст азоту в деяких органах рослин [11].

Участь азоту у важливих життєвих процесах дає змогу регулювати азотне живлення рослин і збільшувати їх продуктивність. Підвищення рівня азотного живлення збільшує засвоєння рослинами інших елементів P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn і Zn. Оптимальне азотне живлення рослин інтенсифікує синтез білкових речовин, пришвидшує ріст і затримує старіння рослинного організму, посилює і продовжує життєдіяльність листків. При цьому рослини швидше ростуть, утворюють міцні стебла і листки інтенсивно-зеленого кольору, поліпшується формування репродуктивних органів, підвищується продуктивність. Проте

надлишкове живлення рослин азотом не завжди зумовлює підвищення їх продуктивності [12].

Кількість азоту у ґрунті не є єдиним фактором, що впливає на вміст азоту в рослинах. Вміст загального і білкового азоту, а також напрям процесів синтезу білка в листках і бульбах рослин картоплі в значній мірі залежить від умов вирощування. Недостатнє кореневе живлення, низька вологість ґрунту найбільш негативно впливають на процеси синтезу білка як в листках, так і в бульбах картоплі [13].

Азот мінеральних добрив майже повністю витрачається в рік його внесення. Для підвищення ефективності азотних добрив слід максимально знизити фізичні витрати азоту та запобігти його виділенню в атмосферу його газоподібних сполук, що утворюються в процесі нітрифікації та денітрифікації [8].

На ефективність застосування азотних добрив значно впливають такі чинники: географічні закономірності їх дії; комплекс агрохімічних та меліоративних заходів, які використовують у сівозміні або під певну культуру; технологія внесення азотних добрив, тобто строки, способи, форми і т.д.; удосконалення форм азотних добрив і застосування інгібіторів нітрифікації; використання найефективніших методів встановлення доз азотних добрив. Також ефективність азотних добрив істотно підвищується після вапнування кислих ґрунтів, що пояснюється ліпшим засвоєнням азоту, підвищенням іммобілізації азоту ґрунтом, поліпшення фосфорного живлення рослин. У районах з низькою зволоженістю та недостатньою кількістю опадів позитивна дія азотних добрив посилюється за застосування зрошення, особливо за поєднання оптимальних доз азоту і режимів зрошення за застосування систем фертигації на полях. В умовах недостатнього зволоження їх дози мають бути меншими, ніж за оптимальних умов та зрошення [14,15].

У зв'язку з тим, що різні сорти та гібриди сільськогосподарських культур мають неоднакові біологічні особливості розвитку і по-різному реагують на родючість ґрунту, попередники, гідротермічні умови, дози добрив, строки й

способи їх застосування диференціюють залежно від запланованої урожайності на кожному полі або ділянках з неоднорідною родючістю ґрунтового покриву навіть на одному полі. Чим вищий урожай і чим нижча родючість ґрунту, тим більше потрібно вносити азотних добрив. Для запобігання зниження врожайності, погіршенню якості продукції та забрудненню навколишнього середовища сполуками азоту дози азотних добрив мають не перевищувати максимально допустимих величин [16].

Ефективність азотних добрив можна також підвищити запровадженням локальних способів внесення та застосуванням добрив пролонгованої дії. Їх ефект обернено пропорційний до запасів мінерального азоту в кореневмісному шарі ґрунту. Тому всі методи встановлення оптимальних доз азотних добрив, які нині застосовують, зводяться до аналізу та розрахунку вмісту мінерального азоту в ґрунті перед сівбою та на ранніх фазах росту й розвитку рослин [17].

Незважаючи на те, що азотні добрива є важливим фактором підвищення потенційної врожайності, їх можна вносити тільки на фоні високих доз фосфорних і калійних [16].

Рослини засвоюють фосфору значно менше, ніж азоту, але він відіграє активну роль в усіх процесах обміну в рослинному організмі. Під його впливом поліпшується якість та результат зберігання бульб, підвищується стійкість рослин і бульб проти хвороб, механічних пошкоджень, зростає вихід насіння з бульб [18].

Співвідношення мінеральних і органічних сполук фосфору залежить від віку рослин і загального забезпечення їх фосфором. у молодих рослинах частка органічного фосфору значно більша, ніж у старих.

Мінеральні сполуки фосфору в рослинах представлені фосфатами кальцію, магнію, калію, амонію тощо. Накопичення їх у рослинах є ознакою високої їх забезпеченості фосфором.

Органічні сполуки фосфору – це ефіри фосфорної кислоти. До них належать фосфатиди, фосфопротеїди, фігін, цукрофосфати, нуклеїнові кислоти, нуклеопротеїди та інші сполуки [19].

Максимальна кількість фосфору міститься в репродуктивних органах, де його у 3-6 разів більше міститься, ніж у вегетативних і молодих частинах рослин, що сприяє інтенсивному перебігу процесів синтезу органічних речовин.

У насінні міститься достатній запас фосфору для формування кореневої системи, яка почне поглинати його з ґрунту. Фосфор сприяє також швидкому утворенню кореневої системи рослин. При цьому рослини краще засвоюють воду і поживні речовини з ґрунту, швидше формують наземну масу. Основну частину фосфору рослини використовують у перші фази росту й розвитку, створюючи відповідні його запаси. Потім фосфор легко переміщується зі старих тканин у молоді, тобто відбувається його реутилізація [20].

Фосфорне голодування рослин у ранній період росту чинить настільки депресивний ефект, що його неможливо усунути наступним оптимізованим фосфорним живленням [21].

У разі підживлення рослин розчином із фосфором через листки переміщення його в інші органи відбувається досить повільно і в невеликій кількості. Оптимальний синтез фосфорорганічних сполук у рослині відбувається лише за умови засвоєння сполук фосфору через кореневу систему.

Якщо ж розчином фосфорних добрив обробляють вегетативні органи, то навіть за оптимальних концентрацій рослини починають відставати у рості від рослин з кореневим живленням фосфором. Листки відмирають раніше і містять багато фосфору, тоді як за кореневого живлення його вміст незначний: він переміщується в інші органи, переважно генеративні. Тому фосфорне живлення рослин має забезпечуватися через кореневу систему. Негативна дія нестачі фосфору в ранній період позначається на всьому подальшому розвитку рослин. Вони залишаються низькорослими, пригніченими, початок цвітіння розпочинається пізніше. Це пов'язано з тим, що унаслідок нестачі фосфору чи інших елементів живлення не відбувається поділ клітин для утворення додаткового ядра. Отже, на відміну від рослин, які відчувають нестачу азоту і мають через це скорочений цикл розвитку, рослини за нестачі фосфору фізіологічно молодші. Фосфор поліпшує їх водний режим і значно зм'якшує

дію на них посухи внаслідок накопиченню у вузлах кушіння більшої кількості цукрів, сприяє перезимівлі озимих культур і багаторічних трав, підвищує стійкість рослин проти хвороб, урівноважує дію азотних добрив [20, 21].

Фосфор позитивно впливає на підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Крім того, він сприяє формуванню високих харчових і технологічних якостей продукції. Оптимальне фосфорне живлення рослин збільшує частку товарної продукції в біологічному врожаї. Одночасно підвищується вміст крохмалю в картоплі. Проте надлишок фосфору також несприятливий для розвитку рослин. Так, вони містять багато мінеральних фосфатів, зокрема у вегетативних органах, пришвидшується їх вегетація, не встигає сформуватися високий урожай. За надлишку фосфору погіршується живлення рослин цинком [22-24].

Дози фосфорних добрив встановлюють з урахуванням рівня запланованої врожайності, біологічних особливостей культур, типу, гранулометричного складу й агрохімічних властивостей ґрунту, попередників, наявності інших видів добрив. В основне удобрення зазвичай вносять від 40 до 120 кг/га P_2O_5 . Під картоплю ж застосовуються переважно середні дози добрива [25].

В умовах нестійкого і недостатнього зволоження ефективність добрив значно залежить від глибини загортання їх у вологий ґрунт. Фосфор із добрив найліпше засвоюється тоді, коли вони зароблені в шар ґрунту 10-20 см. У зв'язку з малою рухливістю фосфатів у ґрунті перенесення частини фосфору з основного удобрення для підживлення або заміна ним основного удобрення недоцільна навіть тоді, коли використовують його легкодоступні форми. Рядкове удобрення використовують для поліпшення умов живлення рослин фосфором на початку вегетації, а основне – для забезпечення їх цим елементом упродовж усього періоду вегетації [1, 7, 16, 26].

Рядкове удобрення забезпечує розміщення добрив біля насіння і скорочує тривалість їх взаємодії з ґрунтом до періоду активного засвоєння. Позитивний факт локалізації добрив пояснюють зниженням фіксації фосфору внаслідок

взаємодії добрива з меншим об'ємом ґрунту, створення поблизу коренів рослин зон із підвищеним вмістом рухомих фосфатів [17, 27].

На швидкість поглинання фосфору ґрунтом можна впливати двома способами: насиченням ґрунтових колоїдів фосфатами та локалізацією фосфорних добрив. За розкидного внесення фосфорних добрив для повного насичення ґрунтових колоїдів потрібні дуже високі дози фосфорних добрив. За локального внесення фосфати поглинаються лише по периферії стрічки добрив, усередині ж осередку вони залишаються в легкодоступній для рослин формі. Це сприяє ліпшому забезпеченню рослин фосфором упродовж вегетації,

причому зростають і врожаї, і коефіцієнт використання фосфору добрив. Локальне внесення фосфорних добрив під картоплю на 20-25% підвищує їх ефективність [7, 17, 27].

Калій відіграє винятково важливу роль у живленні картоплі. Він посилює водоутримну здатність протоплазми, завдяки чому рослини легше переносять короткочасні посухи. Достатня забезпеченість картоплі калієм не тільки підвищує врожай, а й поліпшує якість бульб, їх стійкість до потемніння та стійкість рослин до хвороб [28, 29].

Калій є виключно функціональним елементом і бере участь в основних фізіологічних процесах. За період росту і розвитку рослин він переміщується зі старих органів і тканин у молоді, що ростуть, де він проходить процес реутилізації. Тому у вегетативних органах вміст калію завжди ніж у бульбах.

Так у листках картоплі вміст K_2O складає 4-6% в перерахунку на суху речовину. Серед усіх зольних елементів саме калій рослини засвоюють найбільше. За середньої врожайності картопля виносить від 200 до 400 кг $K_2O/га$. Засвоєння калію рослинами впродовж вегетації залежить від їх біологічних особливостей, так для картоплі цей період спостерігається під час найбільшого приросту біомаси [19, 29, 30].

Калій у рослинах оптимізує кислотно-лужний баланс, підвищує фотосинтетичну активність, прискорює відтік і здатність до накопичення продуктів фотосинтезу, бере активну участь у білковому і вуглеводному

обмінах, активує діяльність більш як 60 ферментів і ферментативних систем, регулює процеси відкриття і закриття пролихів на листках, що знижує інтенсивність транспірації. За оптимальної забезпеченості калієм в бульбах крохмалю накопичується більше крохмалю, підвищується стійкість рослин проти грибних і бактеріальних захворювань, в тому числі збудників гнилі у картоплі.

Нестача калію гальмує деякі біохімічні процеси в рослині, що негативно впливає на обмін речовин. Спочатку молоді рослини жовкнуть, потім буріють і поступово відмирають. Відмирання старіших листків починається з верхівки, поширюється вниз по їх краях, а потім між жилками. Недостатнє живлення калієм збільшує витрати цукрів на дихання, знижує врожайність та якість продукції, погіршує здатність бульб до зберігання. Саме картопля найчастіше потерпає від нестачі калію, оскільки потребує велику кількість цього елемента.

Найчастіше вона проявляється в період інтенсивного росту та розвитку рослин у середині вегетації, в цей час його вміст знижується в 5 разів у порівнянні із нормальним [20-22, 32].

За надмірного калійного живлення рослини спочатку між жилками листків з'являється мозаїка блідих плям, які з часом буріють і листки опадають.

Ріст і цвітіння рослин гальмуються, в бульбах картоплі знижується вміст крохмалю, погіршуються їх смакові якості. Крім того, за надлишку калію в ґрунті спостерігається магнієве голодування [1], 31, 32].

У зв'язку з більш високим вилученням калію рослинами, ніж інших елементів живлення, деградація калійної складової родючості ґрунтів може проходити значно швидше, ніж це можна передбачити, наприклад у відношенні фосфору, тому досить важливий постійний контроль за станом калію в ґрунті.

Калійні добрива найефективніші на легких дерново-підзолистих ґрунтах Полісся, на осушених торф'яниках, сірих лісових ґрунтах і чорноземах вилужених Лісостепу. Так, на ґрунтах середнього і важкого гранулометричного складу калійні добрива вносять під час осіннього обробітку ґрунту. Добрива при цьому потрапляють у вологий шар ґрунту. Добрива при цьому

потрапляють у вологий шар ґрунту, де локалізована основна маса коренів рослин, і краще засвоюються рослинами [9, 33, 34].

Під культури, які виносять з урожаєм багато калію, серед яких і картопля, дози добрив складають 90 - 120 кг/га K_2O . Картопля дуже чутлива до хлору (знижується вміст крохмалю в бульбах, погіршуються їх смакові якості). Тому

калійні добрива краще вносити восени, щоб забезпечити вимивання аніонів хлору за межі кореневмісного шару ґрунту, так під дією атмосферних опадів вони переміщуються вниз по профілю ґрунту. Для внесення в підживлення

краще використовувати безхлорні форми калійних добрив, але все ж вони є

менш ефективні, ніж за разового внесення всієї дози до сівби, оскільки

коренева система рослин розвивається в пошуках вологи у глибших шарах ґрунту. Лише в умовах зрошення (на ґрунтах легкого гранулометричного складу

частину норми калійних добрив іноді доцільно застосовувати для підживлення просапних культур [1, 23, 33, 35].

В оптимізації мінерального живлення, особливо при застосуванні під картоплю підвищених норм мінеральних добрив, важливе має застосування мікроелементів. На ґрунтах з низькою забезпеченістю тим чи іншим

мікроелементом застосування мікродобрива сприяє не тільки підвищенню

врожайності бульб, але й ефективності добрив. Тому важливим є аналіз забезпеченості ґрунту мікроелементами за допомогою сучасних методів діагностики [21].

Кальцій потрібний для нормального росту та розвитку наземних органів рослин та їх кореневої системи. У рослини він надходить упродовж усього

періоду активного росту. Погравивши в рослину, іони кальцію перебувають у ній у вільному стані, частина їх взаємодіє із органічними речовинами. Так,

кальцій підвищує стійкість рослин, усуває токсичну дію деяких мікроелементів (міді, заліза, цинку), сприяє кращому транспортуванню вуглеводів і білкових

речовин, синтезу хлорофіту, росту коренів. Дефіцит кальцію затримує ріст листків, їх жилки буріють (провідні пучки загнивають бурими продуктами розкладання клітковини), на них спочатку з'являються хлоротичні плями, потім

вони відмирають. Такий прояв спостерігається на молодих листках, при цьому листки, які утворились раніше, не відчувають нестачі кальцію і залишаються нормальними, що свідчить про його неможливість в організмі рослин [12, 19].

У різних частинах і органах рослин містяться різні кількості кальцію: в листках і стеблах його значно більше ніж в генеративній частині рослин. Тому більша частина кальцію, яка вивієна рослинами з ґрунту, з нетоварною частиною врожаю і залишена на полі, знов повертається у ґрунт. Ефективним застосуванням кальцієвих добрив є позакореневе підживлення внесенням невеликих доз на вегетативну частину рослин [15].

Отже, картопля як сільськогосподарська культура, досить вибаглива до умов живлення, особливо для формування високих врожаїв. Не завжди за різної врівняності вмісту макроелементів можна досягти оптимізації живлення рослин без суттєвого коригування норм та доз добрив.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1.2 Причини ґрунтової неоднорідності та її вплив на ріст та розвиток рослини

Починаючи з останнього десятиліття двадцятого століття, аграрії все більше зацікавлені у використанні інформаційних технологій в сільському господарстві для агрономічно та/або економічно оптимізованих систем виробництва сільськогосподарських культур. Однією з найбільш очевидних стратегій є управління залежно від території, або, загалом, точне землеробство.

Щоб зрозуміти, чому неоднорідність ґрунту пов'язана з строкатістю врожаю, важливо зрозуміти, що змушує навіть найкраще керовані господарства забезпечувати суттєво різні умови вирощування від одного місця до іншого.

Неоднорідність ґрунту – мінливість його властивостей у межах елементарного ґрунтового ареалу, поля сівозміни. Тобто, це є характеристикою окремого ґрунтового контуру в межах одного поля, а не ґрунтового покриву.

Таке уточнення дуже важливе, оскільки воно відокремлює проблему від традиційного погляду на неоднорідність ґрунтів в залежності від кліматичних та територіальних зон [36].

Початкові фактори, що впливають на неоднорідність ґрунтів, пов'язані з п'ятьма характеристиками ґрунтоутворення: материнською породою, кліматом, рельєфом, організмами (включаючи рослини) і часом. Ці фактори обумовлюють формування унікальних властивостей ґрунтів в кількох масштабах – глобальному, регіональному, між полями сівозміни та в межах одного поля, аж до ґрунтових агрегатів. Ці природні джерела мінливості домінують як основний вплив на неоднорідність ґрунтів у глобальному та регіональному масштабах. В межах поля та його елементарних ділянок мінливість, що виникає в природі, може залишатися досить значною, але історичне управління стає ще одним важливим фактором, що впливає на неоднорідність [17].

Для цілей управління сільськогосподарськими культурами найбільший інтерес становить неоднорідність у межах одного поля. Аграрії повинні

ретельно відібрати зразки, щоб точно визначити варіабельність властивостей ґрунту, що їх цікавить. При розробці процедури відбору зразків для поля слід враховувати будь-які відомі фактори, які можуть впливати на особливості властивостей ґрунту (наприклад, історичне внесення органічних добрив або колишня наявність ферми) [37].

Внесення змін у ґрунт, таких як добриво та вапно, також можуть вплинути на неоднорідність властивостей ґрунту. Наслідки можуть бути короткочасними або стійкими. Хоча приділити увагу дослідженням забезпечення рослин азотом та неоднорідності розвитку рослин в межах одного

поля за рахунок цього фактору. Дослідження проводилися в США, штат Небраска, на зрошуваних полях кукурудзи (рис 1.1) [37]. Знімок ілюструє як природні, так і спричинені внесенням азотних добрив неоднорідності врожаю.

Оскільки азот у ґрунті дуже динамічний, гетерогенність у ґрунтового забезпеченні азотом також є динамічною. Світлі ділянки цього поля мають дефіцит азоту для культур, тоді як темні ділянки мають достатній запас азоту для задоволення потреб культур на цій стадії росту. Нерегулярні вигнуті моделі дефіциту азоту пов'язані з нижчими позиціями ландшафту в полі, де вода накопичувалася та викликала денітрифікацію. Правильні лінійні смуги поперек

поля є результатом нерівномірного внесення азотних добрив. Більш темні смуги отримали більше добрив; світліші смуги отримали менше. Ці регулярні моделі нерівномірного внесення добрив більш виражені в нижніх/вологіших областях поля, де денітрифікація була більшою.

Схожі особливості забезпечення ґрунту азотом можуть спостерігатися і на полях інших культур, зокрема картоплі. Слід враховувати, що в межах одного поля забезпеченість рослин азотом є нерівномірною за рахунок багатьох факторів. А неоднорідність розвитку рослин спостерігається впродовж всього періоду вегетації культури, від стадії проростання сходів до технічної стиглості.

Результатом неоднорідності властивостей ґрунтового покриву є неоднорідність врожаю. Тому для отримання рівномірної врожайності в межах всього поля,

рослини потребують внесення диференційованих доз азотних добрив, що забезпечить вирівнювання строкатості поля [36-38].



Рис. 1.1 Неоднорідність розвитку рослин кукурудзи за різних умов азотного живлення (Небраска, США), 2010р.

Міра просторової неоднорідності ґрунтового покриття може відрзнятися залежно від властивостей неоднорідності. Деякі властивості, такі як вміст нітратів у ґрунті, сильно змінюються на короткій відстані, в межах декількох метрів. Інші властивості, такі як вміст вуглецю у ґрунті, змінюються головним чином на відстані до декількох кілометрів. У табл. 1.1 наведено діапазони моделей варіограм (вимірювання просторової структури ґрунту) і коефіцієнти варіації для кількох впливових властивостей ґрунту [38].

Властивості ґрунту можуть змінюватися як у часі, так і в просторі. Крім того, деякі властивості дуже динамічні, швидко змінюються з часом, тоді як інші властивості відносно стабільні, незначно змінюючись з року в рік. При оцінці просторової неоднорідності часова мінливість іноді може виявитися важливим фактором. Динамічні властивості також можуть змінюватися в різних часових масштабах. Наприклад, на невеликій глибині температура ґрунту змінюється за однією добовою сметою та іншою за сезонної зміни. Цей

вплив зменшується з глибиною, поки на певній глибині температура не стане майже постійною впродовж всього року. Іншими прикладами високодинамічних властивостей є: вологість ґрунту, мікробна активність, водорозчинні солі, концентрація поживних речовин у ґрунтовому розчині та окисно-відновний потенціал ґрунту. Приклади відносних статичних властивостей включають: глибину ґрунту, текстуру, колір, здатність до катіонного обміну та об'ємну щільність [27-38].

Таблиця 1.1

Неоднорідність ґрунтових властивостей ґрунту

(Mulla and McBratney), 2000

Показник	Діапазон для моделей варіограми, м	Просторова залежність	Коефіцієнт неоднорідності, %	Величина неоднорідності
насичена гідравлічна провідність	1-34	короткий діапазон	48-325	Висока
вміст піску	5-40	короткий діапазон	3-37	Низька-середня
вміст в ґрунті води	14-76	короткий - середній діапазон	4-20	Низька-середня
pH ґрунту	20-260	короткий - довгий діапазон	2-15	Низька
врожайність культур	70-700	середній - довгий діапазон	8-29	Низька-середня
вміст нітратів у ґрунті	40-275	середній - довгий діапазон	28-58	Середня-висока
вміст доступного калію в ґрунті	75-428	середній - довгий діапазон	39-157	Висока
вміст доступного фосфору в ґрунті	68-260	середній - довгий діапазон	39-157	Висока
вміст в ґрунті орг. речовини	112-250	довгий діапазон	21-41	Середня-висока

Агрохімічні властивості ґрунту характеризуються високою величиною неоднорідністю, яка збільшується за рахунок сільськогосподарської діяльності

людини. Тому аналіз впливу цих показників на ріст та розвиток рослин є актуальним для впровадження в точному землеробстві.

Для виявлення неоднорідності стану розвитку рослин використовують як традиційні методи прямих спостережень за реєлинами в полі, так і методи сучасної дистанційної діагностики. Найбільш поширеними є NDVI знімки (normalized difference vegetation index). Вони орієнтовані на оцінку вегетативного індексу рослин і є ефективними за діагностики азотного живлення та його дефіциту [17,27].

Забезпечення диференційованого управління культурами відповідно до неоднорідності ґрунту – це питання знання того, чим можна керувати, а чим ні. Як зазначалося раніше, просторова мінливість виникає з різних джерел, які зазвичай поділяються на дві широкі категорії: природні та зумовлені людською діяльністю. Природними джерелами мінливості є перш за все ті, що пов'язані з процесами ґрунтоутворення. Однак, як тільки ми починаємо обробляти землі, ми викликаємо додаткові зміни в середовищі вирощування сільськогосподарських культур. Ці зміни можуть впливати на ґрунт, ґрунтову воду, повітря та температуру ґрунту. Взаємодія між цими факторами разом зі змінами погоди також спричиняє мінливість, яку іноді пов'язують з неоднорідністю ґрунту [27,37].

Неоднорідність властивостей ґрунту можна класифікувати як статичну або динамічну. Доцільність розгляду цих варіацій змінюється залежно від імовірності досягнення позитивного економічного прибутку та обґрунтування використання необхідного часу. Таким чином, перелік економічно керованих факторів стає залежним від конкретної операції, залежно від наявних ресурсів і співвідношення ефективності та ризику. Розглядаючи просторово диференційоване управління культурами, спочатку визначить типи та рівні неоднорідності ґрунту. Іншими словами, ми маємо орієнтуватися на те, які властивості ґрунту змінюємо і наскільки? По-друге, маємо визначити розмір керованої території. Також доцільно визначити, що спричиняє мінливість і чи можна зробити вигідні зміни. Іншими словами, чи

буде збільшення прибутку від управління конкретним місцем значно більшим, ніж пов'язані із ним витрати [17]?

Неоднорідність ґрунту спричинена як природними процесами, так і господарською діяльністю, і може бути описана в термінах статичних і динамічних змінних. Управління цими змінними визначається насамперед за

допомогою правил економіки виробництва. Виробники повинні розуміти джерела неоднорідності ґрунтів і вміти робити якісну та, за необхідності, кількісну оцінку просторової неоднорідності ґрунтів. Якщо потенційні вигоди

перевищують витрати та час, необхідні для усунення неоднорідності ґрунту,

диференційована обробка сільськогосподарського поля відповідно до місцевих

умов може бути доцільною та може потенційно покращити економічні та екологічні результати виробництва й оптимізувати цикл вирощування

сільськогосподарських культур [27, 36-38].

Отже, для успішного управління рослинницькою галуззю в сільськогосподарських підприємствах необхідно оволодіти технологіями визначення ґрунтової неоднорідності та вмонтувати їх у загальну технологію диференційованого використання агресурсів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень

2.1 Погодні умови території проведення досліджень

Дослід із вивчення впливу диференційованого внесення азотних добрив в зонах поля з неоднорідним станом рослин картоплі проводився на території господарства ТОВ «Біотех ЛТД» (с. Городище, Бориспільський район, Київська область) у 2022р. Господарство розміщене в північній частині Лісостепу України. Кліматичні умови цього регіону є сприятливими для вирощування більшості культур, в т. ч. й картоплі. Клімат є м'яким, помірним, без переважання високих температур і тривалих засух, однак з характерною нестачею вологи, особливо в початковий період вегетації картоплі. Середньорічна температура в регіоні складає $6-8^{\circ}\text{C}$. Середня кількість опадів – 476-568 мм/рік [29, 30].

Аналіз ходу температур (рис. 2.1) та характеру опадів (рис. 2.2) на території розташування господарства проводився на основі даних метеостанції iMetos у в період з січня по вересень 2022р [31].

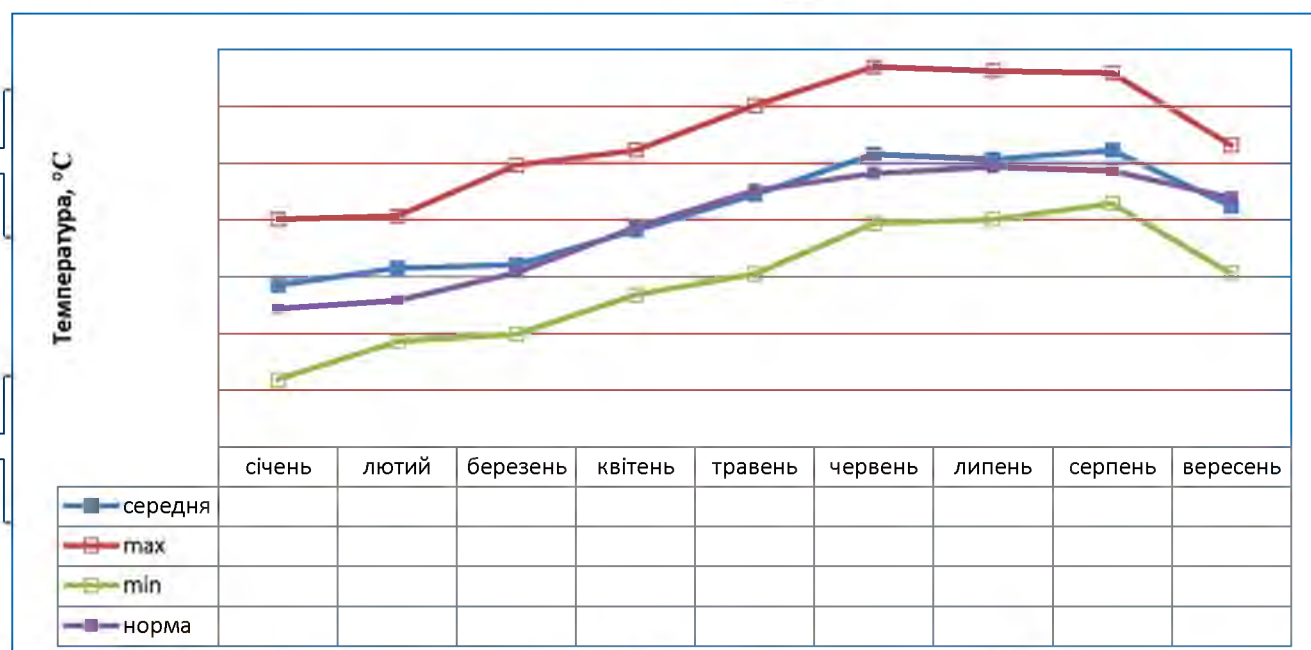


Рис. 2.1 Характер зміни середньомісячних температур на території господарства відносно норми для регіону з урахуванням максимальної та мінімальної температури місяця, 2022р.

Так, проаналізувавши наведені дані, можна відмітити що середньомісячні температури за наведений проміжок часу знаходились в межах норми, але з певними відхиленнями. Зима була відносно теплою, середня температура за січень місяць була вищою за норму на $4,1^{\circ}\text{C}$, у лютому на $6,7^{\circ}\text{C}$, що є найбільшим відхиленням від норми у даному регіоні. Мінімальна температура повітря склала $-18,1^{\circ}\text{C}$ у січні, а максимальна $-37,0^{\circ}\text{C}$ у червні.

Середня температура за період від початку січня до кінця вересня склала $11,3^{\circ}\text{C}$ (нормою за цей період часу є $9,4^{\circ}\text{C}$), перевищення норми середніх температур становило $1,9^{\circ}\text{C}$.

На протязі періоду проведення дослідження тривалість із середньодобовою температурою вище 0°C була 234 дні, вище 5°C – 190 днів, вище 10°C – 157 днів.

Сума активних температур за зазначений період склала 3040°C .

Сума ефективних температур за зазначений період склала 2796°C .

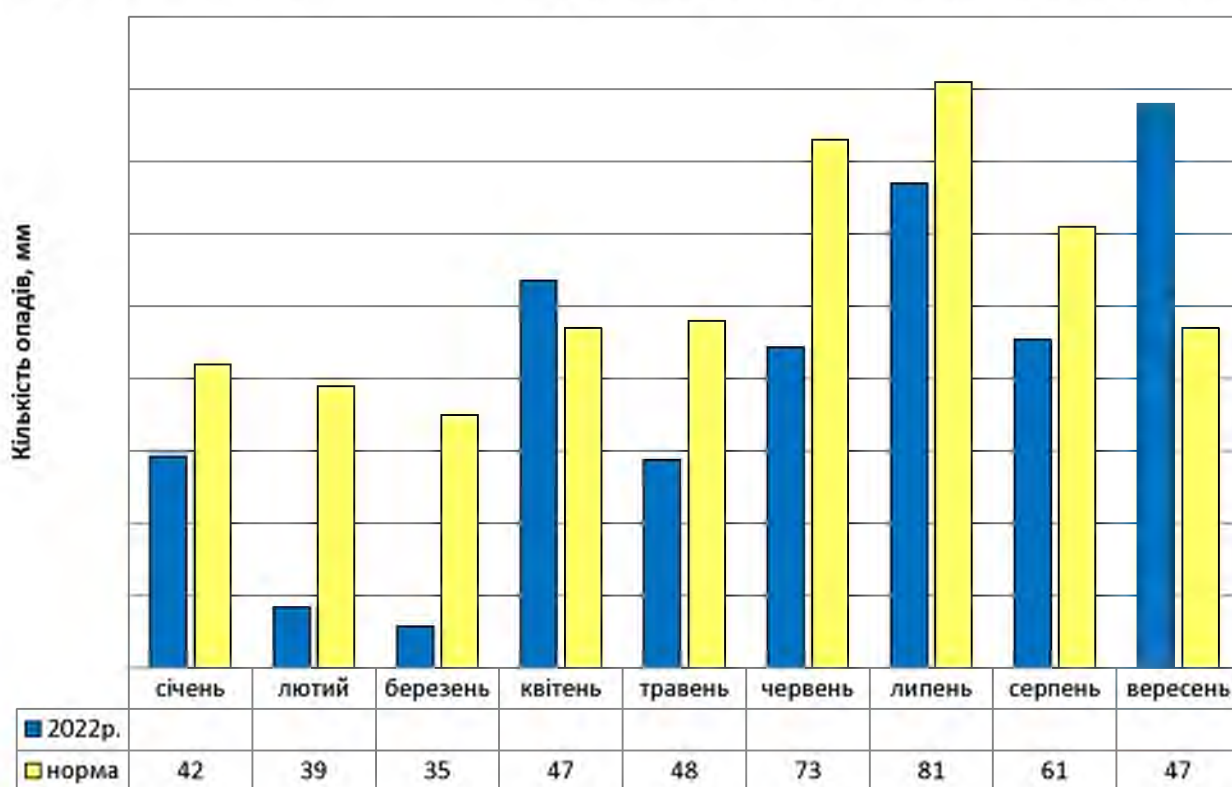


Рис. 2.2 Сума опадів по місяцям на території господарства порівняно із нормою опадів у регіоні, 2022р.

За період від початку січня до кінця вересня сума опадів на території господарства у 2022р. склала 361мм, що менше від норми опадів у регіоні за зазначений період на 122мм. Найменша кількість опадів спостерігалась у лютому та березні місяцях, відповідно 8,4 та 5,8мм, що є на 31 та 29мм менше від норми цих місяців.

Проаналізувавши загальні дані можна зробити висновок, що забезпеченість вологою від опадів у 2022р. була недостатньою. Для запобігання дефіциту вологи на полях ТОВ «Біотех ЛТД» застосовуються поливні установки. Так, на дослідному полі були застосовані дощувальні машини Valley із середньою нормою зрошення картоплі 15мм, що складає 150г/л води на 1га поля. Так формування врожаю картоплі залежить від ряду зовнішніх факторів, основну роль з яких займає саме температура та вологість ґрунту.

Булби ранніх сортів мають короткий період спокою. При вирощуванні картоплі ранніх сортів слід звернути особливу увагу на біологічний стан бульб, оскільки це впливає на подальший розвиток рослин. Який залежить в першу чергу від температури зберігання бульб. Так рослини від фізіологічно молодих бульб розвиваються довше у часі. В свою чергу від фізіологічно старих бульб швидше з'являються сходи, а фази розвитку починаються на декілька днів раніше, що прискорює процес формування бульб. Отже, температура в масі картоплі у період зберігання має бути в межах 2-5°C

Висаджувати бульби картоплі в ґрунт слід тоді, коли температура прогрівання верхнього шару ґрунту становить 7-8°C. Пророщені ж бульби можна висаджувати і за температури від 5°C. Для отримання сходів картоплі необхідна сума активних температур 243-316°C. В умовах Лісостепу при садінні у другій декаді квітня сходи з'являються 21-24-й день [6, 18, 40-42].

Картопля є дуже чутливою до весняних приморозків, вони витримують короточасні заморозки до -8°C. Паростки можуть витримувати короточасне зниження температур до -2°C, вже за довготривалих заморозків при температурі -4°C починаються процеси гниття картоплі.

Оптимальними температурами для росту та розвитку рослин картоплі є 16-22°C, за нижчих температур та вищих від 25°C процеси уповільнюються, а за нижчих від 6°C та вищих 40°C рослини картоплі призупиняють свій ріст.

Оптимальні температури для процесу бульбоутворення 17-19°C. Ріст бульб призупинить за пониження температур до 2°C та підвищення до 25°C [18, 40-42].

На ранніх фазах росту та розвитку картопля має певні вимоги до забезпеченості ґрунту вологою, у фази бутонізації та цвітіння її потреба у найбільша і складає від 70 до 80% від найменшої вологості ґрунту. Оптимальне

забезпечення рослин вологою у цей період і застосування системи зрошення забезпечить високі врожаї й уникнення стресу, також це підвищить засвоєння елементів живлення рослиною й ефективність проведення підживлення [42].

За вегетації культури спостерігалися оптимальні умови для її росту і розвитку у відповідні фази. Клімат Лісостепу оптимально підходить для вирощування картоплі столової. Він є теплішим ніж у Подіссі і не настільки посушливим, як в Степу. Тож, температурні та світлові умови регіону відповідають вимогам для її вирощування [40-42].

Значним недоліком є нерівномірне зволоження території Бориспільського району. Оскільки в період активної вегетації картоплі кількість опадів була недостатньою. Цю проблему дозволяло подолати застосування дощувальних установок Valley, що забезпечило оптимальний рівень зволоження ґрунту на полях господарства.

2.2 Ґрунтові умови території проведення досліджень

Характерними для господарства є темно-сірі опідзолені легкосуглинкові ґрунти на лесі. Ці ґрунти залягають невеликими ділянками серед сірих опідзолених ґрунтів та чорноземів опідзолених. Сформувались вони переважно в умовах зрілжених, освітлених дубових лісів з добре розвинутим трав'янистим вкриттям. Тому характеризуються ще більш інтенсивним розвитком дернового процесу. Також характерною особливістю цього типу ґрунту є карбонатність (рис. 2.1). За рахунок насиченості породи кальцієм в таких ґрунтах закріплюється велика частина органічної маси і, як наслідок цього, збільшується інтенсивність процесів гумусоутворення. Вміст гумусу складає 3,0-3,5% з характерним зменшенням його вмісту вниз по профілю. Також відзначається переважання гумінових кислот над фульвокислотами у складі гумусу [43].

Переважно слабокисла реакція ґрунтового середовища із рН 5,5-6,0 із зростанням абсолютної величини гідролітичної кислотності до 3,0-3,5 мг-екв, слід зазначити, що негативна дія гідролітичної кислотності зменшується із глибиною за рахунок насиченості ґрунту основами, що складає 80-90%. Сума обмінних основ дорівнює 14-18 мг-екв/100 г ґрунту.

Ці ґрунти мають більш сприятливі агрофізичні властивості. В них зростає кількість водостійких агрегатів, із-за чого вони менш запливають, кірка менш щільна. Темно-сірі опідзолені ґрунти мають більш високу природну родючість. Бонітет – від 40 (супіщані) до 59 балів (важкосуглинкові).

За своїми ознаками і властивостями вони наближаються до чорноземів, а саме: мають більш темне забарвлення і гумусовані значно глибше, до 50-60 см, прокрашуючи гумусом не лише елювіальний горизонт, а і верхню частину ілювіального [44, 45].

Таблиця 2.1

НУБІП УКРАЇНИ

Будова та характеристика ґрунтового профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту на лесам

Профіль	Горизонт	Глибина, см	Характеристика
	ОНЕ	до 30-35	темно-сірий, O_3 помітними залишками кремнезему, пухкий, менш грудуватий має слабку пластинчасту структуру з добре помітним переходом за структурою і зложенням
	НН	до 50-60	темно-бурий, ущільнений, за структурою горіхуватий, поступово переходить у нижню частину ілювіального горизонту негумусовану, червоно-бурого забарвлення, має призматичну структуру, дуже щільний, наявне колоїдне лакування.
	І	до 90-96	червоно-бурий або бурий, призматичної форми, щільний з поступовим переходом, на гранях структурних окремоостей наявне колоїдне лакування.
	РІ	з 90-96	жовто-палевий з темно-бурими, менш щільний.
	Рк	з 100-130	перехід по лінії залягання карбонатів є різким.

Таблиця 2.2

Агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту поля №3 ТОВ
«Біотех (за даними ТОВ «АГРІЛАБ»), 2020р.

Показник	Одиниця виміру	Рівень показника	Рівень забезпечення				
			Дуже низький	Низький	Середній	Високий	Дуже високий
рН ґрунту	од. рН	6,4	нейтральні				
рН буферний	од. рН	6,9					
Орг. речовина	%	2,1					
Нітрати (NO ₂)	мг/кг	6,6					
Фосфор (P)	мг/кг	100					
Калій (K)	мг/кг	176					
Кальцій (Ca)	мг/кг	1417					
Магній (Mg)	мг/кг	140					
Натрій (Na)	мг/кг	8					
Сірка (S)	мг/кг	9					
Цинк (Zn)	мг/кг	1,39					
Залізо (Fe)	мг/кг	59,9					
Марганець (Mn)	мг/кг	15,1					
Мідь (Cu)	мг/кг	1,94					
Бор (B)	мг/кг	0,34					
Розчинні/солі	ммоль/см ³	0,1					

На основі проведеного агрохімічного аналізу ТОВ «Агрілаб» (табл. 2.2)

ґрунт має нейтральну реакцію ґрунтового середовища. Вміст мг/кг таких елементів як фосфор, цинк, ферум та марганець у ґрунті є дуже високим. Також високим вміст калію у ґрунті. Вміст інших елементів у ґрунті є середнім. Дефіцитного вмісту елементів, що обмежує ріст і розвиток рослин не виявлено.

При вирощуванні картоплі на цьому ґрунті необхідно буде врахувати її високу потребу у азотних добривах для формування вегетативної маси. Вміст мінерального азоту і безпосередньо нетратів буде зменшуватися за високого вносу врожаєм. Також високим вносом буде характеризуватися калій, тож аби уникнути зменшення його вмісту у ґрунті внесення калійних добрив також є обов'язковим. В свою чергу внесення фосфорних добрив можна суттєво зменшити, оскільки його вміст є дуже високим. Серед мікроелементів картопля найбільше потребує бору, марганцю та цинку, вони суттєво впливають на

показники якості бульб. Враховуючи дані аналізу внесення добрив із додаванням бору є доцільне, оскільки вміст цього елемента є середнім [37,38].

Для вирощування картоплі придатні всі ґрунти за винятком сипучих пісків, заболочених та сильно засолених ділянок. Біологічною особливістю є

висока чутливість до нестачі кисню в ґрунті. Це пов'язано з тим, що коренева

система картоплі вимагає підвищеного вмісту кисню в ґрунті. Зменшення

концентрації кисню до 4% за температури 13°C обумовлює припинення дихання. Ще більш чутливими до кисню є столони й бульби. Так за умов

тривалого перезволоження ґрунту і відсутності доступу кисню протягом 2-3

днів може призвести до масової загибелі бульб. Важливе значення має і

концентрація вуглекислого газу в ґрунті, 90% якого надходять за рахунок розкладання рослинних решток [40, 42].

Картопля є дуже чутливою і до щільності ґрунту. Ці вимоги обумовлені

особливостями культури, що базуються на механічній дії бульб на ґрунт під час

їх росту. Оптимальною щільністю суглинкових ґрунтів для вирощування

картоплі є 1,1-1,2 г/см³, а супіщаних 1,3-1,4 г/см³. Незначне збільшення

щільності від оптимальної зменшує урожайність бульб. На ущільнених ґрунтах

коренева система рослин розвивається слабо, утворюються дрібні і часто

деформовані бульби.

За відношенням до кислотності ґрунту картопля краще переносить кислу реакцію ґрунтового розчину, ніж незначну лужну. Оптимальним рН є 5,5-6,5

[40, 42].

Отже, ґрунтово-кліматичні умови території на якій розташоване

господарство є типовими для Лісостепової зони країни і підходять для

вирощування ранніх сортів картоплі, а наявність систем зрошування

забезпечить оптимальні запаси вологи у верхньому шарі ґрунту для уникнення

дефіциту вологи.

2.3 Методика проведення досліджень

Метою магістерської роботи було визначити найбільш ефективну дозу внесення азотних добрив у підживлення картоплі, в різних за станом рослин зонах поля та їх вплив на процеси росту та розвитку рослин картоплі.

Об'єкт досліджень: фізіолого-біохімічні процеси в рослинах картоплі в неоднорідних за родючістю зонах поля.

Предмет досліджень: біометричні показники рослин картоплі, елементи структури врожаю, рівень врожайності в різних зонах поля за змінних доз азотних добрив, що вносили у підживлення.

В дослідженнях використовували сорт Карлена чіпсового напрямку застосування (рис. 2.1).



Рис. 2.1 Картопля сорту Карлена в умовах досліду, 2022р.

Карлена високоякісний ранній столовий сорт, що характеризується раннім бульбоутворенням та значною часткою товарних бульб. Підходить для виробництва чіпсів у першій половині сезону переробки, має гарні результати з виготовлення сушених продуктів та картоплі фри протягом усього сезону.

Рослини проміжного типу, від прямостоячого до напівпрямостоячого. Характеризуються дуже швидким розвитком молодих рослин. Має дрібний лист зеленого забарвлення та червоно-фіолетові квітки. Товарна врожайність 15-20 т/га, максимальна врожайність заявлена виробником – 21 т/га. Бульба овально-округлої форми середнього розміру, з дрібними до середньої глибини очками. Колір шкірки – жовтий, колір м'якоті – від світло-жовтої до жовтої. Врожайність від середньої до високої. Маса товарних бульб 59-111 гр. Кущ може бути середньовисоким і високим, має міцне бадилля. Вміст крохмалю 11,6-13,2%, товарність 79-94%, лежкість 96%. Сорт стійкий до збудника раку картоплі, золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди. Сприйнятливий до фітофторозу. За даними оригінатора середньостійкий до вірусу У. Має високу лежкість бульб та придатність для промислової переробки. Потребує достатнього забезпечення водою у період бульбоутворення [46].

Для вирощування картоплі сорту Карлена на полі, де був закладений польовий дослід, розроблена технологічна карта із зазначеними технологічними операціями та відповідними агрегатами до них (табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Технологічна карта вирощування картоплі сорту Карлена у

господарстві ТОВ "Біотех ЛТД", 2022 р.

№ п/п	ТЕХНОЛОГІЧНІ ОПЕРАЦІЇ	СКЛАД АГРЕГАТУ	
		трактор	с/г машина
1. ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ			
1	щільовання	JD 6195 M (юпітер)	АГР-2,4
2. РАННЬОВЕСНЯНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ ТА ПОСАДКА			
1	закриття вологи	Valtra	дискатор
2	внесення Карбаміду	JD 8300	ПЕЛШЕР
3	дискування	Valtra	дискатор
4	розщільовування долин	JD 6195 M (юпітер)	АГР-2,4
5	навантаження КСІ	Manity	
6	перевезення КСІ	ГАЗ-53	
7	перевезення РКД	Case	МЖТ-10
8	культивування із внесенням добрив	JD 8300	ПЕЛШЕР
9	підвезення посадкової картоплі	Steyer	трак
10	посадка картоплі	Case	GL 34 KL
		JD 6195 M	GL 34 Z

Продовження таблиці 2.3

3. ДОГЛЯД ЗА РОСЛИНАМИ

1	окучення із внесенням зенкору	Steyer	окучник grimme
2	міжрядний обробіток ґрунту	Steyer	окучник AVR
3	Підвезення води	Case	МЖТ-10
4	внесення бакової суміші: Дітан М (1,6 кг/га) + Тітус (0,04 л/га) + Зенкор (0,1 л/га) + Тренд (0,3л/га)	JD 6195 M	INUMA
5	підвезення води	Case	МЖТ-10
6	внесення бакової суміші: Кораген (0,06 л/га) + Селест Топ (0,1 л/га) + Шогун (1 л/га) + Здоров'я (1л/га)	JD 6195 M	INUMA
7	перетягування поливної машини	Steyer	
8	полив (25 мм/га)		
9	підвезення води	Case	МЖТ-10
10	внесення бакової суміші: Ревус Топ (0,6 л/га) + Здоров'я (1л/га)	JD 6195 M	INUMA
11	підвезення води	Case	МЖТ-10
12	внесення бакової суміші: Селест Топ (0,1 л/га) + Фосфіт К (1 л/га) + Кораген (0,06 л/га)	JD 6195 M	INUMA
13	Перетягування поливної машини	Steyer	
14	полив (25 мм/га)		
15	підвезення води	Case	МЖТ-10
16	внесення бакової суміші: Натіво (0,3 л/га) + CaB (2л/га)	JD 6195 M	INUMA
17	перетягування поливної машини	Steyer	
18	полив (25 мм/га)		
19	перетягування поливної машини	Steyer	
20	полив (25 мм/га)		
21	підвезення води		
22	внесення бакової суміші: Ридоміл Голд (2,5 кг/га) + CaB (2л/га)	JD 6195 M	INUMA
23	перетягування поливної машини		
24	полив (25 мм/га)		
25	перетягування поливної машини		
26	полив (25 мм/га)		
4. ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ			
	підвезення води	Case	МЖТ-10
1	десикація: Ретро (3 л/га) + Санспрей (1л/га)	JD 6195 M	INUMA
2	видалення стебел	Valtra	TORNADO
3	збирання врожаю	JD 6195 M	ROPA
4	перевезення до складу	Steyer	трак
5	сортування		
6	закладання на зберігання		

Перед закладанням дослідів в господарстві застосовувалось фонове внесення макроелементів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Фонове удобрення картоплі перед закладанням дослідів, 2022р.

Назва добрива	Норма внесення, кг/га	Вміст діючої речовини, кг/га		
		N	P	K
KCl	300	-	-	180
Карбамід	200	92	-	-
РКД 8:24	150	12	36	-
Всього внесено	650	104	36	180

Під час зберігання бульб у сховищі вони були поділені на партії, які відповідно були оброблені протруйником Таллендом, з метою забезпечення рівномірності проростання материнських бульб. Під час садіння бульби були поділені на два варіанти: контроль, без застосування зазначеного препарату, та попередньо оброблені бульби із нормою витрати препарату 0,6 л/т. Застосування цього препарату є одним із факторів, що вивчались.

Перед закладанням дослідів на зазначених варіантах із застосуванням Талленду у полі №3 із посівною площею 26га були виділені ділянки з оптимальним і неоптимальним станом рослин загальною обліковою площею 0,04га у фазу початку бутонізації. Ділянки були виділені за візуальними ознаками стану рослин та доповненою оцінкою їх біометричних параметрів.

Принципом розміщення ділянок була оцінка неоднорідності поля та виокремлення ділянок з оптимальним та неоптимальним станом розвитку рослин застосовувався NDVI знімок за координатами поля (рис. 2.2).

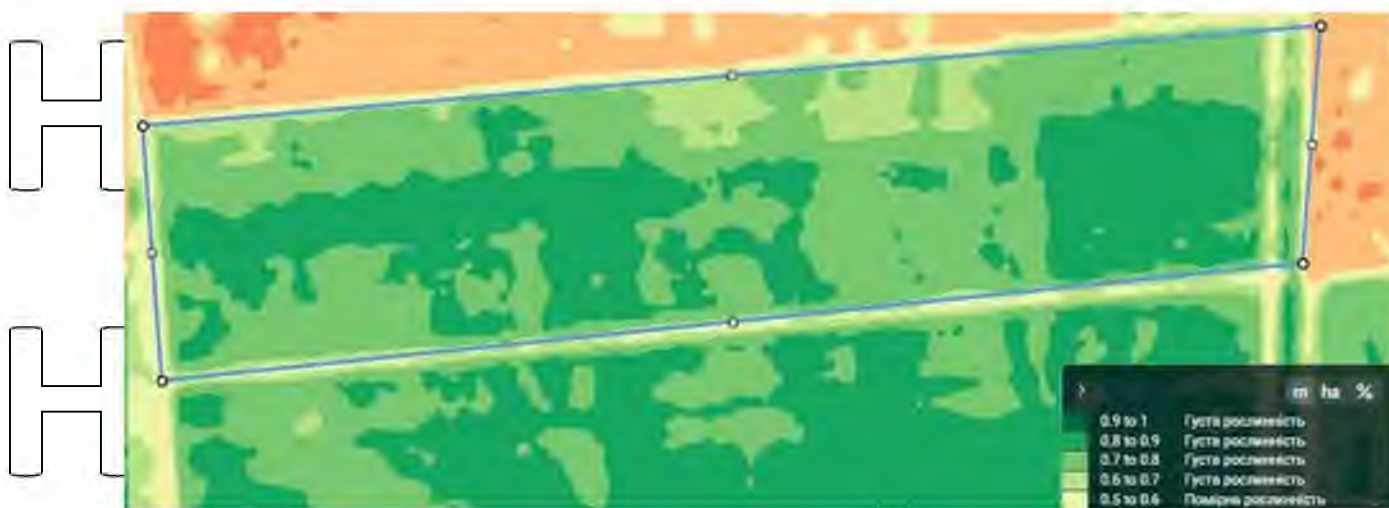


Рис. 2.2 Знімок NDVI поля картоплі сорту Карлена ТОВ «Біотех ЛТД», 6.07.2022р

На кожній з чотирьох визначених ділянок застосовували у кореневе підживлення дві змінні дози азотних добрив у фазу цвітіння:

1. фон без підживлення (контроль);
2. фон + підживлення 20 кг/га д. р. N;
3. фон + підживлення 40 кг/га д. р. N;

Дослідження впливу азотних добрив на ділянках з неоднорідним станом рослин проводились на фоні $N_{104} P_{36} K_{180}$ за наступною схемою варіантів досліду:

Варіант №1. Неоптимальна ділянка, необроблені бульби, контроль

Варіант №2. Неоптимальна ділянка, необроблені бульби, 20кг/га N

Варіант №3. Неоптимальна ділянка, необроблені бульби, 40кг/га N

Варіант №4. Неоптимальна ділянка, обробка бульб Таллендом, (контроль)

Варіант №5. Неоптимальна ділянка, обробка бульб Таллендом, 20кг/га N

Варіант №6. Неоптимальна ділянка, обробка бульб Таллендом, 40кг/га N

Варіант №7. Оптимальна ділянка, необроблені бульби, контроль

Варіант №8. Оптимальна ділянка, необроблені бульби, 20кг/га N

Варіант №9. Оптимальна ділянка, необроблені бульби, 40кг/га N

Варіант №10. Оптимальна ділянка, обробка бульб Таллендом, (контроль)

Варіант №11. Оптимальна ділянка, обробка бульб Таллендом, 20кг/га N

Варіант №12. Оптимальна ділянка, обробка бульб Таллендом, 40кг/га N

Дослід був реалізований у польових умовах згідно розрахованого плану (рис. 2.3)

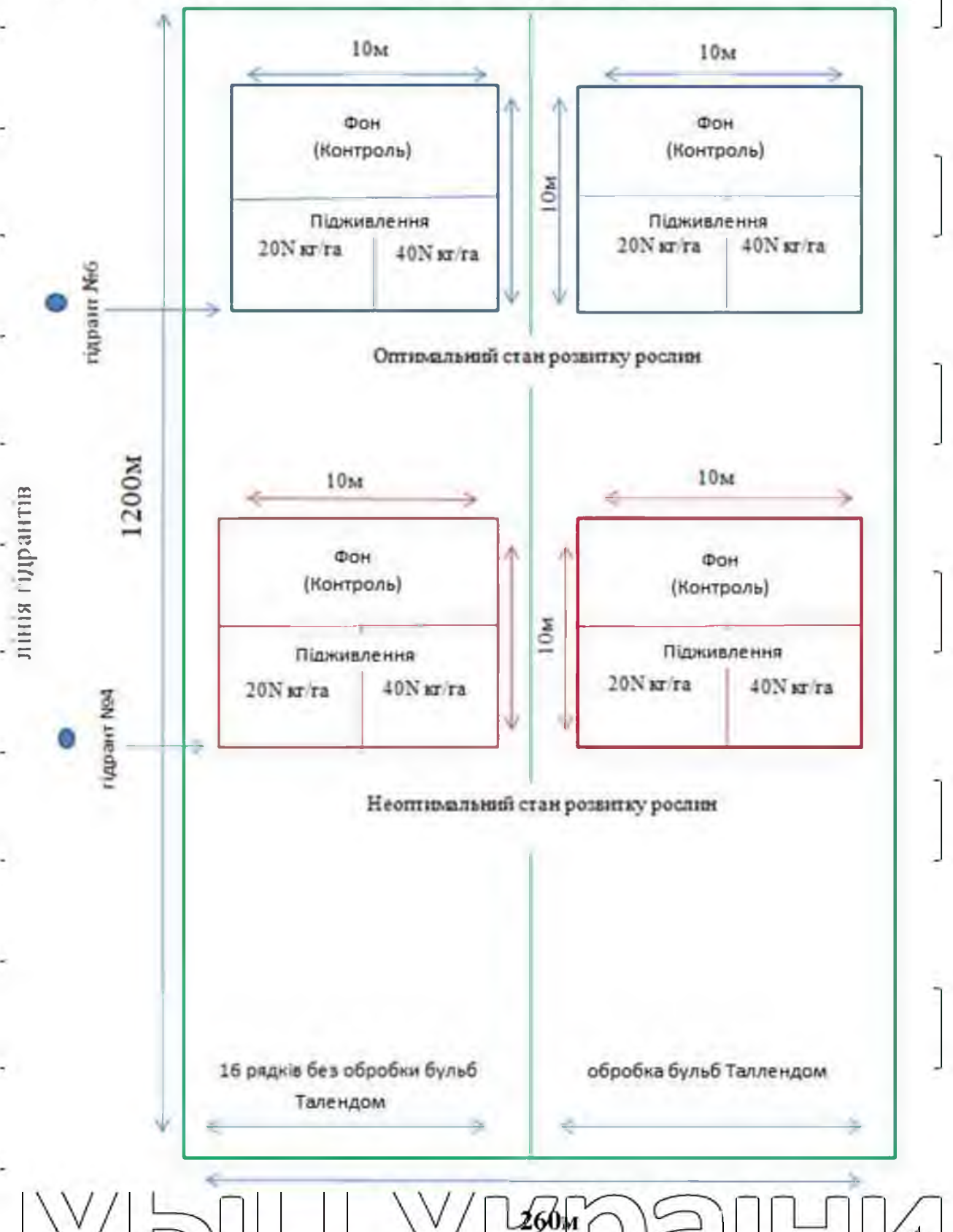


Рис. 2.3 План польового багатofакторного дослідy, 2022р

Підживлення застосовувалось у фазу бутонізації кальцієвою селітрою. Кальцієва селітра $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, що застосовувалась у підживлення картоплі містила 16,9% азоту та 30% Ca_2O .

Кальцієва селітра є гігроскопічною. За нормальних умов зберігання сильно звожується, розпилюється і здежується. Для зменшення гігроскопічності її гранулюють з використанням гідрофобних плівок, перевозять і зберігають у водонепроникній тарі.

Селітри добре розчинні у воді, не поглинаються ґрунтом, добре засвоюються рослинами, дуже ефективні для підживлення сільськогосподарських культур, що потребують великої кількості азоту. Азот цих добрив може легко вимиватися з орного шару ґрунту атмосферними опадами та під час зрошення. Це необхідно враховувати для визначення строків їх внесення [15, 47].

Селітри – фізіологічно лужні добрива. Ресдини засвоюють з них більше аніонів NO_3^- , ніж катіонів Ca^{2+} або Na^+ [41-42]. Отже це добриво підходить для застосування на ґрунтах з низькою рН. Оскільки ґрунти господарства мають промивний ефект і низьку забезпеченість азотом в ґрунті, то підживлення азотними добривами є необхідним, а вміст катіонів Ca^{2+} має позитивний вплив на міцність шкірки картоплі і сприяє стійкості бульб проти механічних пошкоджень [35].

Проведення дослідження проводилося у трьохкратній повторності з відбором зразків ґрунту та рослин у наступні фази росту та розвитку рослин: бутонізація, розвиток бульб, відмирання стебла.

Варіант досліду підлягали обліку врожаю та аналізу біометричних показників рослини за наступними показниками: кількість рослин, кількість пагонів, висота рослин, кількість листків, площа листків, маса кореневої системи, маса надземної частини, інтенсивність бульбоутворення, маса бульб.

Лабораторні дослідження проводилися на кафедрі агрохімії та якості продукції рослинництва імені О.І. Душечкіна. Відбір зразків ґрунту проводився

у шарі 0-25см для визначення мінерального азоту (сума нітратного та амонійного азоту). Нітрати визначали іонселективним методом [ГОСТ – 26950-86]. Вміст амонійного азоту визначали фотометричним методом з реактивом Несслера [ЦНАО ГОСТ 26489-85].

Для проведення статистичного дисперсійного аналізу багатofакторного дослідження була застосована програма Minitab. Обрахунки проводилися згідно навчального посібника для студентів агрономічних спеціальностей вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. Експериментальна частина

3.1 Вміст мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування картоплі столової

Ґрунт представляє собою основне середовище, яке забезпечує рослини всіма необхідними сполуками для нормального проходження рослиною процесів росту та розвитку, серед яких важливими є елементи живлення. Саме вони є запорукою високих та сталих врожаїв, але зазвичай вміст їх у ґрунті є недостатнім і не забезпечує потреби культури у повній мірі, особливо за інтенсивної технології вирощування. Цю проблему нам дозволяє вирішити внесення оптимальних норм мінеральних добрив, залежно від потреб сільськогосподарських культур та рекомендацій розрахованих на основі проведених агрохімічних обстежень полів. Це забезпечить отримання високих врожаїв та якість продукції рослинництва.

За рахунок проведення агрохімічного моніторингу поля ми можемо встановити критичний вміст елементів у ґрунті, які є важливими для проходження фізіолого-біохімічних процесів в рослинах картоплі. Враховуючи гранулометричний склад темно-сірого опідзоленого ґрунту та рівня забезпеченості його рухомими сполуками макроелементів. Щодня умови території господарства важливу увагу треба приділити азоту. Кількість його у верхньому шарі ґрунту є важливою для формування вегетативної маси картоплі, особливо в період проходження нею критичних фаз. Максимальне споживання картоплею азоту відбувається від початку ініціації бульб і до закінчення фази цвітіння. Внесення азотних добрив продовжує період вегетації картоплі затримуючи відтік поживних елементів до бульб. В подальшому це сприяє утворенню бульб з більшою масою та підвищення виходу товарної продукції [48].

В умовах нашого дослідження зростає споживання рослинами мінерального азоту по мірі їх росту і розвитку, що позначилось на його вмісті в ґрунті (табл.3.1).

Таблиця 3.1

Вміст мінерального азоту в ґрунті за вирощування картоплі столової сорту Карлена в різних зонах поля при застосуванні азотних добрив у підживлення, 2022р.

зона поля (стан рослин)	Варіант досліду обробка бульб при зберіганні	підживлення, кг/га N	Вміст мінерального азоту, мг/кг макростадія ВВСН		
			5	7	8
неоптимальна	без	без підживлення (контроль)	12,4	10,9	5,4
	оброблення	20	-	13,7	6,8
		40	-	13,9	6,8
	без	без підживлення (контроль)	12,8	10,5	8,3
	оброблення	20	-	11,5	9,2
		40	-	27,5	8,4
оптимальна	без	без підживлення (контроль)	22,1	9,9	6,5
	оброблення	20	-	13,3	9,7
		40	-	27,7	8,5
	без	без підживлення (контроль)	22,9	6,6	4,6
	оброблення	20	-	10,0	7,9
		40	-	17,7	9,5

Проаналізувавши дані табл. 3.1 в макростадію ВВСН 5 були виділені зони оптимального та неоптимального стану росту і розвитку рослин. Для неоптимальної зони поля вміст мінерального азоту коливався в межах 12,4-12,8 мг/кг ґрунту, для оптимальної зони – 22,1-22,9 мг/кг ґрунту.

Після внесення диференційованих доз азотного добрива у підживлення картоплі на початку входження рослин у фазу цвітіння спостерігалась тенденція щодо різного вмісту мінерального азоту у варіантах досліду. У макростадію ВВСН 7 у варіантах без проведення підживлення вміст азоту

зменшився, особливо на ділянках, що знаходились в оптимальній зоні поля. Вміст мінерального азоту в них був найменшим у досліді. За достатнього забезпечення рослин азотом на початку вегетації, рослини в цій зоні поля мали достатньо велику вегетативну масу та інтенсивно поглинали доступний азот з ґрунту.

Найвищий вміст мінерального в ґрунті був у варіантах із внесення 40N кг/га в оптимальній зоні без оброблення бульб та неоптимальній при застосуванні Талленду. Він склав відповідно 27,7 та 27,5 мг/кг ґрунту.

Під час проведення обліку врожаю картоплі у макростадію ВВСН 8 всі варіанти досліду характеризувалися високим виносом азоту з ґрунту рослинами. Вміст мінерального азоту у варіантах був в межах від 4,58 до 9,73 мг/кг ґрунту. Найбільші втрати азоту в ґрунті в проміжок часу між фазами формування бульб та відмирання бадилля були у варіантах із внесення 40N кг/га в оптимальній зоні без оброблення бульб та неоптимальній при застосуванні Талленду.

Вміст азоту в цих варіантах зменшився на 19,2 мг/кг ґрунту. Це обумовлено високим виносом рослиною та можливим промиванням в нижні шари ґрунту за застосування поливних установок на полі.

Таким чином можна зробити висновок, що вміст мінерального азоту в ґрунті є важливим фактором, який впливає на формування бульб та урожайність картоплі. Його вміст у ґрунті залежить, в першу чергу, від внесення мінеральних добрив та виносу рослинами усього елементів живлення в період інтенсивного формування ними вегетативної частини.

3.2 Біометричні показники рослин картоплі сорту Карлена за змінних доз азотних добрив в різних зонах поля

Першим етапом для проведення дослідження і закладання досліду було виокремлення зон неоднорідності в межах одного поля. Зони неоднорідності поля мають вплив на інтенсивність проходження фізіолого-біохімічних процесів в рослинах. За більшої забезпеченості ґрунту азотом спостерігається інтенсивніший розвиток вегетативної маси рослини вже на початкових фазах розвитку. В цих ділянках в рослинах будуть інтенсивніше проходити процеси фотосинтезу, що в подальшому позитивно відзначиться на формуванні бульб товарної категорії та врожайності картоплі. Тому для проведення оцінки варіантів досліду фіксування та порівняння біометричних показників є важливою частиною проведення польового досліду.

Метою першого біометричного обліку в макростадію ВВСН 5 (бутонізація) було виокремлення зон поля за оптимальним і неоптимальним станом рослин в полі. Для проведення досліду були виділені чотири ділянки за двома факторами: стан рослин та обробка бульб у сховищі під час зберігання.

Проаналізувавши усереднені дані за п'ятикратною повторністю на виділених варіантах досліду (табл. 3.2), кількість рослин на кожному варіанті складала 4 шт./м². Кількість пагонів на одній рослині в зонах оптимального росту рослин перевищувала зону неоптимального розвитку в середньому на 1-2 пагони.

За середньою висотою рослин найгірші дані мав варіант без застосування Талленду в зоні неоптимального росту рослин. Висота рослин в оптимальній зоні із застосуванням препарату бкла в середньому на 6 см більшою від найгіршого варіанту.

Площа листової поверхні в зоні оптимального росту рослин становила 1320 см²/роsl. У варіанті без оброблення бульб та 1520 см²/роsl. у варіанті із застосуванням Талленду. У відповідних варіантах зони з неоптимальним станом рослин цей показник був на рівні 904 і 1072 см²/роsl.

Таблиця 3.2

Біометричні показники рослин картоплі сорту Карлена в різних зонах поля (макростадія ВВСН 5 (бутонізація)), 2022р.

Варіант досліджу		Показник								
зона поля (стан рослин)	оброблення бульб при зберіганні	кількість рослин, шт./м ²	кількість пагонів, шт./росл.	висота рослин, см	кількість листіків, шт./росл.	площа листіків, см ² /росл.	кількість бульб, шт./росл.	маса бульб, г/росл.	маса кореневої системи, г/росл.	маса надземної частини, г/росл.
неоптимальна	без оброблення	4	3	41	23	904	4	20	22	102
	оброблення Галендом	4	3	43	27	1072	7	29	29	167
оптимальна	без оброблення	4	4	45	33	1320	9	37	36	236
	оброблення Галендом	4	5	47	38	1520	10	41	40	275

В середньому в зоні з оптимальним станом рослин на початку фази бутонізації кількість бульб на один кущ становила 9-10 шт. із загальною масою 37-41 г. В зоні з неоптимальним станом рослин в цю ж фазу кількість закладених в кущі бульб була від 4 до 7 шт./росл., а середня маса бульб становила 20-29 г.

Співвідношення підземної частини рослин до надземної в усіх варіантах становило 1:3. Найбільша маса вегетативної частини була у варіанті з обробленням бульб при зберіганні в зоні з оптимальним станом рослин. Цей показник перевищував аналогічний варіант дослід у зоні з неоптимальним станом рослин без оброблення в 2,7 рази, а з застосуванням Талленду в 1,7 рази.

Варіант без оброблення бульб в оптимальній зоні стану рослин був наближений до варіанту із застосуванням Талленду в тій же зоні, який характеризувався найвищими показниками.

Отже зона поля, яка забезпечувала той чи інший характер росту і розвитку рослин була вирішальною у кількісних показниках рослин картоплі сорту Карлена. Найбільший рівень біометричних показників встановлено для зони поля з оптимальним станом рослин.

Під час другого біометричного обліку (табл. 3.3) кожна з раніше виділених чотирьох ділянок вже була поділена на три варіанти із диференційованою нормою внесення азотного добрива калійової селітри із вмістом діючої речовини азоту 16,9%.

З ростом і розвитком рослин картоплі нами встановлено різний характер зміни біометричних показників. Так висота рослин у варіантах неоптимальної зони поля без застосування Талленду в макростадію ВВСН 7 (розвиток бульб) досягла лише 69 см, і поступалась іншим варіантам дослід. В цій же зоні поля за оброблення бульб найкращий показник був характерний для варіанту із дозою підживлення 40N кг/га. Висота рослин в зазначену макростадію досягла 82 см. Такий же усереднений показник мав і контрольний варіант в оптимальній зоні без попереднього оброблення бульб, що є найкращим показником серед варіантів. Інші варіанти за висотою рослин займали проміжне місце в межах від 71 до 80 см.

Таблиця 3.3

Біометричні показники рослин картоплі сорту Карлена в різних зонах поля (макростадія ВВСН 7 (розвиток бульб)), 2022р

Варіант дослідження		Показник									
зона поля (стан рослин)	оброблення бульб	підживлення, кг/га N	кількість рослин, шт./м ²	кількість пагонів, шт./росл	висота рослин, см	кількість листків, шт./росл	площа листків, см ² /росл	кількість бульб, шт./росл.	маса бульб, г/росл.	маса кореневої системи, г/росл.	маса надземної частини, г/росл.
неоптиміальна	без	без підживлення (контроль)	4	4	68	54	2430	13	322	102	530
	оброблення	20	4	3	68	46	2085	12	268	107	455
		40	4	3	69	50	2235	13	317	110	505
	Таллендом	без підживлення (контроль)	4	3	74	69	3105	12	423	115	715
		20	4	4	76	68	3210	13	480	105	732
		40	4	4	82	84	4273	16	737	122	973
оптиміальна	без	без підживлення (контроль)	4	5	82	75	4125	17	762	122	935
	оброблення	20	4	5	80	72	3978	17	778	120	903
		40	4	4	77	64	3502	18	758	113	795
	Таллендом	без підживлення (контроль)	4	4	71	51	2823	16	728	103	642
		20	4	6	78	78	4272	16	860	115	972
		40	4	5	75	63	3465	13	752	102	883

За площею листкової поверхні в зазначену макростадію варіанти в неоптимальній зоні росту без оброблення бульб мали найгірші показники, серед яких варіант із внесенням 20N кг/га формував найменшу листкову поверхню (2085 см²/росл.). Найкращі усереднені дані за цим показником мали наступні варіанти: оброблені бульби в неоптимальній зоні поля із внесенням 40N кг/га у підживлення, необроблені бульби в оптимальній зоні поля без внесення азотних добрив та оброблені бульби в оптимальній зоні поля з внесенням 20N кг/га. Площа листків однієї рослини в цих варіантах становила відповідно 4273, 4125 та 4272 см²/росл., що в 2 рази більше за найгірший варіант. Інші варіанти досліду за зазначеним показником займали проміжне місце.

Середня кількість бульб у варіантах в макростадію ВВСН 7 була в межах від 13 до 18 шт./росл. Найменшою була маса бульб у варіантах неоптимальної зони поля без попереднього оброблення бульб. Вона була в межах 268-322 г/росл. Варіанти без підживлення та з дозою 20N кг/га в неоптимальній зоні поля із застосуванням Талленду мали кращі результати порівняно із зоною без застосування препарату, відповідно 423 та 480 г/росл. Варіант із внесенням 40N кг/га в цій же ділянці досліду мав більшу масу бульб з одного куща в порівнянні із попередніми варіантами. Найкращий результат за зазначеним показником мав варіант із внесенням 20N кг/га в оптимальній зоні поля з попереднього оброблення бульб. Середня маса бульб в цьому варіанті була 860 г/росл. Інші варіанти досліду мали меншу масу бульб з однієї рослини від останнього.

Співвідношення маси підземної частини рослин до надземної в варіантах неоптимальної зони поля без оброблення бульб в зазначену макростадію становило 1:1,2. В варіантах без підживлення та з дозою 20N кг/га в неоптимальній зоні поля із застосуванням Талленду – 1:1,3, у варіанті із внесенням 40N кг/га в цій же ділянці – 1:1,1. В оптимальній зоні без оброблення бульб у варіантах без підживлення та з дозою 20N кг/га – 1:1, на цій

же ділянці з дозою 40N кг/га – 1:0,9. Контроль в оптимальній зоні із застосуванням Талленду – 1:0,8, варіанти із підживленням 20 та 40N кг/га – 1:1.

Проаналізувавши отримані дані з біометричного обліку в макростадію ВВСН 7 (розвиток бульб) можна зробити висновок проте, що рослини неоптимальної зони поля без попереднього оброблення бульб при зберіганні, суттєво відставали у рості порівняно з рослинами інших варіантів. Варіант із збільшеною дозою азотних добрив в неоптимальній зоні за застосування Талленду мав позитивну тенденцію. Порівняно із оптимальною зоною відставання рослин у рості не встановлено.

Третій біометричний облік рослин картоплі сорту Карлена на дослідній ділянці проводився у макростадію ВВСН 8 (відмирання бадилля) (табл. 3.4). За середніми даними кількість рослин складала 4 шт./м², а кількість пагонів у них в межах 3-6 шт./роsl.

Висота рослин в зазначену фазу для варіантів неоптимальної зони була в межах від 53 до 79 см. Найкращий показник в цій зоні мав варіант з внесенням 40N кг/га у підживлення і застосуванням Талленду. В оптимальній зоні поля рослини переважали за висотою. У всіх варіантах із попереднім обробленням бульб та у варіанті з внесенням 40N кг/га (без оброблення бульб) висота рослин на момент обліку перевищувала 80 см.

За кількістю та площею листків найбільшу перевагу мав варіант із внесенням 40N кг/га у підживлення в оптимальній зоні поля з попереднім обробленням бульб. Середня кількість листків у цьому варіанті становила 96 шт./роsl. із загальною площею 4783 см²/роsl. Інші варіанти цієї ділянки та варіант внесення 40N кг/га в оптимальній зоні без оброблення бульб мали наближені дані. Найменша кількість листків та площа листової поверхні спостерігалась у варіанті без внесення азотних добрив у підживлення у неоптимальній зоні поля без застосування Талленду. В середньому площа листків на кущі картоплі була лише 600 см²/роsl., що в 8 разів менше від варіанту з найвищим показником.

Таблиця 3.4

Біометричні показники рослин картоплі сорту Карлена в різних зонах поля (макростадія ВВСН 8 (відмирання стебла)), 2022р.

Варіант дослідження			Показник							
зона поля (стан рослин)	оброблення бульб	підживлення, кг/га N	кількість рослин, шт./м ²	кількість пагонів, шт./росл.	висота рослин, см	кількість листків, шт./росл.	площа листків, см ² /росл.	маса кореневої системи, г/росл.	маса надземної частини, г/росл.	
неоптимальна	без оброблення	без підживлення (контроль)	4	3	53	20	600	70	190	
	оброблення	20	4	4	55	25	740	80	245	
		40	4	3	56	25	740	108	238	
	Таллендом	оброблення	без підживлення (контроль)	4	4	59	24	828	92	248
		оброблення	20	4	3	68	26	922	87	288
			40	4	5	79	70	2450	117	915
без оброблення		без підживлення (контроль)	4	3	60	19	933	93	185	
оптимальна	оброблення	20	4	4	64	25	1267	107	267	
		40	4	5	86	87	4350	103	1053	
	Таллендом	оброблення	без підживлення (контроль)	4	5	88	88	4417	112	1040
		оброблення	20	4	4	82	90	4483	127	1085
			40	4	6	89	96	4783	113	1148

НУБІП України

Браховуючи площу листкової поверхні та масу надземної частини рослин можна зробити висновок, що останні чотири варіанти досліду, на період обліку врожаю у фазу технічної стиглості, мали подовжений період вегетації і продовжували наростання бульб. Адже технічна стиглість для сорту карлена настала на початку серпня 2022р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3.3 Урожайність та структура врожаю картоплі сорту Карлена в різних зонах поля

Для вирощування чіпсових сортів картоплі велике значення має не тільки урожайність картоплі, а й частка товарної продукції (бульби діаметром більше 35мм). Адже, саме їх кількість і формує прибуток господарством з поля. Для аналізу цього показника ми маємо визначити структуру врожаю із дослідних варіантів (табл. 3.5).

Найбільшу загальну кількість бульб сформували рослини варіанту із внесенням 40N кг/га у підживлення в оптимальній зоні поля при застосуванні препарату Талленд, яка досягла 17 шт./росл. Серед них 16 бульб були товарними, що склало 94%. Найнижча кількість була у контролі в неоптимальній зоні поля без застосування Талленду. Середня кількість бульб була лише 6 шт./росл., серед яких 5 бульб були товарними. Їх частка становила 79% всіх бульб з куща картоплі. Цей варіант характеризувався і найнижчою масою товарних бульб, яка склала 350 г/росл.

Слід зазначити, що в оптимальній зоні сформувалось більша кількість бульб (діапазон 8-17 бульб/росл.) порівняно із неоптимальною (діапазон 6-12 бульб/росл.). Найбільший вплив на цей показник мала доза азоту. Так у варіантах із N40 в неоптимальній зоні кількість бульб становила 9-12 шт./росл., а в оптимальній – 15-17 шт./росл. Певний вплив на ці процеси також мав Талленд. На масу бульб визначальний вплив мала зона вирощування. Так в неоптимальній зоні цей показник був на рівні 372-1138 г/росл., а в оптимальній – 533-1208 г/росл. В неоптимальній зоні цей показник найбільше залежав від дози азоту і використання Талленду, а в оптимальній – лише від дози азоту.

Максимальна доза азоту (40N кг/га) мала найбільший вплив на розвиток цих тенденцій.

Таблиця 3.5

Структура врожаю картоплі сорту Карлена в різних зонах поля, 2022р

Варіант дослід			Показники					
зона поля (стан рослин)	оброблення бульб	підживлення, кг/га N	кількість бульб, шт./росл.	кількість бульб >35мм, шт./росл.	частка бульб >35мм, %	маса бульб, г/росл.	маса бульб >35мм, г/росл.	маса бульб >35мм, %
неоптимальна	без оброблення	без підживлення (контроль)	6	5	79	372	350	95
		20	9	7	86	638	628	98
		40	9	7	79	545	528	96
	оброблення	без підживлення (контроль)	7	6	90	537	535	100
	Таллендом	20	10	8	86	625	568	88
		40	12	11	92	1138	1098	97
оптимальна	без оброблення	без підживлення (контроль)	8	7	93	533	518	98
		20	10	8	79	757	713	94
		40	15	14	98	1187	1175	99
	оброблення	без підживлення (контроль)	13	12	92	865	843	97
	Таллендом	20	14	13	93	918	900	98
		40	17	16	94	1208	1165	96

Урожайність є важливим показником, який характеризує умови росту і розвитку рослин, а також технологічну цінність прийомів, які застосовуються. В умовах нашого дослідження (табл. 3.6) встановлено, що в різних зонах була різна ефективність змінних доз азоту.

Таблиця 3.6
Товарна урожайність картоплі сорту Карлена в різних зонах поля, 2022р.

Варіант дослідження			Урожайність, т/га				Приріст врожаю	
Зона поля (стан рослин)	оброблення бульб	підживлення, кг/га N	повторення				т/га	%
			I	II	III	середнє		
неоптимальна	без оброблення	без підживлення (контроль)	17,8	10,2	14,0	14,0	-	-
	оброблення	20	22,2	29,0	24,2	25,1	11,1	79,4
		40	19,8	13,2	30,4	21,1	7,1	50,9
	оброблення Таллендом	без підживлення (контроль)	22,8	17,6	23,8	21,4	-	-
		20	31,2	11,8	25,2	22,7	1,3	6,2
		40	53,8	35,8	42,2	43,9	22,5	105
оптимальна	без оброблення	без підживлення (контроль)	24,0	15,0	23,2	20,7	-	-
	оброблення	20	43,6	23,2	18,8	28,5	7,8	37,8
		40	43,2	37,2	40,6	47,0	26,3	127
	оброблення Таллендом	без підживлення (контроль)	23,2	38,0	40,0	33,7	-	-
		20	43,24	28,0	36,8	36,0	2,3	6,8
		40	40,8	49,8	42,3	44,3	10,6	31,4

Найнижчою урожайністю характеризувався контроль в неоптимальній зоні поля без попереднього оброблення бульб при зберіганні. Вона становила лише 14,0 т/га. Найвищу урожайність отримано у варіанті із внесенням 40N кг/га в підживлення в оптимальній зоні поля без оброблення бульб – 47,0 т/га. Приріст врожаю від внесення добрив у цьому варіанті був найбільшим серед

всіх варіантів досліду. Він склав 26,3 т/га, або 127% порівняно до контролю. Наближеними до зазначеного варіанту з найвищим показником урожайності характеризувалися два варіанти із внесенням 40N кг/га в оптимальній зоні при застосуванні Талленду (середня урожайність склала 44,3 т/га) та неоптимальній теж за застосування Талленду (урожайність становила 43,9 т/га). Приріст врожаю для цих варіантів був відповідно 31,4 % та 105,2%. Для інших варіантів досліду середня урожайність товарної частини врожаю займала проміжні значення в межах від 20,7 т/га до 36,0 т/га. Також необхідно відзначити, що для отримання високих врожаїв на ділянках неоптимальної зони поля є необхідним внесення підвищених доз внесення азотних добрив у підживлення, оскільки застосування менших доз не забезпечило суттєвого ефекту для приросту врожаю. В зазначеній зоні з попереднім обробленням бульб приріст склав лише 6,2% порівняно з контролем.

На основі результатів урожайності наведених в табл. 3.5 був проведений статистичний дисперсійний аналіз багатоваріантного досліду за застосування програми Minitab [49,50].

Таблиця 3.7

Загальні результати трьохфакторного дисперсійного аналізу, 2022р.

Джерело змін	Сума квадратів	Ступені свободи	Середні квадрати	Критерій Фішера	Довірчий рівень
зона поля	1032,6	1	1032,6	14,69	0,001
обробка бульб	572,8	1	572,8	8,15	0,008
підживлення	1845,4	2	922,72	13,13	0,000
Випадкове	2178,8	31	70,28	-	-
Загальне	5629,6	35	-	-	-

Проаналізувавши отримані результати аналізу урожайності варіантів дослідів можна зробити висновок, що проведений дослід є достовірним, оскільки довірчий рівень не перевищує критерію Фішера, а фактори, що вивчаються мають істотний вплив на показник урожайності.

Найменша істотна різниця для факторів дослідів:

НІР для зони поля – 2 т/га;

НІР для обробки бульб – 2 т/га;

НІР для проведення підживлення 1,3 т/га.

Сила впливу факторів дослідів:

сила впливу фактору зони поля – 18,3%;

сила впливу фактору обробки бульб – 10,2%;

сила впливу фактору проведення підживлення – 32,2%.

На врожайність картоплі сорту Карлена на дослідній ділянці поля мали вплив всі фактори, що вивчались. Найбільший вплив мала доза внесення азотних добрив у підживлення картоплі, а вплив цього фактора склав 32,2%. Для порівняння ефективності внесення азотних добрив на окремих ділянках поля найменша істотна різниця між варіантами становить 1,6 т/га. Для порівняння всіх варіантів дослідів між собою це показник складає 2 т/га. Дослід містить варіанти, які суттєво відрізняються між собою і вважається достовірним для надання агрономічних висновків за результатами проведених досліджень.

Отже для стабілізації урожайності сорту Карлена в неоптимальній зоні поля необхідно застосовувати підживлення кальцієвою селітрою із розрахунку 40 кг/га д.р. N та при зберіганні насіння у сховищах обробляти Таллендом. В оптимальній зоні поля для підтримання урожайності достатнім прийомом є підживлення в дозі 40 кг/га д.р. N кальцієвою селітрою.

3.4 Економічна ефективність внесення змінних доз азотних добрив під картоплю в різних зонах поля

Економічно ефективні технології спрямовані на отримання найвищих результатів виробництва, а саме отримання чистого прибутку за найменших витрат. Економічні розрахунки дозволяють нам виділити найбільш економічно вигідну технологію вирощування картоплі. Адже великі капіталовкладення не завжди є доцільними і не будуть гарантувати нам отримання високого прибутку. Також можливий варіант, коли навіть за високого доходу підприємство не будуть покриті всі витрати на отримання однієї тони продукції. Тому розрахунок економічної ефективності є доцільним для аргументації подальшого впровадження результатів досліджень на полях господарства.

Основною метою проведення дослідження є підвищення врожайності та якості картоплі враховуючи її рентабельність. Для розрахунку рентабельності варіантів досліду необхідно врахувати всі виробничі витрати на 1 га поля та їх збільшення за рахунок внесення кальцієвої селітри у підживлення картоплі та застосування препарату Талленд під час зберігання посівного матеріалу у сховищі господарства.

Проаналізувавши результати табл. 4.1 можна зробити висновок, що найбільшу рентабельність мав варіант з внесенням 40N кг/га у підживлення в оптимальній зоні поля без попереднього оброблення бульб. Цей варіант характеризувався найбільшою врожайністю і рівень рентабельності склав 100%. Контроль в неоптимальній зоні без застосування Талленду мав вищі виробничі витрати ніж вартість отриманої валової продукції. За такої технології вирощування зазначений варіант не забезпечить прибуток господарству, а отриманий дохід не покрив витрат на його виробництво.

Таблиця 3.8

Економічна ефективність вирощування картоплі столової сорту Карлена в різних зонах поля, 2022р.

Варіант дослід		Показник						
зона поля (стан рослин)	оброблення бульб	підживлення, кг/га N	урожайність, т/га	вартість продукції, грн/га	виробничі витрати, грн/га	дохід, грн/га	собівартість, грн/т	рівень рентабельності, %
неоптимальна	без обробки	без підживлення (контроль)	14,0	79800	107000	-	7643	-
		20	25,1	143070	111522	31548	4443	28,3
		40	21,1	120270	116044	4226	5500	3,64
	Талленд	без підживлення (контроль)	21,4	121980	109000	12980	5093	11,9
		20	22,7	129390	113522	15868	5001	14,0
		40	43,9	250230	118044	132186	2689	112
оптимальна	без обробки	без підживлення (контроль)	20,7	117990	107000	10990	5169	10,3
		20	28,5	163590	111522	52068	3886	46,7
		40	47,0	267900	116044	151856	2469	131
	Талленд	без підживлення (контроль)	33,7	192090	109000	83090	3234	76,2
		20	36,0	205200	113522	91678	3153	80,8
		40	44,6	252510	118044	134466	2665	114

Слід зазначити, що в неоптимальній зоні поля вартість продукції коливалась в межах 78800-250230 грн/га, а в оптимальній – 117990-267900 грн/га. В неоптимальній зоні найбільший вплив на цей показник мали доза N і оброблення Таллендом (250230 грн/га за внесення у підживлення N40 і оброблення бульб Таллендом). В оптимальній зоні ефективність Талленду була низькою, а ефективність підживлення N40 – максимальною (252510-267900 грн/га). Встановлено, що найбільший вплив на виробничі витрати в умовах досліду мала вартість кальцієвої селітри, але отриманий приріст компенсував ці витрати. Найбільший дохід отримано за вирощування картоплі в оптимальній зоні незалежно від застосування Талленду. За внесення N40 він досягав меж 134466-151856 грн/га. Найменша собівартість продукції забезпечувалась внесенням максимальної дози азоту (N40) в оптимальній зоні (2469-2665 грн/т). В цій зоні діапазон рівня рентабельності теж був більшим – 76,2-131%. В неоптимальній зоні він становив 3,64-112%.

Отже застосування у підживлення кальцієвої селітри в дозі N40 є економічно вигідним прийомом незалежно від зон поля. Проте в оптимальній зоні рівень показників є більш високим.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Висновки

Проведені лабораторні та польові дослідження по внесенню азотних добрив на неоднорідних за станом розвитку рослин ділянках поля та застосування попередньої обробки бульб дозволяють зробити наступні

висновки:

1) Суттєвий вплив на продуктивність картоплі сорту Карлена серед факторів, що досліджувались мала зона поля, яка обумовлювала різний стан рослин (від неоптимального до оптимального). В неоптимальній зоні поля рівень урожайності коливався від 14,0 до 43,9 т/га, а в оптимальній від 20,7 до 47,0 т/га.

2) Застосування кальцієвої селитри в дозі 40 кг/га д.р. N забезпечувало найбільш суттєвий вплив на показник врожайності сорту Карлена незалежно від зони поля. У оптимальній зоні із застосуванням Талленду отримано 44,3 т/га, а приріст до контролю (без підживлення) становив 31,4%. без застосування Талленду – 47,0 т/га з приростом до контролю 127%. В неоптимальній зоні із застосування Талленду цей показник досягав рівня 43,9 т/га з приростом до контролю 105%, а без застосування Талленду урожайність склала 21,1% з приростом до контролю 50,9%.

3) Найбільш економічно ефективно вирощування картоплі було в зоні з оптимальним станом рослин незалежно від застосування Талленду. Так, за внесення 40 кг/га д.р. N дохід досягав меж 134466 – 151856 грн/га, а рівень рентабельності 114 – 131%.

Список використаної літератури

1. Промислова технологія виробництва картоплі в Україні / О. А. Демидів, М. М. Гаврилюк, А. А. Бондарчук та ін. – Київ: КИТ, 2010. – 104 с.

2. Сторожук В.А. Економіка виробництва картоплі / В.А. Сторожук // Картопля / за ред.: А.А. Бондарчука, М.Я. Мелонького, В.С. Куценка. – К., 2007. – Т. 3. – 494-533 с.

3. Кучко, А. А., Мицько, В. М. Потенційна продуктивність картоплі і основні фактори її формування. Картоплярство. 26. – К.: Довіра, 1995. 3-8с.

4. Бондарчук, А.А. Стан та пріоритетні напрямки розвитку галузі картоплярства в Україні. Картоплярство, 37 – 2008р. 7-1с

5. Наукові основи та практичні аспекти вирощування картоплі за краплиного зрошення на півдні України: монографія / Юзик С. М. та ін.; Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 124с.

6. Агрохімія (у 2 ч.) / М. Й. Шевчук, С. І. Веремесенко, В. І. Лопушняк / За ред. М. Й. Шевчука. Луцьк: Надстир'я, 2012.

7. Господаренко Г. М. Агрохімія мінеральних добрив. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2002.

8. Геркляч О. М., Господаренко Г.М., Коларьов Ю.В. Агрохімія. Умань, 2008.

9. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / За ред. Д. Мельничука, Дж. Гофмана, М. Городнього. Київ: Арістей, 2004.

10. Городній М. М. Агрохімія: Підручник. Київ: Арістей, 2008.

11. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт-рослина / За ред. А. І. Фатєєва, В. П. Самохвалової. Харків: КП «Міськдрук», 2012.

12. Кучко А.А. Фізіологія та біохімія картоплі / А.А. Кучко, М.Ю. Власенко, В.М. Мицько – К.: Довіра, 1998. 336с.

13. Бугаєва, І. П., & Сніговий, В.С. (2002). Вимоги картоплі до умов росту та розвитку. Херсон.

14. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Системи використання добрив. Київ: Вид-во АПК, 2002.

15. Марчук І. У., Макаренко В. М., Розстальний В. Є. Агрохімія: добрива та їх використання. Київ: ЦП «Крмпринт», 2016.

16. Карасюк І.М. Норми добрив і системи удобрення в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур при систематичному і довготривалому їх застосуванні у сівозміні // 36. наук. пр. Уманського ДАУ (спец. випуск). Умань: Уманський ДАУ. 2003. С. 798–802.

17. Аніскевич Л.В., Адамчук В.І. Технології точного землеробства. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ, 2006, вип. 101, с.12-27.

18. Теслюк П.С. Насінництво картоплі / П.С. Теслюк, М.Я. Молоцький, М.Ю. Власенко. – Біла Церква, 2000. – 200 с.

19. Господаренко Г. М. Система застосування добрив: навч. Посібник / Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2018.

20. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ: Логос, 2005.

21. Марчук І. У., Бикіна Н. М., Бордюжа Н. П. Діагностика живлення рослин. Київ: Видавничий центр НУБІП України, 2016.

22. Бондарчук А.А. Якість насіннєвої картоплі / А.А. Бондарчук // Насінництво. – 2006. – № 3. – С.19-20.

23. Руденко, Г.С. & Ткачук, І.А. (1984). Система удобрення картоплі. Київ: Урожай.

24. Картопля / за ред.: А.А. Бондарчука, М.Я. Молоцького, В.С. Куденка. – Біла Церква, 2007. – Т. 3. – 536 с.

25. Руденко Г.С. Система удобрення картоплі / Г.С. Руденко, І.А. Ткачук: за ред.. В.Г. Батюти. – К.: Урожай, 1980.- 48с.

26. Господаренко Г. М. Агрохімія: Підручник. Київ: ТОВ «СІК ГРУП Україна» - 2015.

27. Dawson, C.J. Implications of Precision Farming for Fertilizer Application Policies. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ, 2006, вип. 101, с.27-42.

28. Києнко, З.Б. (2003). Залежність росту насаджень, площі листків, та врожайності різних сортів картоплі від рівня мінерального живлення рослин і стимулятора росту. Картоплярство: міжв. наук. тем. зб., 32, 99-107.

29. Потапенко, Л.В. (2013). Ефективність різних систем удобрення картоплі. Чернігівщина аграрна: науково-популярний журнал. 21, 24-26.

30. Григорян, А., & Габриелян, А. (1980). Влияние режима орошения и фона удобрений на некоторые физиологические процессы развития картофеля. Технология возделывания, селекция и семеноводство полевых культур, 10-15.

31. Rens, L., Zotarelli, L., Alva, A., & Rowland et al, D. (2016). Fertilizer nitrogen uptake efficiencies for potato as influenced by application timing. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 104(2), 175-185.

32. Radwan, H.A., & El-Shall, Z.S.A. (2011). Effect of potassium fertilization and humic acid application on plant growth and productivity of potato plants under clay soil. J. Plant Production, 2(7)? 877-890.

33. Севастьянов, В.В., & Гончаренко, В.Ю. (1975). Ефективність застосування мінеральних добрив під картоплю при зрошенні в лівобережному Лісостепу України. Картоплярство: міжв. тем. наук. зб., 6, 67-71.

34. Б. Балаєв А.Д., Нестєров Г.І., Товха О.Л., Навчальний посібник. Географія ґрунтів України. – 2012р. – 213с.

35. Перчиць А.І. Рациональное використання добрив під картоплю в умовах зрошення / А.І. Перчиць // Зрошувальне землеробство. Херсон: Айдаунт, 2008. - Вип. 49. – С. 34-40

36. Ґрунтознавство: [Навчальний посібник] / Балаєв А.Д., М.Ф. Бережняк. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – 402 с.

37. Adamchuk V. I., Ferguson R. B., Herget G. W. Precision Crop Protection - the Challenge and Use of Heterogeneity, 2010.

38. Adamchuk-Chala, N. I. Determination of soil heterogeneity by precision farming methods// N. I. Adamchuk-Chala, V. O. Yatsenko, M. M. Baranovskij, J. V. Bojko, V. I. Adamchuk // Ukrainian Journal of Ecology. – М., 2020. – Т. 10. – Вип. 6. – С.42-47.

39. Mulla DJ, McBratney AB (2000) Soil spatial variability. In: Sumner ME (ed) Handbook of soil science. CRC Press, Boca Raton, pp A321-A352

40. Теслюк, П.С. (1995). Вимоги картоплі до умов вирощування. Картопля – другий хліб, 1, 74-81.

41. Температура ґрунту і строки садіння картоплі / В.С. Куценко, М.Ф. Шарата, В.В. Кравченко, Г.Ф. Войтенко // Картоплярство. К.: Урожай, 1991. – Вип. 22. – С. 43-46.

42. Картопля / за ред.: В.В. Кононуценка, М.Я. Молоцького. – К., 2002 – Т. 1. – 535 с.

43. Медведєв В. В. Мониторинг почв України. Харьков: КП «Городская типография», 2012.

44. В. В. Медведєв. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Введение в проблему. Харьков: ІЗ типографія, 2007, 296с.

45. Географія ґрунтів України: методичний посібник/ А.Д. Балаєв, Г.І. Пестерев, О.Л.Тонха. – К.: ВНАУ, 2005. – 205с.

46. Карлена / Karlena [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agronom.info>

47. Кальцієва селітра [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/dobriva-azotni/selitra-kaltsiyeva-id16194>

48. Gao, X., Parsonage, S., Tenuta, M., & Baron, K. (2017). Nitrogen Fertilizer Management Practices to Reduce N₂O Emissions from Irrigated Processing Potato in Manitoba. American Journal of Potato Research, 94(4), 390-402.

49. Царенко О. М., Злобін Ю.А, Скляр В. Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: навч.-довід. посібник. - Суми: Видавництво «Університетська книга», 2000. – 203с.

50. Minitab [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://support.minitab.com>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України