

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**05.10 – КМР. 1642 «С» 2021.10.07 07 ПЗ**

НУБІП України

**ДУДНИК ЮЛІЇ ЮРІВНИ**

**2021 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УДК: 635.21:631.8:528.4

**ПОГОДЖЕНО** **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**  
Декан агробіологічного факультету Завідувач кафедри

Агрохімії та якості продукції

рослинництва ім. О.І. Душечкіна

д.с.-г.н., професор

д.с.-г.н., професор, член-кор. НААН

Тонха О.Л.

Бикін А.В.

(підпис)

(ПБІ)

(підпис)

(ПБІ)

«—» 2021 р.

«—» 2021 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Діагностика живлення картоплі столової за  
використання основ дистанційного моніторингу»**

Спеціальність 201 - Агрономія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

доктор с.г. наук проф.

(підпис)

Бикін А.В.

(ПБІ)

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

кандидат с.г. наук, доцент

(підпис)

Бордюжа Н.П.

(ПБІ)

**Виконала**

(підпис)

Дудник Ю.Ю.

(ПБІ)

**КИЇВ – 2021 р.**

## Реферат

Тема дипломної роботи: Діагностика живлення картоплі столової за використання основ дистанційного моніторингу.

Об'єкт досліджень - вплив позакоренових підживлень на якість та урожайність картоплі столової з використанням основ дистанційного моніторингу.

Предмет дослідження - біометричні показники, суха речовина, хлорофіл, вологість ґрунту, рН ґрунтового розчину, NPK в ґрунті та рослині, кількість та вміст поживних елементів, структура отриманого врожаю, урожай.

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, 4 розділів (тематичний огляд літератури, методика дослідження та експериментальна частина), висновків, рекомендацій виробництву та списку використаних джерел. Основний текст дипломної роботи викладено на 81 сторінках комп'ютерного тексту, включаючи 20 таблиць і 21 рисунок.

В розділі 1 «Огляд літератури» подано розкриті цитання щодо живлення та удорення картоплі столової і особливостей використання дронів у точному землеробстві.

Розділ 2 «Методи досліджень» містить інформацію про характеристику ґрунтових і погодно-кліматичних умов господарства, технологія вирощування картоплі столової, умови проведення польового дослід у прецизійному агровиробництві, методики польових і лабораторних досліджень.

У розділі 3 «Результати досліджень» представлені результати досліджень індексу вегетації рослин картоплі, біометричних показників рослин цієї культури, встановлена залежність між цими показниками. Представлені результати комплексної агрохімічної діагностики поля.

В розділі 4 «Економічна ефективність вирощування картоплі столової» проведено аналіз економічної ефективності вирощування рослин картоплі столової залежно від ступеня їх розвитку.

У результаті проведених досліджень в умовах ТОВ «Біотех ЛТД» було встановлено, що:

1. Відповідно даних моніторингу на полі рослини низького, середнього і високого рівня розвитку

2. Грунтова діагностика живлення картоплі столової свідчить про те, що найкраще забезпечені мінеральним азотом були рослини низького рівня розвитку, рухомими сполуками фосфору і калію – середньорозвинені рослини (316-306 мг/кг ґрунту і 339-215 мг/кг ґрунту у шарі 0-20 см.).

3. Позакореневі підживлення добривами Біокарт 40, Біокарт 50 і Біокарт 70 у відповідні стадії ВВСН сприяли активному накопиченню азоту у листках рослин, які були низькорозвиненими і середньорозвиненими.

Показники відповідно становили 2,82-1,69% і 2,71-1,59%. Вміст азоту у листках високорозвинених рослин навпаки зменшувався після проведення позакорневих підживлень.

4. Вміст загального фосфору у лисках рослин картоплі столової акумулювався практично на одному рівні на ділянках середньорозвинених і високорозвинених рослин (0,35-0,18 і 0,3-0,18 % на суху речовину). Позакореневі підживлення за вищезазначеною схемою обумовлювали незначне зниження показників (0,33-0,18 % і 0,29-0,17% на суху речовину).

5. Вміст калію в листках картоплі столової був низьким у всіх фазах росту та розвитку рослин. Найкраще реагували на позакореневі підживлення рослини низького і середнього рівня розвитку у різні фази росту і розвитку.

6. Вміст хлорофілу був на високому рівні у листках низькорозвинених (15,8-8,39 мг/л) і високорозвинених (15,2-10,9 мг/л) рослин ріпаку озимого у перший період вегетації. Проте, зберігався на одному рівні тривалий період вегетації у середньорозвинених і високорозвинених рослин, у той час як у низькорозвинених рослин він знижувався практично у двічі. Позакореневі підживлення обумовлювали зниження вмісту хлорофілу у листках рослин.

7. Рослини різного рівня розвитку через інтенсивність перебігу метаболічних процесів відчували дефіцит у різних елементах живлення. Позакореневі підживлення пришвидчували метаболізм рослин, що зумовлювало зміну у складі і кількості дефіцитних елементів живлення.

НУБІП України

Позакореневі підживлення обумовлювали високий рівень урожайності бульб низькорозвинених і середньорозвинених рослин, де він склав 51,5 т/га і 49,3 т/га, що вповідало рівню врожайності високорозвинених рослин без підживлень 48,1 т/га. рівень рентабельності склав відповідно 120, 110 і 105 %.

НУБІП України

Ключові слова: картопля столова, індекс вегетації NDVI, комплексна агрохімічна діагностика поля, Crop Monitoring, економічна ефективність, прецизійне агровиробництво (точне землеробство).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри агрохімії та якості  
продукції рослинництва ім. О.І.Душечкіна  
Бикін А.В.  
(підпис) (ПІБ)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021

року

ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТЦІ

Дудник Юлії Юріївни  
(прізвище ініціали студента)  
Спеціальність 201-агрономія  
(код і назва)

Спеціалізація Агрохімієсервіс у прецизійному агровиробництві  
(назва)  
Магістерська програма Агрохімієсервіс у прецизійному агровиробництві  
(назва)

Програма підготовки Освітньо-наукова  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи Діагностика живлення картоплі столової за  
використання основ дистанційного моніторингу затверджена наказом ректора  
НУБіП України від 1642 «С» 2021.10.07

Термін подання завершеної роботи на кафедру 8.11.2021

**Вихідні дані до магістерської роботи:** результати польових досліджень.  
**Перелік питань, що підлягають дослідженню:**  
1. Вегетаційний індекс картоплі.

2. Агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту.
3. Рослинна діагностика.
4. Урожайність та якість бульб картоплі.
5. Економічна ефективність вирощування картоплі.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів магістерської роботи	Строки виконання етапів магістерської роботи	Примітка
Огляд літератури	Осінній семестр 2020	<i>Виконано</i>
Методика виконання роботи	Весняний семестр 2021	<i>Виконано</i>
Аналітично-розрахункова частина	Осінній семестр 2021	<i>Виконано</i>
Економічна оцінка технологій	Осінній семестр 2021	<i>Виконано</i>
Письмове і технічне оформлення роботи	Осінній семестр 2021	<i>Виконано</i>

Дата видачі завдання: «    »      2021 р.

Керівник магістерської роботи:

(підпис)

Бордожа Н.П.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання:

(підпис)

Дудник Ю.Ю.

(прізвище та ініціали студента)

# НУБІП УКРАЇНИ

ЗМІСТ

ВСТУП ..... 9

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ..... 12

1.1 Дистанційний моніторинг як предмет в сільському господарстві ..... 12

1.2 Використання дронів в сільському господарстві ..... 16

1.3 Живлення та удобрення картоплі ..... 17

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ..... 21

2.1 Характеристика господарства ..... 21

2.2 Ґрунтові умови господарства ..... 22

2.3 Погодно-кліматичні умови господарства ..... 25

2.4 Технологія вирощування картоплі столової у господарстві ..... 29

2.5 Методика проведення досліджень ..... 30

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ..... 35

3.1 Вегетаційний індекс NDVI картоплі ..... 35

3.2 Вологість у ґрунті ..... 39

3.3 pH ґрунтового розчину ..... 40

3.3 Вміст амонійного азоту у темно-сірому опідзоленому ґрунті ..... 42

3.2 Вміст рухомих сполук фосфору у темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування картоплі столової ..... 46

3.3 Вміст обмінного калію у темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування картоплі столової ..... 49

3.4 Вміст загального азоту у рослинах картоплі столової ..... 53

3.5 Вміст загального фосфору у рослинах картоплі столової ..... 55

3.6 Вміст загального калію в рослинах картоплі столової ..... 57

3.7 Вміст хлорофілу та сухої речовини в рослинах картоплі столової ..... 59

3.8 Функціональна листкова діагностика картоплі столової ..... 65

3.9 Вплив позакоренових підживлень на урожайність та якість бульб картоплі столової ..... 70

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ  
СТОЛОВОЇ ЗА ВНЕСЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ..... 75

ВИСНОВКИ ..... 78

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ ..... 81



# НУБІП України

## ВСТУП

**Актуальність магістерської кваліфікаційної роботи.** Зміна світового

економічного середовища спонукає фермерів шукати нові підходи до керування

їхнім бізнесом. Саме тому, з кожним роком все більше господарств обирають

ІТ-методи керування процесами, так як це є досить ефективно. ІТ-технології у

сільському господарстві реалізуються через точне землеробство. Це система

управління господарством з використанням великого набору даних і високою

точністю виконання всіх операцій. Це дозволяє аграрію підвищити

рентабельність виробництва шляхом збільшення врожайності і зниження

виробничих витрат.

Суть точного землеробства полягає в застосуванні окремого підходу до

кожного поля і навіть конкретної ділянки. Це передбачає диференційовані

норми висіву, добрив та ЗЗР, розумний полив та інші засоби для досягнення

максимальної продуктивності ділянки.

Для реалізації технологій потрібна відповідна технічна база та вміння

персоналу систематизувати і аналізувати велику кількість даних, а головне —

бажання підвищувати ефективність роботи. Точне землеробство не

обмежується використанням певної кількості рішень. Це постійний процес

підвищення екологічності, рентабельності, продуктивності виробництва.

Система точного землеробства особливо актуальна для України, так як це

ризикова зона сільського господарства, беручи до уваги строкатість

кліматичних умов та неоднорідності полів. Саме в таких умовах точне

землеробство є доцільним, мінімізуючи ризики та оптимізуючи витрати.

**Мета дослідження** полягала у визначенні ефективності позакоренових

підживлень у критичні фази росту та розвитку картоплі столової на якість та

урожайність з використанням основ дистанційного моніторингу.

**Завдання магістерської роботи** полягали у дослідженні наступних

питань:

1. Вегетаційний індекс картоплі.

# НУБІП України

2. Агрохімічні показники темно-сіного опідзоленого ґрунту.
3. Рослинна діагностика.
4. Урожайність та якість бульби картоплі.

5. Економічна ефективність вирощування картоплі.

**Об'єкт досліджень** - вплив позакоренових підживлень на якість та урожайність картоплі столової з використанням основ дистанційного моніторингу.

**Предмет дослідження** - біометричні показники, суха речовина, хлорофіл, вологість ґрунту, рН ґрунтового розчину, NPK в ґрунті та рослині, кількість та вміст поживних елементів, структура отриманого врожаю, урожай.

**Методи досліджень** - лабораторні та польові методи проведені згідно з ДСТУ та за загальноприйнятими у агрохімії методиками.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Нами доведена необхідність диференційованого внесення добрив для позакоренового підживлення із врахуванням рівня розвитку рослин. Доцільно підживлювати рослини низького і середнього рівня розвитку. На високорозвинених рослинах позакоренві підживлення виявилися неефективними.

**Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.**

Магістерська кваліфікаційна робота виконувалась відповідно до науково-дослідної роботи кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім.О.І. Душечкіна «Інноваційні методи діагностики живлення та агрохімічного забезпечення сільськогосподарських культур» (U0115U003834), у межах роботи наукового студентського гуртка «Управління якістю продукції рослинництва у сучасних технологіях».

Результати магістерської кваліфікаційної роботи представлені на IV і V Міжнародній науково-практичній онлайн конференції «Інновації в освіті, науці та виробництві» (Київ, 2020 р., 2021 р.), а також на Міжнародній науково-практичній конференції «Агрохімічні ресурси та управління біопродуктивністю агроландшафтів» (Київ, 2021 р.).

**НУБІП УКРАЇНИ**  
 Положення, що вносяться на захист:

1. Позакореневі підживлення картоплі столової оптимізують  
 акумуляційні процеси рослин низького і середнього розвитку.

2. Позакореневі підживлення обумовлюють підвищення урожайності  
 низькорозвинених і середньорозвинених рослин. для високорозвинених рослин  
 вони неефективні.

**НУБІП УКРАЇНИ**

**НУБІП УКРАЇНИ**

**НУБІП УКРАЇНИ**

**НУБІП УКРАЇНИ**

**НУБІП УКРАЇНИ**

**НУБІП УКРАЇНИ**

## 1.1 Дистанційний моніторинг як предмет в сільському господарстві

Моніторинг за станом вирощування сільськогосподарських культур на сьогоднішній час без застосування дистанційних методів та ГІС є неможливим. З інтенсивним розвитком сучасних ГІС технологій, космічного багатоспектрального сканування, високої роздільної здатності систем глобального позиціонування виникають нові можливості для стеження за якісним станом угідь [1].

Моніторинг стану сільськогосподарських посівів – головне джерело інформації про їх схожість, а також про наявність бур'янів, хвороб та багато інших різноманітних проблем на полі. Моніторинг дає можливість своєчасно виявити порушення в рості та розвитку культури, виявити їх причини і прийняти своєчасні управлінські рішення. Моніторинг – трудомісткий процес, який вимагає багато часу незважаючи на розміри поля. В ідеальному випадку агроном повинен виїжджати на поле і оглядати посіви щодня [43].

Сьогодні існує багато способів моніторингу посівів протягом вегетаційного сезону, серед них застосування супутників і дронів, аналіз проб ґрунту та листкової діагностики. Результати, які отримують за допомогою супутників і дронів: площу поля, його рельєф, стан поля, наявність калюж, солончаків, підтоплень, заболочування, площу виконаних технологічних операцій, якість виконаних операцій, стан та динаміку вегетації на основі індексу NDVI та наявність на полі бур'янів.

Суть супутникового моніторингу – аналіз стану посівів за результатами знімків супутника. Пролітаючи над певною територією і роблячи знімки високої роздільної здатності, супутник фіксує потрібні нам ділянки поля.

Оперативні знімки є джерелом оперативної інформації про посіви, а спеціальні спектральні камери дозволяють розрахувати вегетаційний індекс NDVI, NDRI, RVI, але найбільш поширений в рослинництві є індекс NDVI, який ґрунтується

на даних про активність біомаси, застосовується при оцінці стану посівів в конкретний момент часу або в динаміці. Зелені рослини в процесі фотосинтезу поглинають основну частину видимого світлового спектру і таким чином

відображають хвилі ближнього інфрачервоного. Розраховується NDVI індекс – різниця значень червоного та ближнього інфрачервоного спектра, розділена на

їх суму. Характеризуючи щільність рослинної поверхні, NDVI показує на ті ділянки поля, які потребують пересівання, потребу в засобах захисту рослин та добривах. Користувач сервісів супутникового моніторингу отримує карти стану

посівів, розраховані на підставі NDVI індексу та карти продуктивності. За

останні двадцять років на орбіту було виведено велику кількість супутників для проведення зйомки поверхні землі і закінчуючи спектром зйомки камери й роздільною здатністю знімків. Продукти, які отримують користувачі:

зображення у натуральних кольорах, вегетаційний індекс NDVI, температура

грунту, засніженість полів. Великою перевагою використання супутникових систем є їхня ретроспективність. Багато сервісів мають базу знімків, зроблених протягом усього часу їхньої роботи. Якщо потрібна ділянка знаходиться в полі

зору супутника, можна отримати історію певної ділянки за останні кілька років.

В історію поля входить сівозміна, історична динаміка розвитку біомаси,

найбільш і найменш продуктивні його зони [44].

Використання дронів значно спрощує збір необхідної інформації про стан посівів. Порівнюючи його із супутниками, дрони являються більш мобільнішими інструментами, з більшою деталізацією даних. Дрони

підіймаються на висоту польоту в рамках від 100 до 300 метрів над поверхнею землі, завдяки цьому можна отримати знімки з роздільною здатністю в сантиметрах на піксель.

Для цілей експлуатації в сільському господарстві застосовуються різні

види БПЛА: літакового типу з фіксованим крилом, дрони-коптери з 4,6,8

гвинтами. Провідними відмінностями між БПЛА з фіксованим крилом і коптерами полягають в характеристиках дальності і стабільності польоту, підйомній вазі, способі запуску і посадки, а також ціні. Особливістю дронів є

можливість використання камер, які дають можливість отримувати фотографії в ближньому інфрачервоному спектрі. На підставі знімків відбувається розрахунок NDVI індексів. Також можна в таких цілях використовувати звичайні камери, але після проведення певних модифікацій або додаткової обробки даних [45].



Рис. 1.1 Етапи моніторингу посівів за допомогою БПЛА [2]

Слабкі та сильні сторони використання дронів в сільському господарстві. Дрони мають високу мобільність і оперативність проведення зйомки, точність від двох сантиметрів, можливість зйомки в складних погодних умовах, висока продуктивність. Слабкі сторони дронів, вплив погодних умов на якість зйомки, наявність відсутньої зони польоту біля аеропортів, військових та багато режимних об'єктів [46].

Якісно проводити моніторинг посівів з використанням супутників або дронів можна застосовувати починаючи з підготовки ґрунту та закінчуючи збиранням врожаю сільськогосподарських культур.

Перед посівом, в першу чергу, аналізується стан ґрунту. Основна інформація моніторингу за допомогою супутника або дрона на цьому етапі –

якість проведення обробки ґрунту. Дрони також використовуються для складання точної карти рельєфу, де вказують всі перепади висот, яри та інші природні об'єкти. Після закінчення посіву культури, відразу проводять

моніторинг схожості. Це дає можливість отримати інформацію та аналіз рівня втрат рослин, та визначається в підсіві або пересіві. Супутниковий моніторинг та

використання дронів дозволяють на високому рівні виявити проблему найбільш оперативним чином. Головною інформацією, яку отримує аграрій, є карту густоти посівів

та зони неоднорідності сходів. Всі поля підприємства порівнюють між собою і підраховують загальні втрати сходів. Використовуючи дрони або супутники є

можливість визначити ті ділянки, де потрібно вносити великі норми добрив, а також створити електронні карти-завдання для сільськогосподарської техніки.

Ці карти використовують при диференційованому внесенні добрив. Під час вирощування сільськогосподарських культур, із загальних втрат врожаю велику

роль відіграють шкідники, хвороби та бур'яни, на долю яких припадає близько 30% [47].

Для оцінки засміченості поля бур'янами ідеально підходить використання дронів. Завдяки низькому польоту і потужним камерам дрони здатні зібрати

інформацію для створення карт, на яких можливо відрізнити бур'яни від сільськогосподарських культур. Завдяки цьому аграрій, отримує більш точну

інформацію, може вчасно внести відповідну норму гербіциду. Під кінець закінчення вегетаційного періоду сільськогосподарської культури, перед

збиранням врожаю, моніторинг повторюється. Це дозволяє з'ясувати терміни збору врожаю і остаточно спрогнозувати кінцевий врожай культури [48].

На сьогодні для сільськогосподарських підприємств основна функція дронів – це дистанційний моніторинг і контроль сільськогосподарських земель.

Квадрокоптер дозволяє істотно збільшити продуктивність працівника в полях, економлячи час і підвищуючи його результативність обходів. Використовуючи

на підприємствах БПЛА жодна проблема на ранніх етапах не залишається без уваги. Одним із головних напрямків використання дронів в агросфері є

внесення засобів захисту рослин. Найбільшого поширення технологія отримала

в Північній Америці та США. Там використовується близько третини від загального числа агробезпілотників. Їх кількість щорічно збільшується в Східній Азії і Австралії. Суттєво збільшується використання дронів і БПЛА в Європі і країнах, що розвиваються. Так, на ринках Індії та Китаю, де в середньому розмір поля не перевищує 3-4 га, дрони працюють замінюючи ручне обприскування, щоб знизити ризики для персоналу та зекономити на робочій силі [3].

## 1.2 Використання дронів в сільському господарстві

Дрони роблять знімки з висоти, створюють 3D-карти, моніторять поля, садять насіння, вносять добрива і засоби захисту рослин, контролюють посіви, допомагають в іригації, також контроль за тваринами в сільському господарстві. Безпілотники допомагають в сільському господарстві виконувати різноманітні операції:

- Аерофотозйомка – використовується для виявлення лисин, загибелі врожаю після впливу природних факторів і інших дефектів, які потребують своєчасного усунення. Аерофотозйомка з дрона є набагато і значно краща та якісніша ніж зйомка з супутника по своїй детальності, за рахунок невеликої висоти польоту.
- Відеозйомка – продуктивність літального апарату при відеозйомці досягає 30 км за 1 годину роботи, що суттєво знижує часові та фінансові витрати в порівнянні з використанням наземної техніки.
- 3D моделювання – дозволяє визначити перезволожені або посушливі ділянки поля, виїмку ґрунту, правильно створювати плани і карти зволоження ґрунту або його осушення, рекультивації ділянок та меліорації земель [49].
- Тепловізійна зйомка – здійснюється із застосування усього спектру інфрачервоного випромінювання: ближнього, середнього і далекого діапазону.



Дослідження дає можливість визначити терміни диференціювання точок зростання, що впливає на врожайність і збереження продуктивних властивостей рослин зі збереженням спадкових можливостей сорту.

- Лазерне сканування – використовується для аналізу місцевості на важкодоступних територіях. Зазначений метод забезпечує отримання точної моделі високої щільності з детальним відображенням рельєфу.

- Обрискування – дає можливість використовувати дрони для точкового обприскування рослин і плодівих дерев. Такий підхід дозволяє фермерам працювати над тими ділянками рослин, які хворі виключаючи попадання засобів захисту рослин на здорові рослини.

- Висів насіння – ця технологія допомагає мінімізувати необхідність в особистій присутності для висіву насіння рослин в обраній місцевості, що часом стає дорогою і енерговитратним завданням. Ця система безпілотників може бути адаптована і застосована до багатьох типів фермерських господарств, скорочуючи час висіву і витрати на оплату праці [4].

Ортофотоплани дозволить точно виміряти геометричні розміри поля та визначити його геометричну площу в проекції. Отримані ортофотоплани за допомогою дрона дадуть багато додаткової інформації. Можна побачити просівання, пересівання, і ділянки де рослина загинула, сліди витоптування поля.

Карти висот – це карта, яка показує рельєф поля. На карту рельєфу наносяться ізолінії, що з'єднують точки, які лежать на одному рівні. Таке маркування допомагає виявити проблемні ділянки на полі [50].

### 1.3 Живлення та удобрення картоплі

Картопля є цінною продовольчою, кормовою та технічною культурою. Основну площу вона займає в Лісостеповій та Поліській зоні, де є найсприятливіші умови для її вирощування. Вона добре переносить кислу

реакцію ґрунту, для неї оптимальне середовище є (рН = 5-6). На ґрунтах, які потребують вапнування вносять повільнодіючі вапнякові матеріали у не великих нормах. При внесенні повної норми вапна за гідролітичною кислотністю може вражатися паршею, що значно знижує її товарні і продовольчі якості.

Коренева система картоплі слабо розвинена і в більшості розміщена в орному шарі ґрунту. Тому в пізньо та середньостиглих сортах картоплі вона проникає глибше порівняно з ранньостиглими. На перших етапах розвитку коренева система картоплі погано засвоює важкорозчинні поживні речовини з ґрунту, це зумовлює підвищену реакцію на внесення добрив. Картопля споживає значно більше поживних речовин ніж зернові культури. Впродовж вегетації картоплі відбувається нерівномірне поглинання азоту, фосфору, калію. Найбільша кількість споживається картоплею у період бутонізації та цвітіння, що відповідає найбільшим приростам надземної маси.

У період бульбоутворення поглинуті елементи живлення в більшості витрачаються на формування та ріст бульб. У період збирання в бульбах нагромаджується: 90% азоту, 96% фосфору та 90% калію від загальної кількості в біомасі.

Для створення розвинутого бадилля картоплі від появи сходів до бульбоутворення потрібне підсилене азотне живлення. Малі дози азотних добрив гальмують розвиток бадилля і надходження в рослину фосфору та калію. А надлишкові, особливо однобічне, живлення азотом після цвітіння прискорює ріст бадилля, затримує відтік вуглеводів в бульби, гальмує їх ріст та нагромадження крохмалю.

На перших етапах вегетації картоплі має бути оптимальне фосфорне живлення. Достатнє фосфорне живлення покращує розвиток бульб, підвищує стійкість проти ураження паршею та механічних пошкоджень та забезпечує вихід бульб середніх розмірів.

Калійне живлення має велике значення у період формування бадилля, так і під час утворення та росту бульб. Оптимальне калійне живлення збільшує

вміст крохмалю та їх стійкість проти пошкоджень, також знижує вміст вуглеводів у бульбах та підвищує лежкість картоплі. За нестачі калію значно затримується відтік вуглеводів з листків у бульби та знижується вміст крохмалю. Якщо до періоду бутонізації рівень калійного живлення був достатньо високим, то зниження його в наступні періоди істотно не вплине на урожайність.

Під час формування урожайності картоплі важливе значення відіграє магній. Позитивно впливає на бульбоутворення і синтез крохмалю в бульбах. За оптимального живлення рослин магнієм знижується негативний вплив підсиленого живлення азотом [5].

Слаборозвинена коренева система та значне нагромадження у врожаї поживних речовин зумовлює підвищену реакцію картоплі на внесення добрив.

Дія добрив на урожай та якість бульб деякою мірою залежить від гранулометричного складу і родючості ґрунту, сортової особливості та агротехніки.

Картопля добре реагує на внесення органічних добрив. На початкових стадіях розвитку незначна, з часом поступово збільшується. Максимального піку вона набуває у липні-серпні, коли поживні речовини внесених мінеральних добрив під картоплю вичерпані. А при внесенні органічних добрив рослини поступово у міру мінералізації забезпечуються живленням протягом вегетації [6].

Зафіксовано що найвищі врожаї картоплі отримують за поєданого внесення мінеральних та органічних добрив. Половина норми мінеральних та органічних добрив забезпечує більш високі прирости урожаю, ніж у разі повної норми мінерального добрива або органічного [7].

Орієнтовні норми добрив, які рекомендують вносити під картоплю з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов. Полісся та Карпати: дерново-підзолистий, сірий лісовий суглинковий,  $N_{90}P_{70}K_{120}$ , на дерново-підзолистий, сірий лісовий піщаний  $N_{120}P_{90}K_{150}$ , на дерново карбонатних  $N_{90}P_{60}K_{120}$ . У лісостеповій зоні на чорноземах типових  $N_{45}P_{60}K_{60}$ , на сірих лісових  $N_{60}P_{90}K_{90}$ .

Органічні, фосфорні та калійні добрива краще вносити восени, азотні – навесні. На легких піщаних та глинистих ґрунтах, мінеральні добрива краще вносити навесні, щоб уникнути їх втрат в наслідок вимивання. Також в умовах нестійкого зволоження на чорноземах типових всі мінеральні добрива доцільно вносити під основний обробіток ґрунту.

Під час посадки картоплі доцільно вносити азотні та фосфорні добрива. Внесення калійних переважно неефективно, тому що молоді рослини на початкових етапах росту харчуються калієм, який міститься у материнській бульбі [8].

Якщо до посадки картоплі було внесено недостатньо мінеральних добрив проводять підживлення повним мінеральним добривом. Найбільш доцільне раннє підживлення після сходів картоплі під час проведення першої міжрядної обробки. Пізні підживлення менш ефективні. Для пізніх сортів підживлення ефективніше, аніж для ранніх. Під картоплю використовують та вносять усі форми азотних добрив [9].

На кислих ґрунтах поряд із внесенням суперфосфату для основного удобрення можна вносити фосфоритне борошно та інші фосфорні добрива. Під картоплю рекомендують вносити із калійних добрив безхлорні добрива. На ґрунтах легкого гранулометричного складу ефективними є калійно-магнієві добрива, дані ґрунти збагнені на магній. У випадку нестачі калієво-магнієвих добрив можна використовувати калій хлористий та вносити його тільки з осені, для вимивання хлору. Хлоровмісні добрива в більшій мірі впливають на якісні

показники картоплі ніж на врожайність. На чорноземах типових калій хлористий та сульфат калію за ефективністю однакові [10]. Для раціонального економічного використання добрив доцільно досліджувати ресурсощадні технології на картоплі і технології точного землеробства.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

## НУБІП України

## 2.1 Характеристика господарства

Наукові дослідження за темою магістерської роботи проведені у ТОВ «Біотех ЛТД». Товариство «Біотех ЛТД» розташоване у с. Геродище Бориспільського району Київської області, загальна площа полів займає 1200 гектарів (рис.1.1, 1.2). Господарство здійснює свою виробничу діяльність в



галузі рослинництва з 1995 року та успішно розвивається вже понад як 26 років.

Рис. 2.1 Територія господарства ТОВ «Біотех» ЛТД



Рис. 2.2 Населений пункт с. Городище

Господарство спеціалізується на вирощуванні основних сільськогосподарських культур зони Лісостепу України. Основну ланку у виробництві займає виробництво картоплі столової, представленої переважно чіпсовими сортами та виробництвом насінневого матеріалу, що повністю відповідає європейським стандартам та гарантує високі врожаї. Також велика частка посівів припадає на озиму пшеницю, соняшник, кукурудзу на зерно та ведення гібридизації кукурудзи, серед нових культур господарства відзначається ріпак озимий та вирощування проса сидерати.

## 2.2 Ґрунтові умови господарства

Господарство розміщене у південно-західному крілі Дніпровсько-Донецькій западини, тут присутні корінні кристалічні породи, які мають перекриття великою товщиною (більш як 420 м) осадових покладів. Верхня частина у них складається з четвертинних відкладів, котрі беруть безпосередньо участь у ґрунотворних процесах.

За даних геоморфологічного відношення територія господарства знаходиться у межах старовинної однолесової тераси річки Дніпра, тому рельєф території є слабохвилястим та подекуди місцями він плоский, він позбавлений балок та ярів із добре розвиненим мезо- та мікрорельєфом, який має форму западин та улоговин. На ґрунотвірні процеси рельєф безпосередньо впливає нерозподілом вологи та тепла.

На території гідрологічні умови характеризуються глибоким рівнем залягання підґрунтових вод, в більшості випадків підґрунтові води проходять на глибині 5-8 м. Проаналізувавши це, можна зробити висновок, що на ґрунтоутворення вони не несуть істотного впливу.

Рослинність території в минулому чергувалась лісовими ділянками та лучним степом. Еродовані території Лісостепової зони стали зайняті

широколистими лісовими масивами, що за умов доброго зволоження посприяло вилугуванню ґрунтів від частини карбонатів кальцію глибше у ґрунт.

Лісовий вплив на утворення та формування ґрунтів досить великий. Зміна рослинної формації стала однією із головних причин у різноманітності ґрунтового покриву на ділянках плато у Лісостепі. На території, де відбулось витіснення лісової рослинності степовою, почали формуватись чорноземи опідзолені та темно-сірі опідзелені ґрунти. Характеристика цих ґрунтів представлена у таблиці 2.1

Таблиця 2.1

### Характеристика ґрунтового покриву господарства

Сільськогосподарські угіддя	Агровиробничі групи за типами ґрунтів, їх цифри	Основні ґрунтові відміни	Показник властивостей і їх оцінка		Заходи з підвищення родючості
		Назва ґрунту	Площа, га	Середній вміст гумусу, %	Гранулометричний склад
Рілля	40г	Темно сірий опідзелений	790,3	3,1 Низький	Легкий суглинок Внесення органічних добрив, проведення сидерації та вапнування
Рілля	33г	Ясно-сірий	338,3	2,7 – низький	Легкий суглинок Внесення органічних добрив, проведення сидерації та вапнування

ґрунти на дослідній ділянці є високозабезпеченими рухомими сполуками фосфору та калію (табл. 2.2), але мають дуже низький вміст легкогідролізованого азоту, рН ґрунтового розчину в залежності від глибини ґрунту та становить 0-25 см – 6,1, 25-50 см – 5,8. Вміст гумусу був 0-25 см – 2,7



%, 25-50 см – 2,5 %. Ємність поглинання була на глибині 0-25 см – 27,5 мг-екв/100г. Відповідно на глибині 25-50 см – 24,5 мг-екв/100г. Вміст гідролітичної кислотності коливається від 1,9 мг-екв/100г в 0-25 см ґрунту до 2,2 мг-екв/100г в 25-50 см ґрунтовому шарі. Ступінь насичення основами коливається від 86,5 % у шарі 0-25 см та 88,9 % у 25-50 см ґрунтовому шарі. Кількість легкогідролізованого азоту коливалася залежно від глибини і становила 38,5 мг/кг до 19,3 мг/кг. Вміст рухомих сполук фосфору коливається залежно від шару ґрунту 327 мг/кг до 236 мг/кг. Кількість рухомих сполук калію змінюється залежно від глибини ґрунту та становила 295 мг/кг до 275 мг/кг.

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.2

**Агрохімічні та фізико-хімічні показники темно-сірого опідзоленого легкосуглинкового на лесі ґрунту**

Показники	Глибина відбору зразків, см	
	0-25	25-50
КСГ		
Вміст гумусу, %		
Ємність поглинання, мг-екв./100г		
Гідролітична кислотність, мг-екв./100г		
Ступінь насичення основами, %		
N л. г., мг/кг		
Мг/кг		
О мг/кг		



# НУБІП України

Будова профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту на лесі:



Ne (0-30 см) – темно-сірий, з помітною сивиною від кремнезему  $\text{SiO}_2$ , пухкий, німічно-грудкуватий з слабкою пластинчастою структурою, перехід добре помітний за структурою і зволоженням;

H1 (30-60 см) – гумусно-гловіальний, темно-бурий, ущільнений з чіткою горіхуватою структурою грані якої пригнурені  $\text{SiO}_2$ , перехід плавний;

I (60-90 см) – іловіальний горизонт, червонно-бурий, призматичний, на гранях структурних окремоостей колоїдне лакування, щільний, перехід поступовий;

P1 (90-125 см) – жовто-налевий з темно-бурим нати́ками колоїдів на гранях призмовидних окремоостей, менш щільний;

Pk (125-200 см) – різкий перехід по лінії залягання карбонатів [31].

В загальному можна сказати, що темно-сірий опідзолений ґрунт має досить добрі агрохімічні властивості та хорошу природну родючість.

## 2.3 Погодно-кліматичні умови господарства

Клімат помірно-континентальний, м'який з достатнім зволоженням. Середня температура січня  $-6^{\circ}\text{C}$ , липня  $+19,5^{\circ}\text{C}$ . тривалість вегетаційного періоду 198-204 дні. Сума активних температур поступово збільшується з Півночі на Південь від 2480 до 2700 $^{\circ}\text{C}$ . За рік території області випадає 500-600 мм опадів, головним чином влітку. Початок весняного сезону припадає на початок квітня. Літо розпочинається у другій декаді травня та закінчується орієнтовно у першій половині вересня.

У літній період мають перевагу вологі північно-західні вітри, вони приносять із собою велику кількість атмосферних опадів. Впродовж осені ми спостерігаємо загальне зниження температури повітря. Плавний перехід до зимового режиму. Закінчення осіннього сезону припадає на кінець листопада.

Для кліматичних умов даного регіону характерними є в міру холодні зими із досить частими та відносно тривалими періодами відлиг. Сніговий покрив розподіляється дуже нерівномірно. Під час зимового періоду мають перевагу похмурі погодні умови із переважно частими, та не дуже великими опадами.

Протягом вегетаційного періоду сільськогосподарської культури (табл. 2.3) випадає близько 340 мм атмосферних опадів, а протягом року близько 450 мм. Цієї кількості достатньо аби забезпечити рослини водою. Найбільша кількість опадів припадає на серпень та становить 99,5 мм, та найнижча кількість опадів припадає на вересень та становить 23,8 мм. (рис.2.4).

Таблиця 2.3

**Сумма опадів за 2021 рік, за даними метеостанції господарства**

		Місяці									
Опади, мм	декада	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень
	I		15,2	13,2	2	12,2	15,2	6,00	39	25,5	5,80
II		0	0	11,4	17	21,4	15,6	40,6	6,5	3,40	42,9

III	14,2	11,8	0,4	11,2	32,8	5,40	3,80	67,5	14,6	0,40
сумма за місяць	29,4	25,0	13,8	40,4	69,4	27,0	81,4	99,5	23,8	43,6

Діаграма розподілу опадів за 2021 р., мм

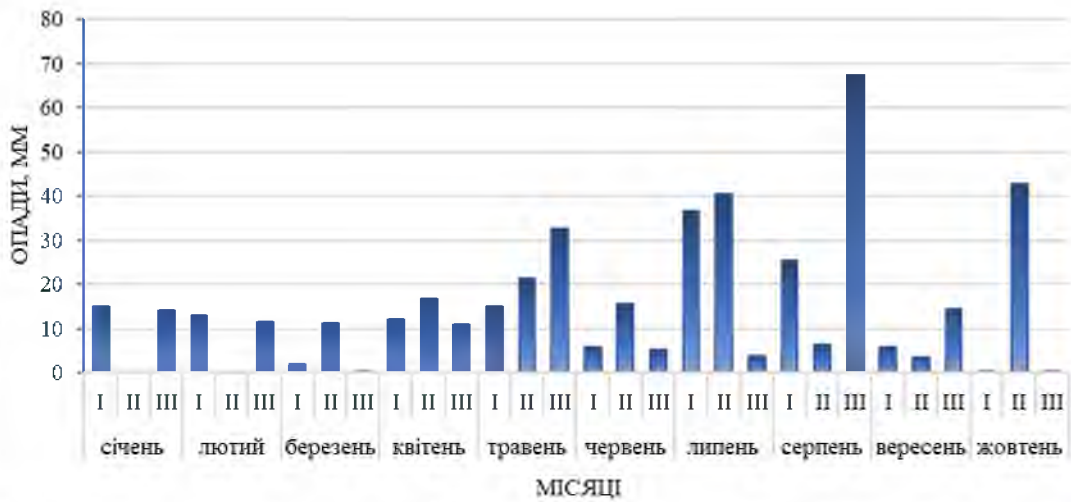


Рис. 2.4 Діаграма розподілу опадів за 2021 р., мм

Протягом вегетаційного періоду сільськогосподарської культури (рис.2.5, табл. 2.4) температура повітря коливається в середньому в межах від 7,6 до 25,0 °С. Найвища кількість температури протягом вегетаційного періоду припадає на липень та становить в середньому 25,0 °С. Та найнижча кількість температури протягом вегетаційного періоду припадає на квітень та становить в середньому 7,6 °С.



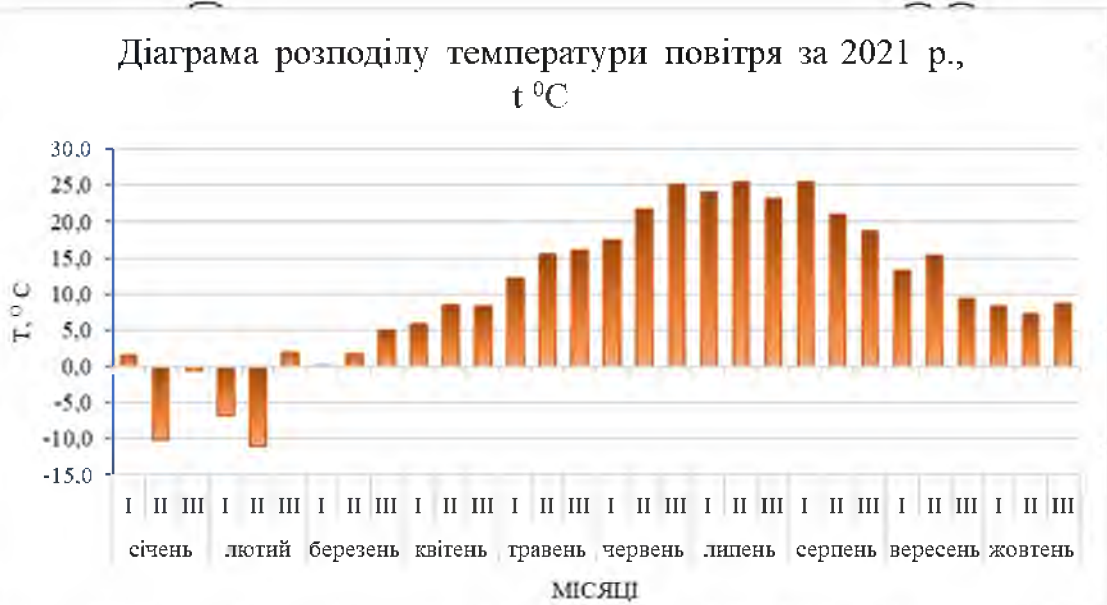


Рис. 2.5 Діаграма розподілу температури повітря за 2021 р., t °C

Таблиця 2.4

**Середньодобова температура повітря за 2021 рік, за даними метеостанції**

		господарства										
		Місяці										
Температура, °C	Декада	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	
	I	1,6	-6,7	0,1	5,9	12,2	17,7	24,1	25,6	13,4	8,27	
	II	-10,2	-10,9	1,8	8,6	15,6	21,8	25,6	21,2	15,6	1,36	
	III	-0,5	2,0	4,9	8,3	16,1	25,2	23,3	18,9	9,44	8,7	
	середнє за місяць	-3,0	-5,2	2,3	7,6	14,6	21,6	24,3	21,7	12,8	8,1	

Досить м'який зимовий період, помірний вологий та теплий літній перехід хороші ґрунтові умови утворюють найкращі в Україні умови для отримання високих та сталих врожаїв більшості тепло та вологолюбних сільськогосподарських культур, до яких відноситься також і картопля.

# НУБІП України

## 2.4 Технологія вирощування картоплі столової у господарстві

Картопля потребує добре підготовлений ґрунт, важливою складовою є правильна аерація ґрунту, також він не має бути перезволожений та ущільненим. Тому, господарство ТОВ «Біотех» ЛПД, в якому закладались дослідження, відмовилось та не використовує оранки. Підготовка ґрунтового покриву проводилась у такому порядку:

1. Попередник картоплі – ріпак озимий;
  2. Після збирання попередника проводили подрібнення стерні лушпильником TORNADO;
  3. Після лушчення проводили дискування за допомогою дискової борони VADERSTAD CARRIER на глибину 5-7 см;
  4. Після дискування проводили глибоке розрихлення агрегатом АГР-2,4 обробіток до 45 см;
  5. В осінній період проводилась культивация;
  6. Навесні проводили закриття вологи у ґрунті дисками;
  7. Формування гребнів;
  8. Проведення міжрядного обробітку гребнів;
- Головним завданням обробітку ґрунту під картоплю є глибоке розрихлення орного шару, покращення поживного режиму ґрунту, знищення бур'янів, нагромадження та збереження вологи та створення сприятливих умов для розвитку мікроорганізмів у ґрунті.

З осені трактором John Deere 8300 з культиватором Пеліпер вносили Калій Хлористий, 300 кг/га. Весною вносили оприскувачем TECNOMA LASER КАС-26 + 2,6 % S, 200 кг/га. Також у весняний період проводилось закриття вологи дисками та вношення Пеліпером РКД (рідкі комплексні добрива) 150 кг/га N<sub>8</sub>P<sub>24</sub>.

Перед посадкою картоплю протруювали препаратом Селест-Топ 1л/т та Бувльбостим 1л/т. Посадка картоплі проводилась широкорядним способом з

міжряддям 75 см, відстань між картоплею у рядку була 23-26 см, висота гребнів 20-23 см, саджалкою GRIMME GL 34Z, фракція - 32-45 мм, сорт - Каррера, норма висіву - 50 тис/га. До появи сходів картоплі або після проростання сходів до 4-5 см, проводять окучення. Гребінь який має об'єм 90 см дає змогу знищити сегетальну рослинність.

Внесення перед формуванням гребнів КАС-26 200 кг/га + S та 150 кг/га Сульфат Магнію. У фазу цвітіння картоплі вносили  $\text{CaCO}_3$  з нормою 100 кг/га.

На початку червня картоплю окучили та внесли 600 г/га Зенкору і Фюзілад 1л/га.

В останню декаду червня вносили Літам М 1,6 л/га +  $\text{Mg SO}_4$  - 4-6 кг/га + Біокарт 1-2 л/га + Кораген - 0,06 л/га.

В першій декаді липня вносили Біскайя - 0,4 л/га + Манзат - 1,6 кг/га + Натіво - 0,3 кг/га. Штефстробін - 0,6 л/га +  $\text{Mg SO}_3$  - 7 кг/га, біокарт -50 - 2

л/га. Впродовж другої декади липня вносили  $\text{MgSO}_3$  - 7 кг/га - Кораген - 0,06 л/га + Ридоміл - 2,5 кг/га.

Збирання картоплі проводилось картоплезбиральним комбайном AVR-RIECAM. Перед закладкою бульб на зберігання її просушують у тіні на протязі 7-10 днів за температури +12-15°C

В основі системи удобрення картоплі столової присутні такі добрива як: КАС-26 + 2,6 % S, РКД ( $\text{N}_8\text{P}_{24}$ ), KCl,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg SO}_4$ .

Підживлення картоплі столової було проведено згідно схеми досліду у фазу бутонізації, цвітіння, зеленої ягоди. З використанням таких добрив як:

Біокарт-40 в який входить - N - 100, B - 50,  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 75, Cu - 10, Mo - 10 єг-т/л.

Біокарт-50 в який входить - N-100,  $\text{K}_2\text{O}$ -100, Zn-20, Lвак-20, Цитрин-40 єг-т/л.

Біокарт-70 в який входить - N - 100,  $\text{K}_2\text{O}$ -150, B-15, Ламінокислоти-20, Фітогормони-40 єг-т/л.

## 2.5 Методика проведення досліджень

# НУБІП України

Досліди проводились із сортом картоплі Каррера, виробник HZPC HOLLAND BV (Голандія). Середньоранній сорт картоплі, період вегетації

становить 80-90 днів, кущ прямостоячий, середньої висоти. Квіти білого забарвлення, урожайність 330-610 ц/га. Сорт картоплі високостійкий до

# НУБІП України

фітофторозу та вірусів. Округло-овальної форми, з блідо-жовтою гладкою шкіркою, вічка не виражені, що дає гладкий зовнішній вигляд. Бульби середні

та великого розміру, м'якоть жовтого забарвлення, має дуже хороші смакові та столові якості. Вміст в бульбах крохмалю становить від 13,8 до 17,2%. В

# НУБІП України

середньому кількість бульб у кущі становить 7-9 штук, також картопля має дуже хорошу лежкість.

Схема досліду включала в себе три дослідні ділянки (10x10) з різними рівнями продуктивності, які були виділені за результатами дистанційного

# НУБІП України

моніторингу. Зонування поля проводили за допомогою супутникового моніторингу за допомогою програми Stop monitoring і за допомогою БПЛА,

використали дрон Phantom 4 Pro. На них в подальшому проводили позакореневі підживлення, рідкими комплексними добривами такі як: Біокарт – 40 (табл.

2.5), Біокарт – 50 (табл. 2.6), Біокарт – 70 (табл. 2.7).

# НУБІП України

Всі три ділянки були розставлені за продуктивністю NDVI (простий кількісний показник кількості фотосинтетичної активної біомаси). Є одним з

найпоширеніших і використовуваних індексів для вирішення завдань, які застосовують кількісні оцінки рослинного покриву. На ділянці 1 спостерігалася

# НУБІП України

- низька забезпеченість вегетаційним індексом, ділянка 2 - середнім та ділянка 3 - високою забезпеченістю вегетаційним індексом.

Таблиця 2.5

**Перше підживлення картоплі Каррера у фазу ВВСН=40, початок бутонізації картоплі, 2021 р.**

# НУБІП України

Ділянка 1 (10x10)		Біокарт-40, ет-т г/л
Контроль	Підживлення	
Ділянка 2 (10x10)		
Контроль	Підживлення	
Ділянка 3 (10x10)		N – 100
Контроль		B – 50
Підживлення		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 75
		Ca – 10
		Mo – 10

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.6

**Друге підживлення картоплі Каррера у фазу ВВСН -50, кінець бутонізації  
початок цвітіння, 2021 р.**

Ділянка 1 (10x10)		Біокарт-50, ет-т г/л
Контроль	Підживлення	
Ділянка 2 (10x10)		
Контроль	Підживлення	
Ділянка 3 (10x10)		K <sub>2</sub> O – 100
Контроль		Zn – 20
Підживлення		Лвак – 20
		Цкppm – 40

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.7

**Третє підживлення картоплі Каррера у фазу ВВСН -70, кінець цвітіння  
початок формування ягід, 2021 р.**

Ділянка 1 (10x10)		Біокарт-70, ет-т г/л
Контроль	Підживлення	
Ділянка 2 (10x10)		N – 100
		K <sub>2</sub> O – 150



Контроль	Підживлення	В-15
Ділянка 3 (10x10)		Амінокислоти - 20 Фітогормони - 40
Контроль	Підживлення	

Відбір зразків ґрунту і рослин здійснювався у такі фази та періоди росту та розвитку картоплі: початок бутонізації, цвітіння, зелена ягода, технічна стиглість.

Амонійний азот в ґрунті визначався за допомогою реактиву Неслера,

визначення вмісту рухомого фосфору та калію проводили за методом Кірсанова.

Для визначення в критичні фази росту та розвитку картоплі НРК,

відбирали зразки рослин та проводили озолення за методом Гінзбурга. В

подальшому азот визначався фотометром за реактивом Неслера, фосфор за

методом Деніже, модифікації А.Л. Левіцького, фотометрично, калій за допомогою полуменевого фотометра. вологість ґрунту, рН ґрунту за іонселективним методом.

Також, проводилась функціональна листкова діагностика, яка полягає у

визначенні фотохімічної активності хлоропластів у суспензії, до якої додають елементи живлення. Якщо при додаванні якогось елемента відбувається прискорення фотохімічної активності хлоропластів, це говорить про те, що є

дефіцит у рослині. І навпаки, якщо відбувається пригнічення фотохімічної

активності за додавання елемента, то це є свідченням про його надлишок.

Визначення провели за допомогою приладу Агровектор-ПФ-014-02 [43].

Визначення вмісту хлорофілу у рослинному матеріалі, суть методу

полягає у екстрагуванні пігментів за допомогою розчинника і вимірювання їх

щільності у розчині. Визначали суху речовину за тетраграметричним

методом.

Облік врожаю проводили методом погонного метра.

Визначення якісних показників у бульбах картоплі:

# НУБІП України

- Вітамін С за йодометричним методом;
- Нітрати в бульбах за іонселективним методом;
- Суху речовину за тетраграметричним методом.

Економічну ефективність розраховували за цінами 2021 року.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Вегетаційний індекс NDVI картоплі столової

НУБІП України

Вегетаційний індекс – показник, який розраховується в результаті операцій із різними спектральними діапазонами даних дистанційного зондування та має певне відношення до параметрів рослинності в даному пікселі зображення. Ефективність вегетаційних індексів визначається особливостями відображення знімка [35].

НУБІП України

NDVI – нормалізований диференційований вегетаційний індекс. Один з найбільш поширених в сільському господарстві, характеризує щільність рослинного покриву та дозволяє фермерам оцінити схожість, ріст рослин, наявність на полі хвороб, бур'янів, та спрогнозувати продуктивність поля. Показники індексу формуються через супутникові знімки зеленої біомаси, яка поглинає електромагнітні хвилі у видимому червоному діапазоні і відображає їх у ближньому інфрачервоному. На червону зону спектра (0,62-0,75) припадає максимум поглинання сонячної радіації хлорофілом, а на ближню інфрачервону зону (0,75-1,3 мкм) максимальне відображення енергії клітинною структурою листкової поверхні [36].

НУБІП України

НУБІП України

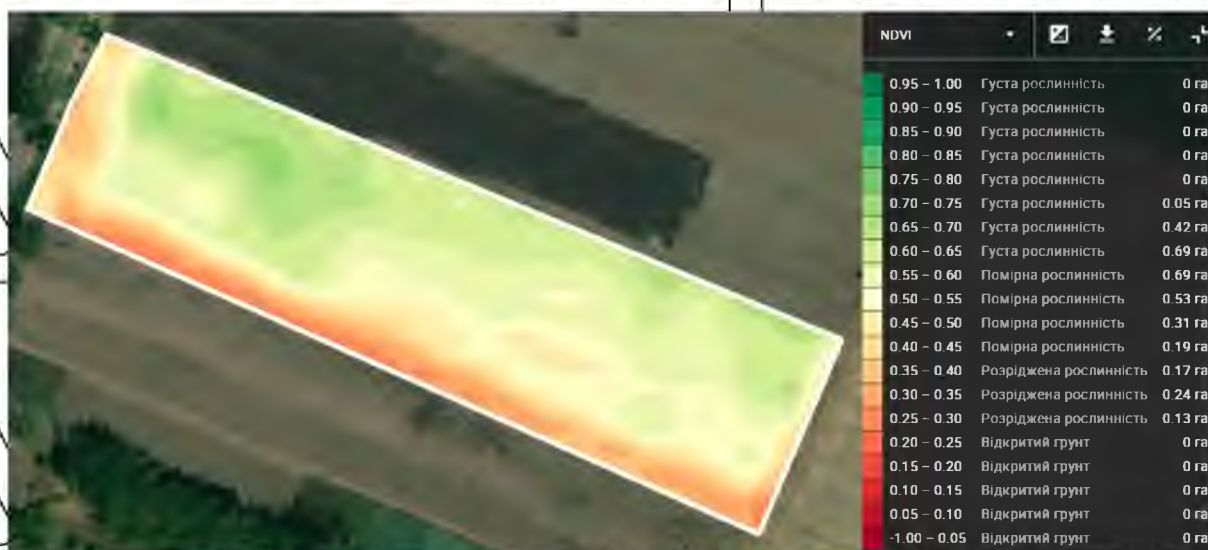




Рис. 3.1 Вегетаційний індекс картоплі у фазу бутонізації

У фазу бутонізації картоплі (рис. 3.1), вегетаційний індекс на ділянці 1 з низьким розвитком рослин становить 0,35-0,40, розріджена рослинність до 0,50-0,55 помірна рослинність. На ділянці 2 з середнім розвитком рослин, вегетаційний індекс становить 0,55-0,60 помірна рослинність до 0,65-0,70 густа рослинність. На ділянці 3 з високим розвитком рослин вегетаційний індекс становить 0,70-0,75 густа рослинність до 0,75-0,80 густа рослинність.

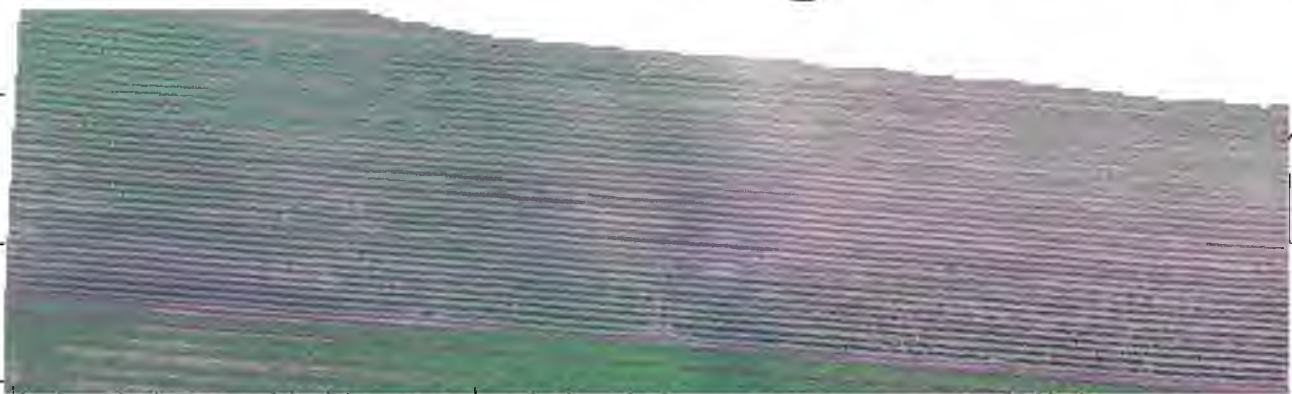


Рис. 3.2 Фото картоплі із дрона у фазу бутонізації

При підборі ділянок за продуктивністю (рис.3.2) нами були зроблені фото з дрона, де дуже добре видно рослинність за продуктивністю ділянок. Перша ділянка з низьким розвитком, друга ділянка середній розвиток. Третя ділянка з високим розвитком рослинності. Порівнюючи дрон та Strip Monitoring можна сказати, що ділянки відповідають за рівнем продуктивності.

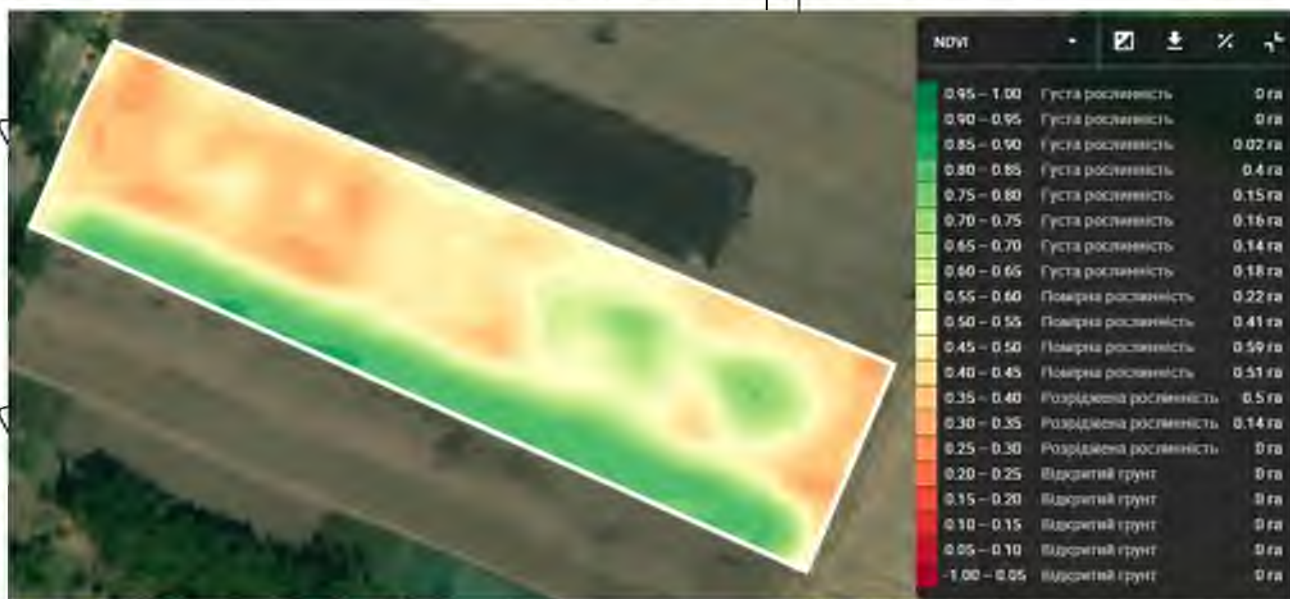




Рис. 3.3. Вегетаційний індекс у фазу цвітіння

У фазу цвітіння (рис.3.3) на ділянці 1 з низьким розвитком рослин, вегетаційний індекс становить 0,35-0,40 розріджена рослинність та 0,50-0,55 помірна рослинність. На ділянці 2 з середнім розвитком рослинності вегетаційний індекс становить 0,30-0,35 розріджена рослинність до 0,45-0,50 помірна рослинність. Ділянка 3 з високим розвитком рослинності вегетаційний індекс становить 0,30-0,35 розріджена рослинність та 0,45-0,50 помірна рослинність. У фазу цвітіння сорт картоплі Каррера цвіте білим кольором, тому все видиме світло яке потрапляло на рослину відбивалось, у зв'язку з цим вегетаційний індекс не набув високого значення. Особливо на ділянці 3 з високим розвитком рослин.

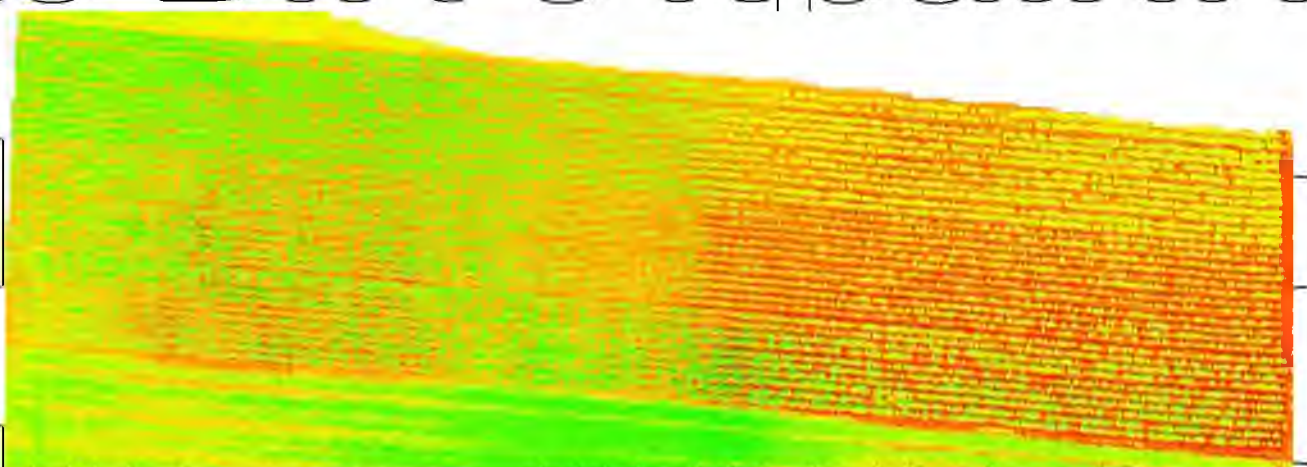


Рис. 3.4. Фото картоплі з дрона у фазу цвітіння

У фазу цвітіння (рис. 3.4) нами були зроблені фото з дрона, на яких добре видно ділянки за рівнем продуктивності розвитку рослин. Перша ділянка з низьким розвитком рослин, де спостерігається підвищена кількість червоного спектру. На ділянці 2 з середнім розвитком рослин, спостерігається більшість жовтого спектру. На ділянці 3 з високим розвитком рослин, наглядно видно більшість зелено-жовтого спектру, що відповідає за показниками росту та розвитку рослин на ділянці.

У фазу зелена ягода (рис. 3.6) вегетаційний індекс становить на першій ділянці з низьким розвитком рослин 0,60-0,65 – густа рослинність до 0,70-0,75



густа рослинність. На ділянці 2 з середнім розвитком рослин вегетаційний індекс становить 0,70-0,75 – густа рослинність до 0,80-0,85 – густа рослинність. На ділянці 3 з високим розвитком рослин вегетаційний індекс становить 0,75-0,80 – густа рослинність до 0,80-0,85 – густа рослинність. У зв'язку з тим, що картопля перецьвіла, залишилась зелена вегетативна маса, яка добре поглиналає спектр, тому вегетаційний індекс був на високому рівні.



Рис. 3.5 Фото з дрона у фазу картоплі зелена ягода

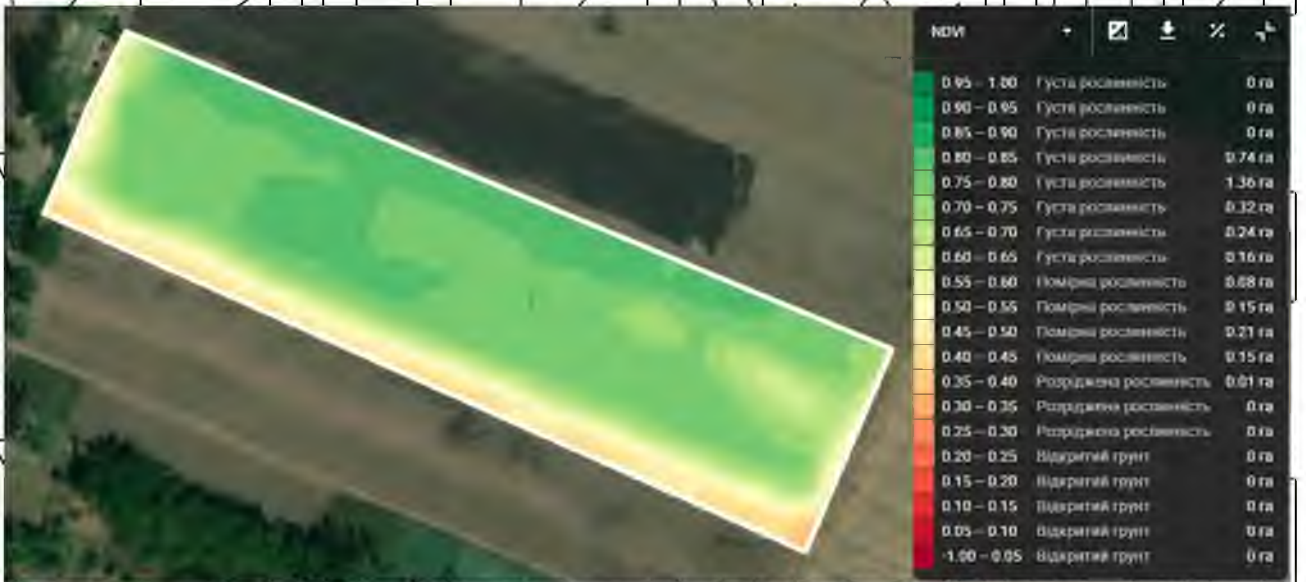


Рис. 3.6 Вегетаційний індекс у фазу картоплі зелена ягода

На фото із дрона у фазу зелена ягода (рис. 3.5) можна побачити вегетаційний індекс, який співпадає з дистанційним моніторингом Crop Monitoring та теж показує високий/рівень вегетаційного індексу. Картопля Каррера відцвіла та зелена вегетативна маса показувала високий рівень NDVI.

### 3.2 Вологість темно-сірого опідзоленого ґрунту

Вологість в ґрунті є одним із основних його компонентів та головним фактором, який визначає продуктивність та рівень родючості, та її відсутність може призвести до критичних наслідків зменшення урожайності сільськогосподарської культури. Насамперед вона визначає потік біологічних та біохімічних процесів та на інтенсивність перетворення мінеральних та органічних речовин, переміщення та формування генетичних горизонтів профілю ґрунту [33].

ґрунтова волога – головний чинник зовнішнього середовища, від якого впершу чергу залежить ріст та розвиток рослин. Її запаси формуються внаслідок атмосферних опадів осінню та впродовж зимових місяців, глибини промерзання ґрунту, висоти снігового покриву та інтенсивність танення.

Вологість є ключовим фактором при програмуванні врожаю та розрахунку потенційної врожайності культури. Від рівня вологи залежить врожайність культури. Визначення вологості на початку вегетації дає можливість спланувати норми та строки внесення добрив та потрібні агротехнологічні заходи [32].

Найвища вологість ґрунту у фазу бутонізації (табл. 3.1) була на ділянці 1 та становила: 0-20 см – 6,10 %, 20-40 см – 4,13 %. Найнижча вологість спостерігається на ділянці 3 та становила: 0-20 см – 5,54 %, 20-40 см – 2,81%.

У фазу цвітіння найвища вологість була на ділянці 1 контроль та становила: 0-20 см - 7,96 %, 20-40 см - 6,36 %. Найнижчий вміст вологи спостерігається на ділянці 2 контроль та становить: 0-20 см - 4,46 %, 20-40 см - 2,83 %.

У фазу зелена ягода найвищий вміст вологи спостерігається на ділянці із рослинами низького розвитку без підживлення та становить: 0-20 см - 8,74 %, 20-40 см - 9,09 %. Найнижчий вміст вологи спостерігається на

# НУБІП УКРАЇНИ

ділянці середньорозвинених рослин з підживленням та становить: 0-20 см - 9,09 %, 20-40 см - 6,67 %.

Таблиця 3.1

## Вологість ґрунту у темно-сірому опідзоленому ґрунті 2021 р., %

№	Варіант дослідження	Шар ґрунту, см	Фаза росту і розвитку		
			Бутонація	Цвітіння	Зелена ягода
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 60
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	0-20	6,10	7,96	8,74
		20-40	4,13	6,36	9,09
2	Низький розвиток рослин підживлення	0-20		7,23	9,09
		20-40		6,36	8,41
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	0-20	4,47	4,46	7,97
		20-40	4,81	2,83	6,45
4	Середній розвиток рослин підживлення	0-20		5,77	7,02
		20-40		7,14	6,67
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	0-20	5,54	6,04	7,76
		20-40	2,81	5,61	7,53
6	Високий розвиток рослин підживлення	0-20		5,81	7,92
		20-40		5,81	7,48

## 3.3 рН ґрунтового розчину темно-сірого опідзоленого ґрунту

ґрунтовий розчин є важливим джерелом надходження в рослину поживних речовин. Рослина споживає лише ті елементи та сполуки, які знаходяться в доступній та розчинній формі. Для багатьох



сілськогосподарських культур сприятливою для їх нормального росту та розвитку є нейтральна (рН 6,0 - 7,0) та близька до нейтральних (рН 5,5 - 6,0) реакція ґрунтового розчину [34].

Таблиця 3.2

### Визначення рН ґрунту у темно-сірому опідзоленому ґрунті 2021 р.

№	Варіант досліду	Шар ґрунту, см	Фаза росту і розвитку			Технічна стиглість
			Бутонізація	Цвітіння	Зелена ягода	
			підживлення			
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70	
1	Низький розвиток рослин	0-20	4,82	4,76	4,87	5,00
	Контроль (без підживлення)	20-40	4,85	4,75	4,97	5,05
2	Низький розвиток рослин підживлення	0-20		4,87	4,85	4,65
		20-40		5,00	5,07	4,77
3	Середній розвиток рослин	0-20	4,85	4,94	5,07	5,08
	Контроль (без підживлення)	20-40	4,85	4,91	5,22	5,31
4	Середній розвиток рослин підживлення	0-20		4,76	5,02	4,78
		20-40		4,90	5,01	4,84
5	Високий розвиток рослин	0-20	4,72	4,66	4,96	4,87
	Контроль (без підживлення)	20-40	4,68	4,65	4,77	4,82
6	Високий розвиток рослин підживлення	0-20		4,73	4,79	4,64
		20-40		4,68	5,18	4,67

На ділянці 1 з низьким розвитком рослин у фазу бутонізація (табл.3.2) рН ґрунту становить на глибині: 0-20 см – 4,82, 20-40 см – 4,85. На ділянці 2 з середнім розвитком рослин: 0-20 см – 4,85, 20-40 см – 4,85. На ділянці 3 в високим розвитком рослин: 0-20 см – 4,72, 20-40 см – 4,68.

У фазу цвітіння рН становить, на ділянці 1 контроль: 0-20 см – 4,76, 20-40 см – 4,75. На ділянці 1 з підживленням: 0-20 см – 4,87, 20-40 см – 5,00. На ділянці 2 контроль: 0-20 см – 4,94, 20-40 см – 4,91. Ділянка 2 з підживленням: 0-20 см – 4,76, 20-40 см – 4,90. Ділянка 3 контроль: 0-20 см – 4,66, 20-40 см – 4,65.

Ділянка 3 з підживленням: 0-20 см – 4,73, 20-40 см – 4,68.

У фазу зелена ягода рН ґрунту, на ділянці 1 контроль: 0-20 см – 4,87, 20-40 см – 4,97. На ділянці 1 з підживленням: 0-20 см – 4,85, 20-40 см – 5,07. На ділянці 2 контроль: 0-20 см – 5,07, 20-40 см – 5,22. Ділянка 2 з підживленням: 0-20 см – 5,02, 20-40 см – 5,01. На ділянці 3 контроль: 0-20 см – 4,96, 20-40 см –

4,77. Ділянка 3 з підживленням: 0-20 см – 4,79, 20-40 см – 5,18.

У фазу технічна стиглість рН ґрунту на ділянці 1 контроль: 0-20 см – 5,00, 20-40 см – 5,05. Ділянка 1 з підживленням: 0-20 см – 4,65, 20-40 см – 4,77. На ділянці 2 контроль: 0-20 см – 5,08, 20-40 см – 5,31. Ділянка 2 з підживленням: 0-20 см – 4,78, 20-40 см – 4,84. На ділянці 3 контроль: 0-20 см – 4,87, 20-40 см –

4,82. Ділянка 3 з підживленням: 0-20 см – 4,64 см, 20-40 см – 4,67.

### 3.3 Вміст амонійного азоту у темно-сірому опідзоленому ґрунті

Азот в ґрунті, який використовується рослиною, має два джерела: азотовмісні речовини та великий запас азоту в атмосфері. Азот в органічній речовині в ґрунті вивільнюється в процесі розкладання. Даний процес є повільним і на більшості ґрунтів не суттєво впливає на споживання його рослинами. Атмосферний азот перш ніж стати корисним повинен перетворитись та потрапити в ґрунт за допомогою грозової активності, але його отримують не більше 5-8 кг/га на рік [37].

Азот необхідний рослинам у великих кількостях, оскільки він відіграє важливі функції та може бути обмежуючим фактором у розвитку рослин. У першу чергу азот необхідний у рослинних процесах, таких як фотосинтез.

Рослини з оптимальним вмістом азоту відчують високі показники фотосинтезу показують добре розвинення вегетативної маси [38].

Хлорофіл є важливою складовою для утворення вуглеводів шляхом фотосинтезу і азот є складовою частиною в ньому, що сприяє посиленню цих особливостей. Також азот є складовою частиною нуклеїнової кислоти, яка утворює ДНК генетичний матеріал, важливий при передачі певних ознак та характеристик врожаю. Це допомагає утримувати генетичний код у ядрі рослини. Азот є одним з найголовніших елементів всіх амінокислот у рослинних структурах, які є будівельними блоками рослинних білків [39].

Азот рослин потрібен для покращення біологічних процесів, включаючи ріст, всмоктування, транспортування та екстракцію. Для цього використовують різноманітні азотні добрива, рослина поглинає і використовує це для своїх потреб. Управління азотним живленням є одним з найважливіших факторів, необхідних для отримання високої врожайності картоплі, відповідної якості.

Оптимальний запас азоту важливий для вегетаційного росту та розвитку картоплі [40].

Збалансоване співвідношення нітрату та амонію є важливим під час посадки картоплі. Нітратний азот підвищує поглинання катіонів, таких як кальцій та магній, необхідних для підвищення питомої ваги. Амонійний азот надмірна його кількість є недоліком, вона знижує рН кореневої зони та сприяє захворюванню на ризоктонію. Потреба азоту під час вегетації культури у період розвитку бульб картоплі може становити 2,2 до 3,0 кг/га в день [41].

Проведені дослідження нам показали (табл.3.3), що на першій ділянці у фазі бутонізації вміст амонійного азоту сильно змінюється, та був на глибині: 0-20 см – 20,5 мг/кг, 20-40 см – 40,2 мг/кг. На другій ділянці із середнім рівнем розвитку рослин вміст амонійного азоту на глибині 0-20 см - 15,6 мг/кг, що значно менше ніж на глибині 20-40 см - 25,7 мг/кг. На третій ділянці, де рослини були найкраще розвиненими, спостерігається така ж сама ситуація на глибині 0-20 см вміст азоту становить 8,38 мг/кг на 20-40 см 23,0 мг/кг.

На ділянці із низьким розвитком рослин без підживлення у фазу цвітіння вміст азоту суттєво не відрізнявся на глибині 0-20 см - 20,6 мг/кг, 20-40 см - 30,5 мг/кг. На ділянці із низьким розвитком рослин, де були проведені 3 підживлення добривами Біокарт відповідно рофазі ВВСН, вміст азоту на глибині 0-20 см становив 24,5 мг/кг, 20-40 см 27,4 мг/кг, що майже не відрізняється.

Таблиця 3.3

**Вміст амонійного азоту у темно-сірому опідзеленому ґрунті 2021 р., мг/кг**

№	Варіант дослідження	Шар ґрунту, см	Фаза росту і розвитку			Технічна стиглість
			Будонізація	Цвітіння	Зелена ягода	
			підживлення			
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70	
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	0-20	20,5	20,6	14,9	11,9
		20-40	40,2	30,5	15,9	10,4
2	Низький розвиток рослин підживлення	0-20		24,5	13,1	29,4
		20-40		27,4	24,4	24,4
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	0-20	15,6	18,8	20,7	13,6
		20-40	25,7	29,1	12,3	8,5
4	Середній розвиток рослин підживлення	0-20		24,3	20,4	12,4
		20-40		48,4	21,1	11,8
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	0-20	8,4	11,6	11,2	12,4
		20-40	23,0	11,3	12,1	12,3
6	Високий розвиток рослин підживлення	0-20		9,8	15,6	12,3
		20-40		14,9	13,1	13,2

На ділянці із середнім розвитком рослин без підживлень вміст азоту 0-20 см - 18,8 мг/кг, 20-40 см - 29,1 мг/кг націй же ділянці з підживленням 0-20 см - 24,3 мг/кг, 20-40 см - 48,4 мг/кг, що значно більше ніж у варіанті без

підживлення. За показниками у варіанті 2 з підживленням спостерігається найбільший вміст азоту. На ділянці із найкращим рівнем розвитку рослин без підживлення 0-20 см - 11,6 мг/кг, 20-40 см - 11,3 мг/кг, що не відрізняється по глибині. Ділянка 3 з підживленням 0-20 см - 9,80 мг/кг, 20-40 см - 14,89 мг/кг.

У фазу зелена ягода, на ділянці із низькорозвиненими рослинам без підживлень вміст азоту на глибині 0-20 см 14,9 мг/кг, 20-40 см - 15,9 мг/кг. На

ділянці 1 з підживленням вміст 0-20 см - 13,1 мг/кг, 20-40 см - 24,4 мг/кг. Ділянка із середнім розвитком рослин без підживлення 0-20 см - 20,7 мг/кг, 20-40 см - 12,3 мг/кг. Ділянка із середнім рівнем розвитку рослин з підживленням

0-20 см - 20,4 мг/кг, 20-40 см - 21,1 мг/кг що майже не відрізняється порівняно

з контролем. На ділянці із найкращим рівнем розвитку рослин без підживлення 0-20 см - 11,2 мг/кг, 20-40 см - 12,1 мг/кг. Ділянка із найкращим рівнем розвитку рослин з підживленням 0-20 см - 15,6 мг/кг, 20-40 см - 13,1 мг/кг, що не відрізняється з контролем по глибині.

У фазу технічна стиглість вміст азоту на із низьким розвитком рослин без підживлення становить 0-20 см - 11,9 мг/кг, 20-40 см - 10,4 мг/кг, що не відрізняється показниками по глибині. Ділянка 1 з підживленням 0-20 см - 29,4 мг/кг, 20-40 см - 24,4 мг/кг, що не відрізняється по глибині ґрунту, але дещо

різниться з контролем. Ділянка 2 контроль 0-20 см - 13,6 мг/кг, 20-40 см - 8,5 мг/кг. Ділянка 2 з підживленням 0-20 см - 12,4 мг/кг, 20-40 см - 11,8 мг/кг.

Ділянка 3 контроль 0-20 см - 12,4 мг/кг, 20-40 см - 12,3 мг/кг. Ділянка 3 з підживленням 0-20 см - 12,3 мг/кг, 20-40 см - 13,2 мг/кг. В загальному вміст

азоту по глибинах ґрунту майже не відрізняється та був у всіх варіантах майже однаковим.

### 3.2 Вміст рухомих сполук фосфору у темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування картоплі столової

Фосфор в живленні рослини відіграє дуже важливу роль. Він допомагає рослині перетворювати інші поживні речовини, та впливає на ріст та розвиток рослин. Фосфор входить у трійку основних поживних речовин, які використовуються в добривах. Це головний макроелемент, необхідний для живлення рослин. Приймає участь у метаболічних процесах, таких як фотосинтез, перенесення енергії та синтез також розпад вуглеводів [11].

Фосфор міститься в ґрунті в органічних сполуках. Порівнюючи загальну кількість фосфору в ґрунті, кількість легкодоступного фосфору дуже низька. Тому фосфорні добрива слід використовувати та вносити в певній кількості для задоволення всіх потреб рослини. Фосфор в ґрунтах зустрічається як і в органічній так і неорганічній формі, а її розчинність в ґрунті низька [12].

Рослини споживають фосфор лише розчинний у ґрунтовому розчині, оскільки фосфор в більшості у ґрунті перебуває в стабільних хімічних сполуках, тому рослини можуть мати фосфор у невеликих кількостях. Коли корені рослин видаляють фосфор із ґрунтового розчину, частина фосфору, адсорбується до твердої фази, виділяється в ґрунтовий розчин, щоб підтримувати рівновагу [13].

Фосфорне живлення важливе під час розвитку молодих пагонів та коренів рослини. Він допомагає рослині поглинати іони та дає енергію для їх транспортування. Оптимальне живлення фосфором, забезпечує формування числа бульб при бульбоутворенні рослини. Головним фактором є саме наявність доступного фосфору в період початку бульбоутворення [14].

При низькому вмісті та дефіциті фосфору одним із важливих технологічних моментів вирощуванню картоплі є внесення фосфорних добрив поблизу бульби. За рахунок того, що фосфор в ґрунті є мало рухомих, при внесенні стрічковим методом добрив показує кращі результати ніж внесення добрив розкидним способом [15].

За результатами дослідження (табл. 3.4) у фазу бутонізації вміст фосфору на ділянці із низьким рівнем розвитку рослин на глибині: 0-20 см становив 295 мг/кг, 20-40 см 304 мг/кг. На ділянці із середнім розвитком - на глибині: 0-20 см – 316 мг/кг, 20-40 см – 314 мг/кг. На ділянці із найрозвиненішими рослинами: 0-20 см – 300 мг/кг та 20-40 см 306 мг/кг.

У фазу цвітіння вміст фосфору на ділянці із низьким розвитком рослин без підживлення на глибині 0-20 см становив 301 мг/кг, 20-40 см – 295 мг/кг. А із підживленням: 0-20 см 289 мг/кг, 20-40 см – 293 мг/кг. На ділянці, де рослини були середньорозвиненими без підживлення: 0-20 см – 275 мг/кг, 20-40 см – 279 мг/кг. А з підживленням: 0-20 см – 287 мг/кг, 20-40 см – 295 мг/кг. Ділянка з високорозвиненими рослинами без підживлення характеризувалася наступними показниками: 0-20 см – 308 мг/кг, 20-40 см – 302 мг/кг. З підживленням: 0-20 см – 299 мг/кг, 20-40 – 306 мг/кг.

Таблиця 3.4  
Вміст рухомих сполук фосфору у темно-сірому опідзоленому ґрунті 2021 р.,

мг/кг

№	Варіант дослідження	Шар ґрунту, см	Фаза росту і розвитку			Технічна стиглість
			Бутонізація	Цвітіння	Зелена ягода	
			підживлення			
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70	
1	Низький розвиток рослин	0-20	295	301	301	296
	Контроль (без підживлення)	20-40	304	295	302	293
2	Низький розвиток рослин	0-20		289	295	300
	підживлення	20-40		293	281	283
3	Середній розвиток рослин	0-20	316	275	286	306
	Контроль (без	20-40	314	279	295	283

підживлення)		України				
4	Середній розвиток рослин	0-20		287	300	280
	підживлення	20-40		295	291	300
5	Високий розвиток рослин	0-20	300	308	317	294
	Контроль (без підживлення)	20-40	306	302	307	329
6	Високий розвиток рослин	0-20		299	307	313
	підживлення	20-40		306	294	294

У фазу зеленої ягоди на ділянці із низьким розвитком рослин без підживлення вміст фосфору становив: 0-20 см – 301 мг/кг, 20-40 см – 302 мг/кг.

На ділянці 1 з підживленням: 0-20 см – 294 мг/кг, 20-40 см – 281 мг/кг. Ділянка,

де рослини були середньорозвиненими без підживлення, мала наступні

значення цього показника: 0-20 см – 286 мг/кг, 20-40 см – 295 мг/кг. З

підживленням: 0-20 см – 300 мг/кг, 20-40 см – 291 мг/кг. Ділянка з

високорозвиненими рослинами без підживлення характеризувалася такими

значеннями: 0-20 см – 317 мг/кг, 20-40 см – 307 мг/кг. Ділянка 3 з

підживленням: 0-20 см – 307 мг/кг, 20-40 см – 294 мг/кг.

У фазу технічна стиглість вміст фосфору був таким: ділянка 1 контроль:

0-20 см – 296 мг/кг, 20-40 см – 293 мг/кг. На ділянці 1 з підживленням: 0-20 см

– 300 мг/кг, 20-40 см – 283 мг/кг. Ділянка 2 контроль: 0-20 см – 306 мг/кг, 20-40

см – 283 мг/кг. На ділянці 2 з підживленням: 0-20 см – 280 мг/кг, 20-40 см –

300 мг/кг. Ділянка 3 контроль: 0-20 см – 294 мг/кг, 20-40 см – 329 мг/кг.

Ділянка 3 з підживленням: 0-20 см – 313 мг/кг, 20-40 см – 294 мг/кг.

Можна дійти висновку, що забезпеченість ґрунту фосфором у всіх фазах

росту та розвитку була у високій і дуже високій кількості та майже не

відрізнялась по глибині.

України



### 3.3 Вміст обмінного калію у темно-сірому опідзоленому ґрунті за вирощування картоплі столової

Всі культури, які виробляють велику кількість вуглеводів і особливо картопля, вимагають великої кількості калію. В картоплі калій впливає на розмір бульб, питому вагу, на стійкість рослин до критичних фаз росту та розвитку, таких як похолодання або підвищена температура. Також калійне живлення впливає на якість та лежкість бульб. Має велике значення для формування якісних показників картоплі, оскільки він сприяє фотосинтезу і транспортуванню поживних елементів та цукрів до бульб. Не покращує їх перетворення в крохмаль, протеїн і вітаміни. Калійний дефіцит впливає на метаболічні процеси та швидкість фотосинтезу [16].

Також калій використовується рослинами для регулювання процесу відкривання та закривання продихів на листовій поверхні. Такий процес впливає на ефективність використання води та вуглекислого газу. Приймає участь у регулюванні кількості води в рослині. При відсутності достатнього калієвого живлення рослина неефективно використовує воду. Оптимальне калійне живлення допомагає рослині протистояти водному стресу під час підвищених температур. Також відіграє значну роль в підтримці тургору в рослинних клітинах [17].

Одним із багатьох факторів нестачі калію є конкуренція калію та магнію між собою для фіксації місця на молекулі ґрунту. Якщо ґрунти збагачені магнієм, вони можуть мати дефіцит калію та навпаки. Тому якщо в ґрунтах буде багато магнію, це призведе до витіснення калію з ґрунту, призведе до дефіциту калію та буде зниження показників якості картоплі [18].

Для усунення дефіциту та нестачі калію потрібно проводити діагностику ґрунту та правильне управління даними із застосуванням добрив, що дасть можливість мінімізувати втрати прибутку через іогану якість картоплі. Одним з важливих факторів є правильний вибір добрив залежно від ґрунтових умов та потреби культури в певному елементі живлення [21].

За результатами досліджень вміст обмінного калію у фазу бутонізація становив (табл. 3.5), ділянка із низьким рівнем розвитку рослин без підживлення характеризувалась наступними показниками: 0-20 см – 297 мг/кг,

20-40 см – 283 мг/кг, що не відрізняється по глибині та становить дуже високий вміст. На ділянці із середнім розвитком рослин вони були такими: 0-20 см – 339

мг/кг, 20-40 см – 316 мг/кг, що становить високу забезпеченість. Ділянка, де рослини були найрозвиненішими, вміст калію у ґрунті становив: 0-20 см – 250

мг/кг, 20-40 см – 278 мг/кг, що лише трішки відрізняється по глибині залягання та становить високу та дуже високу забезпеченість.

Таблиця 3.5  
Вміст обмінного калію у темно-сірому опідзоленому ґрунті 2021 р., мг/кг

№	Варіант дослідження	Шар ґрунту, см	Фаза росту і розвитку			Технічна стиглість
			Бутонізація	Цвітіння	Зелена ягода	
			підживлення			
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70	
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	0-20	297	258	293	216
		20-40	283	254	96,2	225
2	Низький розвиток рослин підживлення	0-20		174	176	455
		20-40		165	170	186
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	0-20	339	215	276	215
		20-40	316	249	218	204
4	Середній розвиток рослин підживлення	0-20		317	362	269
		20-40		364	239	209
5	Високий розвиток рослин	0-20	250	226	221	200

6	Контроль (без підживлення)	20-40	278	227	219	243
	Високий розвиток рослин	0-20		212	178	354
	підживлення	20-40		221	195	180

У фазу цвітіння вміст калію становив, на ділянці низькорозвинених рослин без підживлення, рухомі форми калію були у наступному значенні: 0-20 см – 258 мг/кг, 20-40 см – 254 мг/кг, що становить дуже високий вміст. На цій же ділянці, але із підживленням, калій був у кількості: 0-20 см – 174 мг/кг, 20-

40 см – 165 мг/кг, що порівнюючи з контролем має чуть нижчу забезпеченість. Ділянка із рослинами середнього розвитку без підживлень характеризувалась такими показниками: 0-20 см – 215 мг/кг, 20-40 см – 249 мг/кг. А з підживленням: 0-20 см – 317 мг/кг, 20-40 см – 364 мг/кг. Порівнюючи з

контролем, ділянка з підживленням має вищий вміст калію. Ділянка з контроль: 0-20 см – 225,7 мг/кг, 20-40 см – 226,6 мг/кг. Ділянка з підживленням: 0-20 см – 212,2 мг/кг, 20-40 см – 220,8 мг/кг, порівнюючи ділянку з контролем має такий же високий вміст калію та не відрізняється по глибині.

У фазу зеленої ягоди вміст фосфору на ділянці із низькорозвиненими рослинами без підживлення становив: 0-20 см – 297 мг/кг, 20-40 см – 96,2 мг/кг.

Із підживленням: 0-20 см – 176 мг/кг, 20-40 см – 176 мг/кг, що майже не відрізняється з контролем. На ділянці із середньорозвиненими рослинами без

підживлення цей показник складав: 0-20 см – 276 мг/кг, 20-40 см – 218 мг/кг. А із підживленням: 0-20 см – 362 мг/кг, 20-40 см – 259 мг/кг. На ділянці із

середньорозвиненими рослинами без підживлення калій був у кількості: 0-20 см – 178 мг/кг, 20-40 см – 195 мг/кг. В цю фазу вміст калію на всіх ділянках з

підвищеним та високим вмістом.

У фазу технічна стиглість вміст калію на ділянці із низькорозвиненими рослинами без підживлення становив: 0-20 см – 216 мг/кг, 20-40 см – 225 мг/кг.

Із підживленням: 0-20 см – 455 мг/кг, 20-40 см – 186 мг/кг. Ділянка із низькорозвиненими рослинами без підживлення характеризувалася наступними

показниками: 0-20 см – 215 мг/кг, 20-40 см – 204 мг/кг. З підживленням: 0-20 см – 269 мг/кг, 20-40 см – 208,9 мг/кг. На ділянці із середньорозвиненими рослинами без підживлення калій був у кількості: 0-20 см – 200 мг/кг, 20-40 см – 243 мг/кг. З підживленням: 0-20 см – 354 мг/кг, 20-40 см – 180 мг/кг.

Можна дійти висновку, що вміст калію в ґрунті знаходиться у підвищеній та дуже високій кількості.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

### 3.4 Вміст загального азоту у рослинах картоплі столової

Азот — є одним із основних елементів, необхідних для життєдіяльності рослин. Він входить до складу ферментів, білків, хлорофілу, нуклеїнових кислот, вітамінів та алкалоїдів. Рівень азотного живлення визначає розміри та інтенсивність синтезу білків у рослині, які значно впливають на процеси росту. У складі сухої речовини вміст азоту міститься 1-3%, у білках 16-18% [42]

Оптимальне азотне живлення підвищує продуктивність рослин. Листки мають темно-зелене забарвлення, кущаться, формують велику листову поверхню та повноцінні репродуктивні органи, в яких прискорюється синтез білків та вони тривалий час зберігають життєдіяльність. Це визначає вік рослини та її органів, рівень постачання вуглеводами, переміщення продуктів синтезу, забезпечення фосфором, сіркою, калієм та мікроелементами що є головною умовою для нормального синтезу білків [19].

Ознаками азотного голодування є повільний ріст рослин її вегетативних органів та поява блідо-зеленого або жовто-зеленого забарвлення листків у наслідок порушення процесів утворення хлорофілу [20].

Рівень вмісту загального азоту (табл. 3.6) в рослинах картоплі різнився залежно від розвитку рослин. у фазу бутонізації за виділення зон відповідно до розвитку рослин. Максимальний вміст азоту у листках був на ділянці із рослинами середнього розвитку, при чому найменший вміст був на ділянці із найкраще розвиненими рослинами, що можна пояснити явищем «ростового розбавлення», яке часто проявляється за активного розвитку вегетативної маси рослин.

За цвітіння рослин вміст азоту у рослинах усіх варіантів зменшився (табл. 3.6), що обумовлено розвитком вегетативної маси та внутрішньою трансформацією сполук азоту у рослинах. Позакореневі підживлення у фазу бутонізації були ефективними на ділянках із низькорозвиненими і середньорозвиненими рослинами (вміст азоту у листках був більшим порівняно до відповідних ділянок складав 0,2% і 0,5%. На ділянці із високорозвиненими

рослинами позакореневі підживлення не подіяли, а навпаки обумовили обернений ефект, вміст азоту у листках зменшився відносно контрольної ділянки на 0,12%. У фазу цвітіння простежувалась аналогічна тенденція.

Таблиця 3.6

Рівень вмісту загального азоту в рослинах за Неслером, % на суху речовину, 2021 р.

№	Варіант досліду	Орган рослини	Фаза росту і розвитку			Технічна стиглість
			Бутонізація	Цвітіння	Зелена ягода	
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70	
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	2,32	1,94	1,66	1,87
		листок	2,87	2,62	2,43	0,31
2	Низький розвиток рослин підживлення	стебло		2,44	1,95	1,49
		листок		2,82	2,60	1,69
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	2,46	2,02	1,94	1,42
		листок	2,94	2,21	2,04	1,89
4	Середній розвиток рослин підживлення	стебло		2,11	2,09	1,34
		листок		2,71	2,28	1,59
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	1,93	2,20	2,03	1,75
		листок	2,74	2,65	2,73	1,97
6	Високий розвиток рослин підживлення	стебло		2,12	1,84	1,71
		листок		2,53	2,57	1,66

Тож, позакореневі підживлення добривами Біокарт 40, Біокарт 50 і Біокарт 70 у відповідні стадії ВВСН сприяли активному накопиченню азоту у

листяках рослин, які були низькорозвиненими і середньорозвиненими. Показники відповідно становили 2,82-1,69% і 2,71-1,59%. Вміст азоту у листках високорозвинених рослин навпаки зменщувався після проведення позакорневих підживлень.

## НУБІП УКРАЇНИ

### 3.5 Вміст загального фосфору у рослинах картоплі столової

Фосфор відіграє важливе значення в енергетичному обміні та в різних процесах обміну речовин у рослині. Найбільша частина фосфору міститься в репродуктивних та молодих органах рослин, де відбуваються процеси синтезу органічних речовин. Він має властивість рухатись від старих до молодих органів та використовуватись повторно. Фосфор – це такий елемент, який сприяє швидкому дозріванню росли, покращує водний режим та використання ним води [23].

При нестачі фосфору в тканині рослин накопичується нітратний азот та сповільнюється синтез білків. Рослина дуже чутлива до нестачі фосфору в молодому віці, коли коренева система слабка та має низьку здатність до поглинання. Нестача фосфору у період формування репродуктивних органів, затримує дозрівання рослин, знижується врожайність та якісні показники в бульбах. Його нестачу відразу помітно на процесах росту і розвитку та по зовнішньому вигляді рослин. Листки мають сіро-зелене, червоно-фіолетове забарвлення. Краї листків картоплі закручуються вгору та темніють [22].

Вміст фосфору (табл. 3.7) в рослинах картоплі по всіх варіантах змінювався незначно. У фазу бутонізації рослин картоплі столової, коли проводили визначення стану розвитку рослин на полі, ділянка із середньорозвиненими рослинами характеризувалася найвищим вмістом фосфору (0,35%), а найнижчим – ділянка із низькорозвиненими рослинами. Динаміка накопичення фосфору рослинами у стеблах мала подібну тенденцію.

# НУБІП України

Таблиця 3.7

Вміст загального фосфору в рослинах картоплі за методом Деніже, модифікації А.Левицького, % на суху речовину, 2021 р.

№	Варіант досліду	Орган рослини	Фаза росту і розвитку			Технічна стиглість
			Бутонізація	Цвітіння	Зелена ягода	
			підживлення			
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70	
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	0,16	0,25	0,15	0,29
		листок	0,30	0,31	0,25	0,18
2	Низький розвиток рослин підживлення	стебло		0,21	0,24	0,11
		листок		0,26	0,26	0,16
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	0,32	0,21	0,17	0,18
		листок	0,35	0,30	0,20	0,18
4	Середній розвиток рослин підживлення	стебло		0,15	0,17	0,12
		листок		0,27	0,25	0,18
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	0,31	0,23	0,26	0,12
		листок	0,33	0,33	0,24	0,18
6	Високий розвиток рослин підживлення	стебло		0,21	0,15	0,12
		листок		0,29	0,20	0,17

У фазу цвітіння вміст фосфору на ділянці із низьким і високим рівнем розвитку рослин був практично на рівні бутонізації. На ділянці із середнім розвитком рослин вміст фосфору незначно зменшився порівняно із попередньою фазою. Проведене підживлення у попередню фазу росту і розвитку рослин обумовило зменшення вмісту фосфору у листках на всіх



ділянках досліду порівняно із контрольними ділянками. Динаміка накопичення фосфору у стеблах рослин мала подібну тенденцію.

У наступну фазу вміст фосфору у вегетативній масі рослин картоплі продовжував знижуватися у наслідок використання його у рослині.

Відмінністю характеризувалася лише ділянка із низькорозвиненими рослинами, на які було проведене позакореневе підживлення добривом біокарт 50 за цвітіння рослин.

Вміст фосфору на цій ділянці у листках рослин зберігався на рівні попередньої фази і становив 0,26%. І він був максимальним, хоча суттєвої різниці із цією ж ділянкою без підживлення, а також із ділянками середнього розвитку рослин не було відмічено. Показники були у межах 0,23-0,26%. У фазу технічної стиглості рослин вміст фосфору у листах рослин був практично на одному рівні.

### 3.6 Вміст загального калію в рослинах картоплі столової

Вміст калію в рослинах становить близько 1,9 %, одна частина йонів калію знаходиться в клітинному соці, друга у структурних елементах клітин у поглинутій формі. Найбільша його кількість міститься в молодих органах рослини. Він впливає на синтез вуглеводів, їхнє пересування до органів, бере участь у біохімічних процесах та диханні. Коли рослини забезпечені калієм краще переносять посуху та низьку температуру. Також йони калію впливають на обмін азотистих речовин [24].

Відносна кількість калію в рослинах зменшується в залежності від віку рослини, однак абсолютна його величина зростає до кінця вегетації. На картоплі дефіцит калію спостерігається таким чином: нижні листки вузькі, прилягають близько до стебла, зморщуються, бронзово-зелені з помітними опіками по краях, значно закручені вниз, затримується ріст, кущі не високі та бульби дрібні [25].

За результатами дослідження вміст калію в рослинах картоплі (табл. 3.8) у фазу бутонізації вміст калію був вищим у стеблi, оскільки цей елемент має таку здатність як накопичуватись у цьому органі рослин. Вміст цього елемента був практично на одному рівні у рослинах всіх рівнів розвитку, трохи вищим був у рослинах високого рівня розвитку (0,45%).

Таблиця 3.8

**Вміст калію в рослинах картоплі у % на суху речовину, 2021 р.**

№	Варіант дослідження	Частина рослини	Фаза росту і розвитку			Технічна стиглість
			Бутонізація	Цвітіння	Зелена ягода	
			підживлення			
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70	
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	0,43	0,17	0,20	0,24
		листок	0,27	0,24	0,30	0,17
2	Низький розвиток рослин підживлення	стебло		0,19	0,17	0,18
		листок		0,26	0,24	0,13
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	0,43	0,23	0,21	0,22
		листок	0,21	0,24	0,21	0,20
4	Середній розвиток рослин підживлення	стебло		0,19	0,23	0,12
		листок		0,22	0,20	0,20
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	стебло	0,45	0,27	0,23	0,19
		листок	0,25	0,21	0,23	0,15
6	Високий розвиток рослин підживлення	стебло		0,28	0,23	0,22
		листок		0,20	0,21	0,13

До фази цвітіння вміст калію у стеблах зменшився порівняно із попередньою фазою, тоді як у листках зберігався на рівні попередньої фази.

При порівнянні вмісту цього елемента у рослинах із різним рівнем розвитку із підживленням і без підживлення слід зазначити, що показники були практично на одному рівні. Хоча краще на позакореневі підживлення реагували рослини низького рівня розвитку щодо накопичення калію у рослинах. У фазу зеленої ягоди спостерігали аналогічну тенденцію. У фазу технічної стиглості так уреацію мали рослини середнього рівня розвитку.

Проаналізувавши результати по вмісту калію в органах рослин, можна зробити певні висновки, що вміст калію в листках картоплі столової був низьким у всіх фазах росту та розвитку рослини. Найкраще реагували на позакореневі підживлення рослини низького і середнього рівня розвитку у різні фази росту і розвитку.

### 3.7 Вміст хлорофілу та сухої речовини в рослинах картоплі столової

Хлорофіл входить до клітинного складу листків рослин та виконує важливу функцію для рослинного організму, синтез органічної речовини із неорганічних сполук  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  при поглинанні променевої енергії світла [29].

Дослідження показали, що вміст хлорофілу (табл.3.9) у фазу бутонізації найменший вміст хлорофілу був у листках рослин середнього розвитку (10,2 мг/л клітинного соку). На 5,00 мг/л більше хлорофілу містилось у листках рослин високого розвитку, і найбільше – 15,8 мг/л було у листках рослин низького розвитку. Таку тенденцію можна пояснити ефектом «ростового розбавлення». При цьому значна перевага була у кількості хлорофілу А, тенденція розподілу хлорофілів А і В аналогічна до

суми хлорофілів. Така різниця по вмісту хлорофілу могла вплинути на формування рівня врожаю картоплі столової.

До фази цвітіння вміст хлорофілу поступово зменшувався у листках рослин картоплі із високим рівнем розвитку до 15,0 мг/л, що порівняно із попередньою фазою зменшилось незначно.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Вміст хлорофілу в листках рослин картоплі, мг/л, 2021 р.

№	Варіант дослідження	Бутонізація			Цвітіння			Зелена ягода		
		Хлорофіл А	Хлорофіл Б	Сума А+В	Хлорофіл А	Хлорофіл Б	Сума А+В	Хлорофіл А	Хлорофіл Б	Сума А+В
		підживлення								
Біокарт 40			Біокарт 50			Біокарт 70				
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	11,2	4,65	15,8	10,7	3,96	14,6	5,93	2,43	8,35
2	Низький розвиток рослин підживлення				9,51	3,61	13,1	10,5	4,10	14,6
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	7,40	2,82	10,2	7,75	2,81	10,6	8,63	3,29	11,9
4	Середній розвиток рослин підживлення				8,64	3,13	11,8	6,79	2,56	9,35
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	10,9	4,31	15,2	10,9	4,12	15,0	7,76	3,18	10,9
6	Високий розвиток рослин підживлення				9,05	3,36	12,4	8,35	3,20	11,6

НУБІП УКРАЇНИ

Значне зменшення вмісту хлорофілів спостерігали у листках рослин картоплі низького рівня розвитку (на 1,2 мг/л), тоді як у листках рослин середнього рівня розвитку, навпаки, утворилось додатково 0,4 мг/л хлорофілів.

НУБІП УКРАЇНИ

Проведення позакореневого підживлення рослин картоплі столової добривами Біокарт 40 по різному впливали на синтез хлорофілів у листках рослин різного рівня розвитку. Так, вміст хлорофілів у листках рослин низького і високого рівня розвитку зменшувався під дією добрив на 1,5 мг/л і 2,6 мг/л відповідно, тоді як у листках середнього рівня розвитку він зріс на 1,2 мг/л.

НУБІП УКРАЇНИ

До фази зеленої ягоди вміст хлорофілів у листках низькорозвинених і високорозвинених рослин продовжував знижувались до 8,35 мг/л і 10,9 мг/л відповідно, тоді як у середньорозвинених рослин – зростати до 11,9 мг/л. добрива Біокарт 50, внесені позакоренево у фазу цвітіння, сприяли значному зростанню вмісту хлорофілів у листках рослин низького рівня розвитку, незначному – високого рівня розвитку і зменшенню середньорозвинених рослин.

НУБІП УКРАЇНИ

Концентрація та загальна кількість хлорофілу в листках рослин є важливим фізіологічним параметром. Характеризує потенційну потужність фотосинтетичного апарату на різних стадіях вегетації культури, їхню реакцію на дію різних факторів впливу та має тісний зв'язок з біологічною продуктивністю рослинного організму [30].

НУБІП УКРАЇНИ

Найбільший вміст сухої речовини у фазу бутонізації (табл.3.10) спостерігається на ділянці середньорозвинених рослин та становив у листках 16,5%, у стеблі – 8,43 % та найнижчий вміст сухої речовини був на ділянці високорозвинених рослин та становив у листку – 15,5 % і стеблі - 7,95 %.

НУБІП УКРАЇНИ

У фазу цвітіння найбільший вміст сухої речовини спостерігається на ділянці середньорозвинених рослин та становив у листку – 15,9 % і стеблі - 10,9 %. Найнижчий вміст сухої речовини спостерігається на ділянці



# НУБІП УКРАЇНИ

високорозвинених рослин із підживленням та становив у листку - 13,4 % і стеблі - 10,5 %.

Таблиця 3.10

## Вміст сухої речовини в листках та стеблі картоплі, % 2021 р.

№	Варіант досліду	Орган рослини	Фаза росту і розвитку		
			Бутонізація	Цвітіння	Зелена ягода
			Підживлення		
			Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	листок	14,5	16,2	13,9
		стебло	10,2	9,28	12,9
2	Низький розвиток рослин підживлення	листок	14,8	15,8	16,3
		стебло	10,1	9,81	13,1
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	листок	16,5	15,9	20,5
		стебло	8,43	10,9	10,7
4	Середній розвиток рослин підживлення	листок	14,4	17,5	16,1
		стебло	9,15	9,02	12,3
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	листок	15,5	14,8	20,0
		стебло	7,95	9,56	11,3
6	Високий розвиток рослин підживлення	листок	15,5	13,4	19,4
		стебло	9,29	10,49	13,24

У фазу зеленої ягоди найвищий вміст сухої речовини спостерігається на ділянці високорозвинених рослин з підживленням та становив у листку - 19,4%, стеблі - 13,2 %. Найнижчий його вміст спостерігається на ділянці

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

низькорозвинених рослин без підживлення та становив у листку - 13,9 %, стебло - 12,9 %.

Таблиця 3.11

## Висота рослин см. по фазах росту та розвитку картоплі столової

№	Варіант досліду	Фаза росту і розвитку		
		Бутонізація	Цвітіння	Зелена ягода
		Підживлення		
		Біокарт 40	Біокарт 50	Біокарт 70
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	31	34	52
2	Низький розвиток рослин підживлення		41	50
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	34	36	48
4	Середній розвиток рослин підживлення		42	50
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	38	42	56
6	Високий розвиток рослин підживлення		45	52

На ділянці 1 у фазу бутонізація (табл. 3.11) висота рослин в середньому становила 31 см, на ділянці 2 в середньому 34 см, та на ділянці 3 становила 38 см. Можна сказати, що найкращі рослини по висоті спостерігаються на ділянці 3 з високим розвитком рослин. У фазу цвітіння на ділянці 1 контроль висота рослин становила 34 см а на ділянці 1 з підживленням 41 см. На ділянці 2 контроль висота рослин становить 36 см, ділянка 2 з підживленням 42 см. На

дільниці 1 контроль висота рослин становить 42 см, ділянка 3 з підживленням 45 см. На цій ділянці спостерігається найкраща висота рослин по варіантах. У фазу зелена ягода середня висота рослин на ділянці 1 контроль становить 52 см а на ділянці 1 з підживленням 50 см. Ділянка 2 контроль висота рослин становить 48 см а на ділянці 2 з підживленням 50 см. Ділянка 3 контроль висота рослин становить 56 см а з підживленням 52 см, на цій ділянці спостерігається найвищий розвиток рослин.

### 3.8 Функціональна листкова діагностика картоплі столової

У фазу бутонізації картоплі столової була проведена функціональна листкова діагностика за допомогою приладу Агровектор- ПФ-014-02. Можна зробити висновок (рис.3.6), що на ділянці 3 з високим індексом NDVI, спостерігається нестача азоту, кальцію, марганцю, міді, марганцю і заліза.

Результат измерения от 25.06.2021 8:49:51

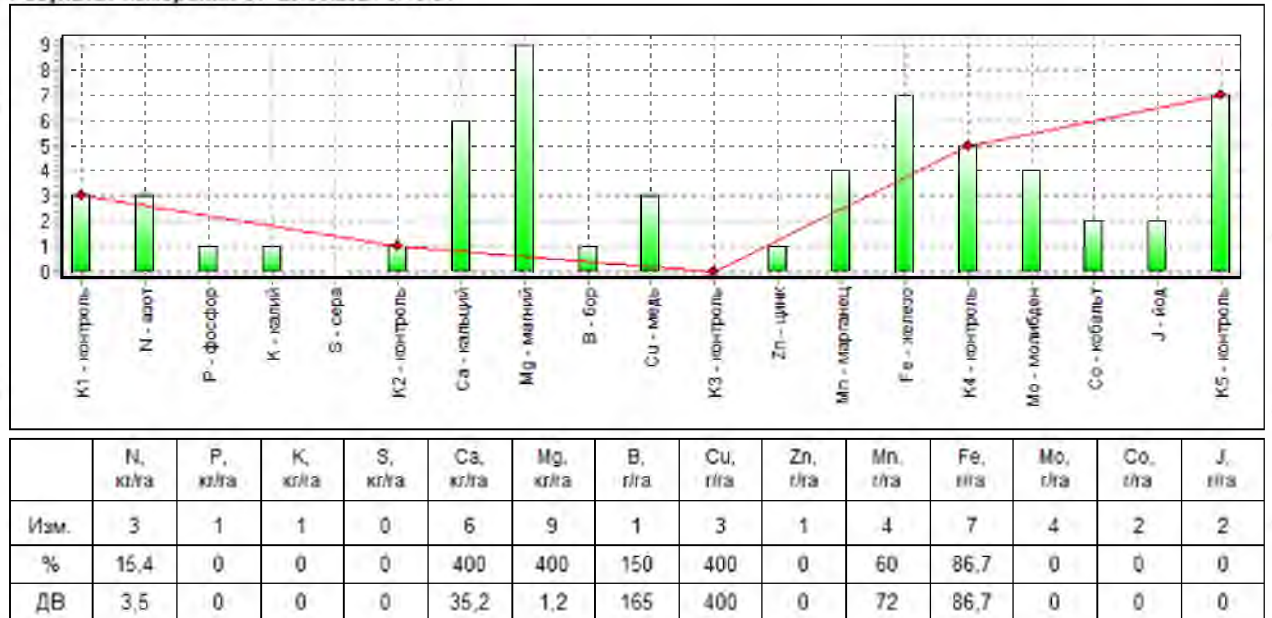
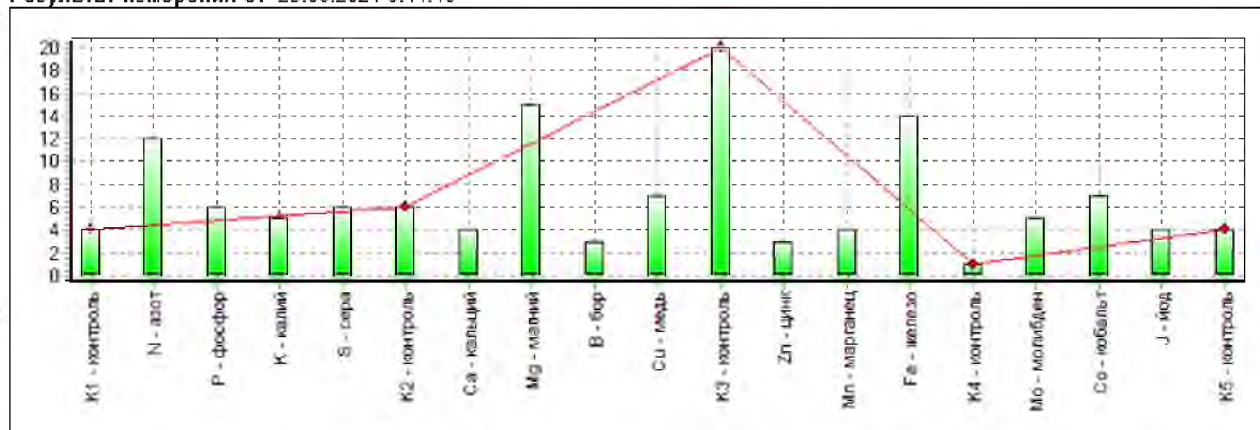


Рис. 3.6 Потреба високорозвинених рослин картоплі столової у елементах живлення у фазу бутонізації



На ділянці із середнім рівнем розвитку рослин картоплі у фазу бутонізації (рис. 3.7) спостерігається нестача азоту, фосфору, сірки, магнію, заліза, мольбдену, йоду і кобальту.

Результат измерения от 25.06.2021 9:41:18



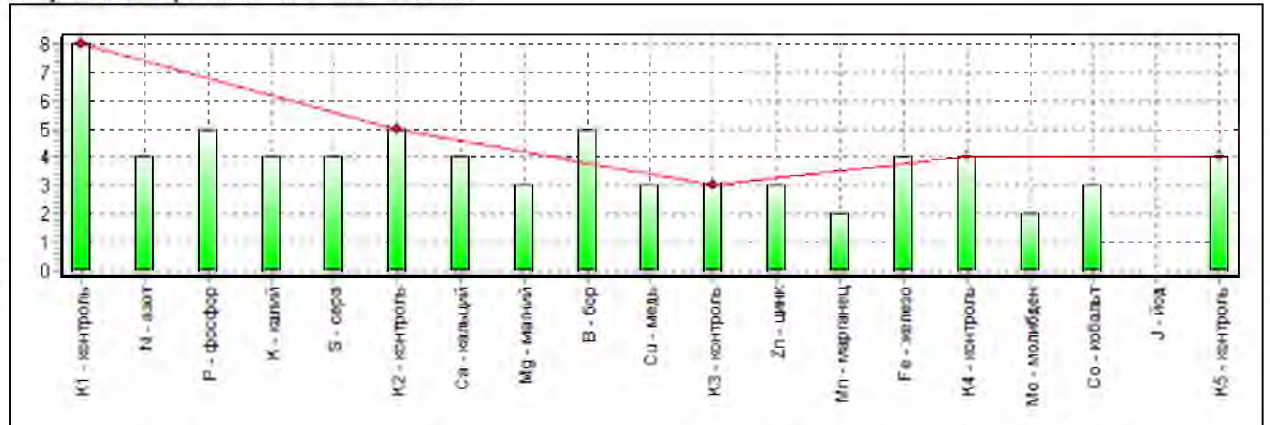
	N, к/г	P, к/г	K, к/г	S, к/г	Ca, к/г	Mg, к/г	B, г/г	Cu, г/г	Zn, г/г	Mn, г/г	Fe, г/г	Mo, г/г	Co, г/г	J, г/г
Изм.	12	6	5	6	4	15	3	7	3	4	143.5	185.7	180	23.1
%	172.7	25	0	7.1	0	29.3	0	0	0	0	143.5	2.8	0.7	0.1
ДВ	39.7	2.6	0	0.4	0	0.1	0	0	0	0	143.5	2.8	0.7	0.1

Вис. 3.7. Потреба середньорозвинених рослин картоплі столової у елементах живлення у фазу бутонізації

На ділянці низькорозвинені рослини без підживлення (рис. 3.8) у фазу цвітіння показали лише у борі і залізі. Це обумовлено тим, що рослини пригнічують інтенсивність перебігу метаболічних процесів, низька, тож і поглинальна здатність елементів живлення теж низька. Дефіцит заліза пригнічує інтенсивність фотосинтезу.

Добрива Біокарт 40, яке було внесене позакоренево у фазу бутонізації рослин і за своїм складом відповідає потребам рослин цій фазі, посилювало живлення рослин до фази цвітіння. Про це свідчать результати функціональної діагностики (рис. 3.7), проведеної на цій ділянці. Відповідно до результатів, рослини показували потребу серед макроелементів у азоті і фосфорі, серед мезоелементів – лише у сірці, серед мікроелементів – у залізі і кобальті.

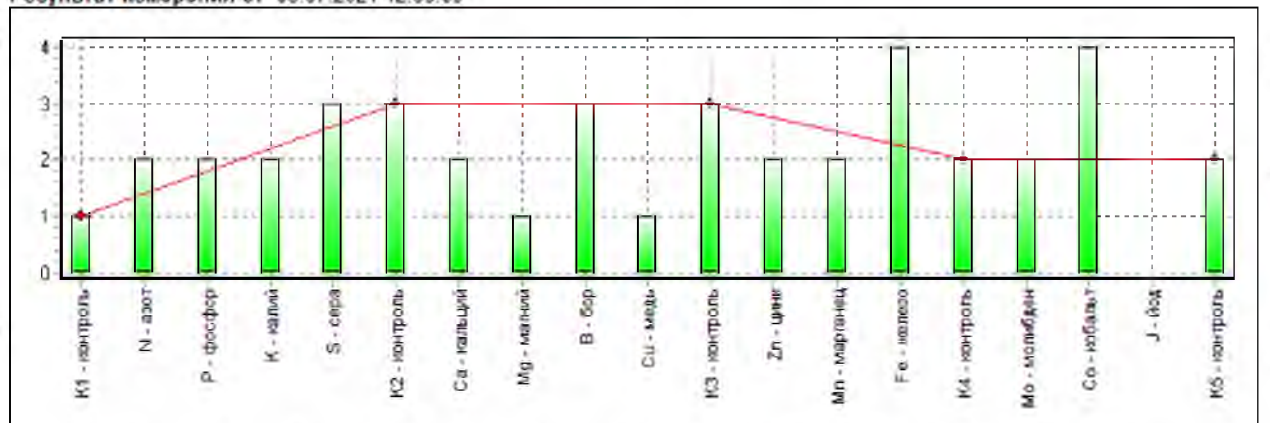
Результат измерения от 03.07.2021 11:03:06



	N, г/кг	P, г/кг	K, г/кг	S, г/кг	Ca, г/кг	Mg, г/кг	B, г/кг	Cu, г/кг	Zn, г/кг	Mn, г/кг	Fe, г/кг	Mo, г/кг	Co, г/кг	J, г/кг
Изм.	4	5	4	4	4	3	5	3	3	2	4	2	3	0
%	0	0	0	0	0	0	31,6	0	0	0	6,7	0	0	0
ДВ	0	0	0	0	0	0	34,7	0	0	0	6,7	0	0	0

Рис. 3.8 Потреба низькорозвинених рослин картоплі столової (без підживлення) у елементах живлення у фазу цвітіння

Результат измерения от 03.07.2021 12:05:09



	N, г/кг	P, г/кг	K, г/кг	S, г/кг	Ca, г/кг	Mg, г/кг	B, г/кг	Cu, г/кг	Zn, г/кг	Mn, г/кг	Fe, г/кг	Mo, г/кг	Co, г/кг	J, г/кг
Изм.	2	2	2	3	2	1	3	1	2	2	4	2	4	0
%	42,9	11,1	0	15,4	0	0	0	0	0	0	77,8	0	100	0
ДВ	9,9	1,2	0	0,9	0	0	0	0	0	0	77,8	0	0,4	0

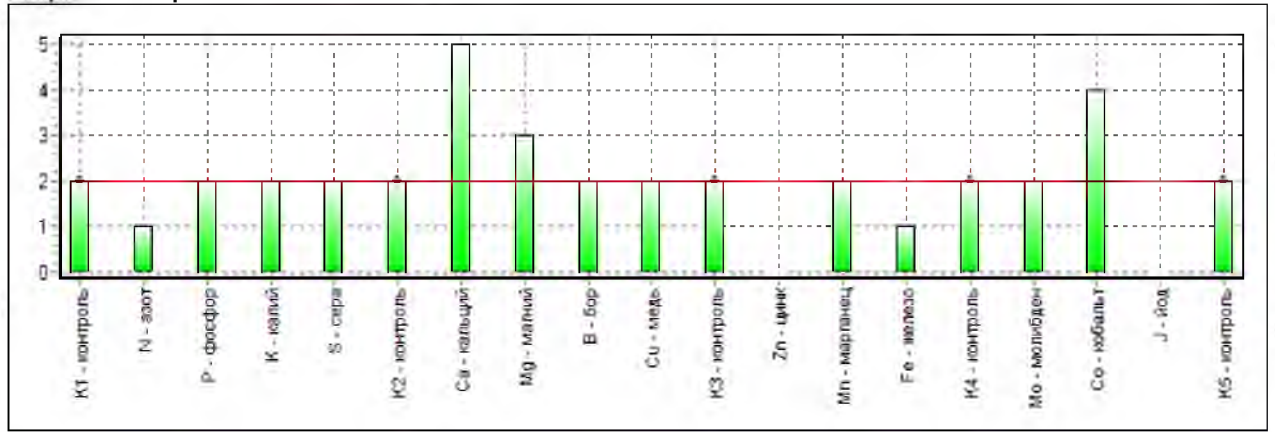
Рис. 3.9 Потреба низькорозвинених рослин картоплі столової, які були підживлені, у елементах живлення у фазу цвітіння

Живлення рослин середнього рівня розвитку до фази цвітіння оптимізувалось і у фазу бутонізації рослини показували дефіцит лише у кальції, магнії і кобальті (рис. 3.10). У той час, як середньорозвинені рослини, що були



підживлені добривом Біокарт 40 позакоренево у фазу бутонізації рослин, унаслідок прискорення метаболізму відчували дефіцит у азоті, марганці та залізі (як і за бутонізації рослин). Це впливало на синтез хлорофілів у листках і накопичення макроелементів у рослинах.

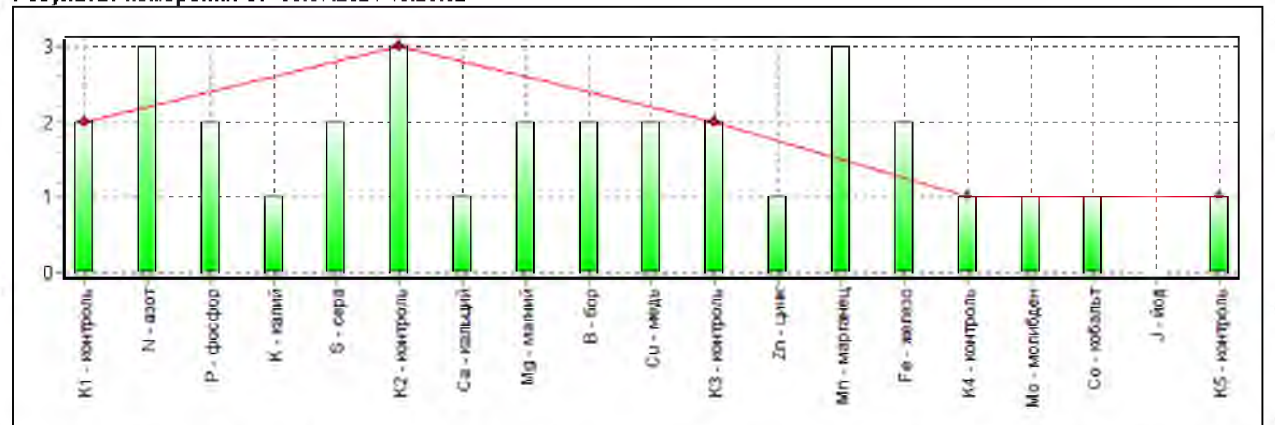
Результат измерения от 03.07.2021 9:51:01



	N, к/г	P, к/г	K, к/г	S, к/г	Ca, к/г	Mg, к/г	B, г/г	Cu, г/г	Zn, г/г	Mn, г/г	Fe, г/г	Mo, г/г	Co, г/г	J, г/г
Изм.	1	2	2	2	5	3	2	2	0	2	1	2	4	0
%	0	0	0	0	150	50	0	0	0	0	0	0	100	0
ДВ	0	0	0	0	13,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0,4	0

Рис. 3.10 Потреба середньорозвинених рослин картоплі столової (без підживлення) у елементах живлення у фазу цвітіння

Результат измерения от 03.07.2021 10:26:02



	N, к/г	P, к/г	K, к/г	S, к/г	Ca, к/г	Mg, к/г	B, г/г	Cu, г/г	Zn, г/г	Mn, г/г	Fe, г/г	Mo, г/г	Co, г/г	J, г/г
Изм.	3	2	1	2	1	2	2	2	1	3	2	1	1	0
%	36,4	0	0	0	0	0	0	0	0	100	60	0	0	0
ДВ	8,4	0	0	0	0	0	0	0	0	120	60	0	0	0

Рис. 3.11 Потреба середньорозвинених рослин картоплі столової, які були підживлені, у елементах живлення у фазу цвітіння

Високорозвинені рослини від бутонізації до цвітіння рослин продовжували рости і відчувати дефіцит азоту і сірки (рис. 3.12). Ще додався дефіцит бору, міді і цинку.

Результат измерения от 02.07.2021 16:01:36

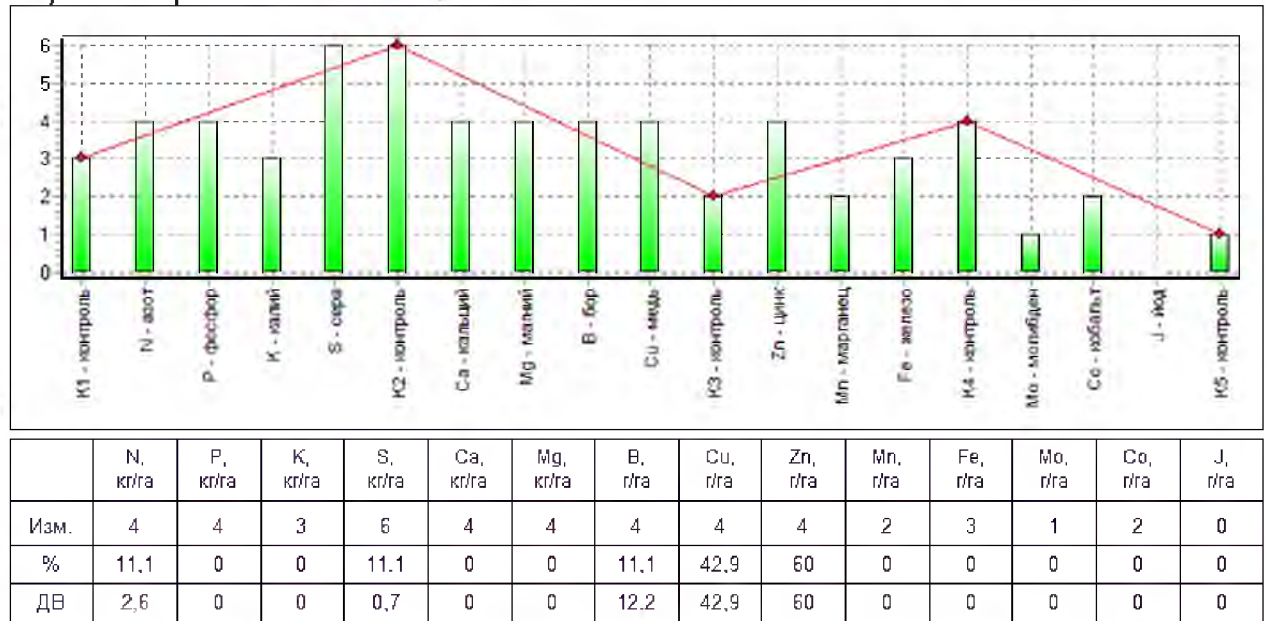


Рис. 3.12 Потреба високорозвинених рослин картоплі столової (без підживлення) у елементах живлення у фазу цвітіння

Проте, позакореневі підживлення добривом Біокарт 40 за бутонізації рослин оптимізували мінеральне живлення рослин, оскільки порівняно із потребами рослин у елементах живлення такого ж рівня розвитку, але без підживлення, удобрені рослини відчували дефіцит як і неудобрені у сірці, але не відчували нестачу інших елементів, що на неудореній ділянці. Проте, додався дефіцит кальцію і молібдену.



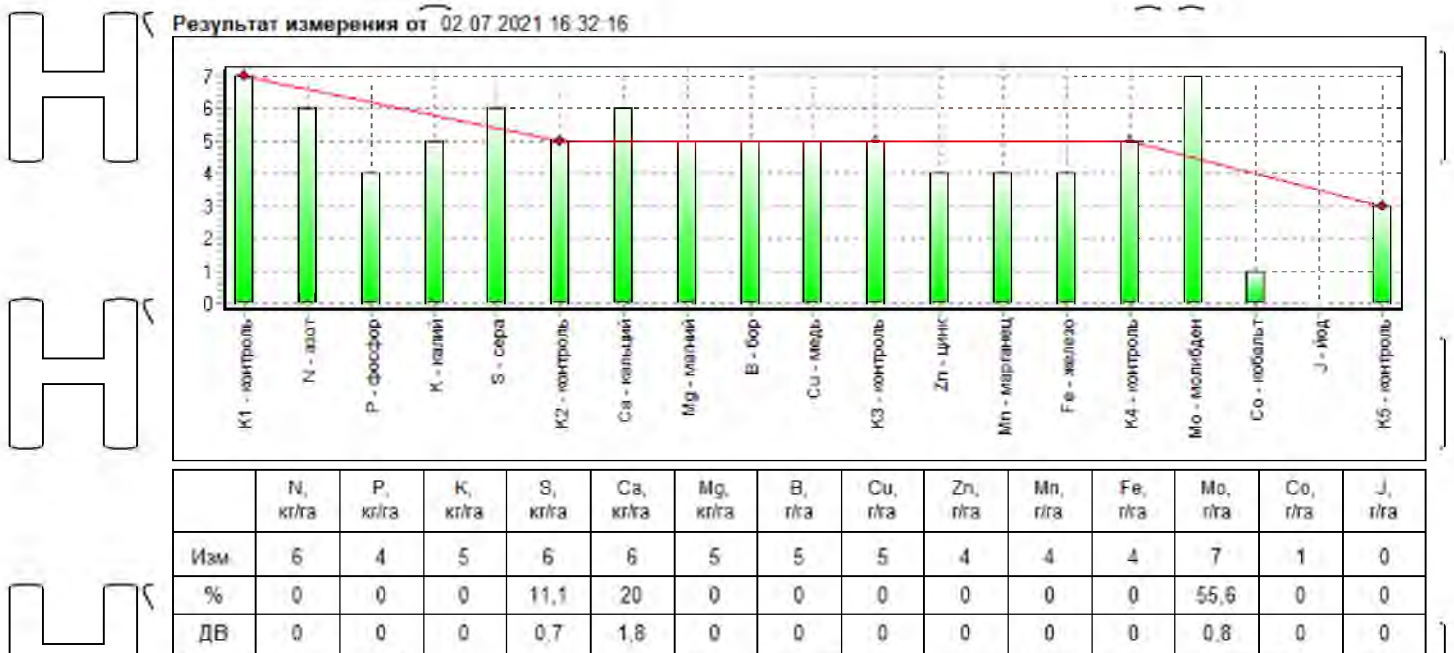


Рис. 3.13 Потреба високорозвинених рослин картоплі столової, які були підживлені, у елементах живлення у фазу цвітіння

Тож, необхідно зробити висновок, що рослини різного рівня розвитку через інтенсивність перебігу метаболічних процесів відчували дефіцит у різних елементах живлення. Позакореневі підживлення пришвидчували метаболізм рослин, що зумовлювало зміну у складі і кількості дефіцитних елементів живлення.

### 3.9 Вплив позакореневих підживлень на урожайність та якість бульб картоплі столової

Для отримання високих врожаїв картоплі столової потрібно забезпечити рослини всіма поживними елементами, також головним фактором є сприятливі погодні умови для того, щоб в рослині відбувались всі фізіологічні та біохімічні процеси [26].

Провівши аналіз впливу підживлення на урожайність картоплі столової за вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті було встановлено

(табл. 3.12), що найнижчий рівень врожаю було отримано на ділянках із низьким і середнім рівнем розвитку рослин картоплі столової, де не проводили жодних удобрень. Урожайність на цих ділянках склала відповідно 46,3 т/га і 44,9 т/га. рослини середнього рівня розвитку дали дещо нижчу урожайність, але різниця між варіантами межить у межах найменшої істотної різниці.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.12

Урожайність картоплі столової сорту Каррера, 2021 р., т/га

№	Варіант дослідження	Фракції, т/га			Урожайність т/га
		≥35 мм	35-60 мм	<60 мм	
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	3,2	30,1	12,7	46,3
		2,6	29,5	14,4	
2	Низький розвиток рослин Підживлення: Біокарт 40 +Біокарт 50 +Біокарт 70	1,9	30,5	19,2	51,5
		1,9	33	16,5	
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	3,8	33,1	8	44,9
		4,2	32,8	7,8	
4	Середній розвиток рослин Підживлення: Біокарт 40 +Біокарт 50 +Біокарт 70	3,4	29,8	15,9	49,3
		4,4	26,2	18,9	
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	2,5	29,2	16,8	48,1
		2,3	29,6	15,7	
6	Високий розвиток рослин Підживлення: Біокарт 40 +Біокарт 50 +Біокарт 70	3,1	28,6	13,6	45,0
		3,4	27,7	13,5	
НПР <sub>05</sub> т/га					3,64

На такому ж рівні дали урожайність рослини, які у період вегетації були високорозвиненими і які були підживлені тричі за вегетацію добривами Біокарт 40, 50 і 70 відповідно до цих же стадій ВВСН, що свідчить про те, що позакореневі підживлення із певним елементним складом, які не сприяли оптимізації синтетичних процесів у рослинах.

За проведення позакореневих підживлень рослин низького в середнього рівня розвитку, де урожайність зростала на 5,2 т/га і на 4,4 т/га відповідно. Ці прирости урожайності свідчать про ефективність позакореневих підживлень за обраною схемою для такого рівня розвитку рослин, чого не можна сказати про високорозвинені рослини.

Якість продукції – це насамперед сукупність її взаємопов'язаних характеристик і здатностей задовільняти визначені запити певних груп споживачів.

Проаналізувавши (табл.3.13) показники якості бульб необхідно зазначити, вміст нітратів змінювався по варіантах не значно і чіткої залежності не було встановлено. Нітрати не перевищували гранично допустимий рівень у жодному із варіантів. Цей показник був у межах від 14,3 мг/кг бульб до 27,7 мг/кг.

Максимально суху речовину у бульбах рослини середнього рівня розвитку як із підживленням так і без нього. Показник становив відповідно 16,6 % і 17,4 %. Слід звернути увагу, що за позакореневого підживлення рослин вміст сухої речовини дещо зменшувався відносно неудобреного варіанту. Різниця складала 0,8%. Така ж закономірність спостерігалась із бульбами рослин високого рівня розвитку. Проте зниження показника в удобреному варіанті було значно більшим 4,0%. Лише у рослин низького рівня розвитку простежували іншу тенденцію. Вміст сухої речовини у бульбах рослин без підживлень становив 13,4 %, а за позакореневого підживлення він зростав на 0,7%.

Найбільша кількість вітаміну С спостерігалась на ділянці із середнім розвитком рослин та становила 23,9 мг%. Найнижча кількість вітаміну С

спостерігалась на ділянці із високорозвминеними рослинами за їх позекореневого підживлення та становила 15,9 мг%.

Таблиця 3.13

**Показники якості бульб картоплі столової сорту Каррера, 2021 р.**

№	Варіант досліду	Вміст нітратів, мг/кг	Вміст сухої речовини, %	Вітамін С мг%
1	Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	14,8	13,4	19,8
2	Низький розвиток рослин Підживлення: Біокарт 40 +Біокарт 50 +Біокарт 70	27,7	14,1	17,4
3	Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	16,2	17,4	23,7
4	Середній розвиток рослин Підживлення: Біокарт 40 +Біокарт 50 +Біокарт 70	14,3	16,6	19,0
5	Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	22,7	15,3	17,4
6	Високий розвиток рослин Підживлення: Біокарт 40 +Біокарт 50 +Біокарт 70	20,7	11,3	15,9

Слід зазначити, проведення позакоренових підживлень рослин всіх рівнів розвитку обумовлювали зниження накопичення вітаміну С у бульбах.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

## РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ  
СТОЛОВОЇ ЗА ВНЕСЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

Собівартість продукції – це грошовий вираз витрат на виробництво та реалізацію продукції. Комплексний економічний показник, який об'єднує в собі витрати на спожиті засоби виробництва та витрати живої праці також на заробітну плату працівників підприємства [28].

Основою підвищення економічної ефективності сільськогосподарського підприємства є впровадження сучасних інтенсивних технологій. При високих цінах на мінеральні добрива та на їх використання при вирощуванні сільськогосподарської продукції розрахунок норм має бути обґрунтованим та оптимальним [27].

Проаналізувавши таблицю 4.1 по економічній ефективності вирощування картоплі столової за внесення позакореневого підживлення, можна зробити змістовний висновок. Найвищий дохід спостерігається на ділянці 1 підживлення з низьким розвитком рослин та становив - 126308 грн, рентабельність відповідно найбільша серед варіантів - 119,8 %, окупність - 1,20.

На ділянці 1 контроль з низьким розвитком рослин урожайність картоплі становила - 46,3 т/га, дохід становить - 102908 грн, рентабельність - 97,6 %, окупність - 0,98.

На ділянці 2 з середнім розвитком рослин без підживлення урожайність становила - 44,9 т/га, дохід - 96 608 грн, рентабельність - 91,6 %, окупність - 0,92. Ділянка 2 з підживленням з середнім розвитком рослин урожайність становить - 49,3 т/га, дохід - 116 408 грн, рентабельність - 110,4 %, окупність - 1,10. Порівнюючи ділянки, ділянка 2 з підживленням має значно кращу рентабельність та дохід.

На ділянці з контроль з високим розвитком рослин урожайність становить – 48,1 т/га, дохід – 111008 грн, рентабельність – 105,3 %, окупність – 1,05.

Таблиця 4.1

## Економічна ефективність вирощування картоплі столової Каррера 2021 р.

Варіант дослід	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн	Загальні витрати, грн/га	Дохід, грн	Рентабельність, %	Окупність
Низький розвиток рослин Контроль (без підживлення)	46,3	208350	105442,1	102908	97,6	0,98
Низький розвиток рослин Підживлення: Біокарт 40 +Біокарт 50 +Біокарт 70	51,5	231750	105442,1	126308	120	1,20
Середній розвиток рослин Контроль (без підживлення)	44,9	202050	105442,1	96608	91,6	0,92
Середній розвиток рослин Підживлення: Біокарт 40 +Біокарт 50 +Біокарт 70	49,3	221850	105442,1	116408	110	1,10
Високий розвиток рослин Контроль (без підживлення)	48,1	216450	105442,1	111008	105	1,05
Високий	45,0		105442,1	97058	92,0	0,92



<p>розвиток/ростини Підживлення: - Біокарт 40 + Біокарт 50 + Біокарт 70</p>	202500								
---	--------	--	--	--	--	--	--	--	--

Ділянка 3 з підживленням та високим розвитком рослин, урожайність становить – 45,0 т/га, дохід – 97058 грн, рентабельність – 92,0 %, окупність – 0,92.

Найнижчий дохід був на ділянці 1 з підживленням та становив – 126308

грн, рентабельність відповідно серед варіантів найнижча – 19,8 %, окупність – 1,20.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

НУБІП України

У результаті проведення діагностики живлення картоплі столової за використання основ дистанційного моніторингу нами було встановлено:

1. Відповідно даних моніторингу на полі були рослини низького, середнього і високого рівня розвитку.

2. Грунтова діагностика живлення картоплі столової свідчить про те, що найкраще забезпечені мінеральним азотом були рослини низького рівня розвитку, рухомими сполуками фосфору і калію – середньорозвинені рослини (316-306 мг/кг ґрунту і 339-215 мг/кг ґрунту у шарі 0-20 см).

3. Позакореневі підживлення добривами Біокарт 40, Біокарт 50 і Біокарт 70 у відповідні стадії ВВСН сприяли активному накопиченню азоту у листках рослин, які були низькорозвиненими і середньорозвиненими.

Показники відповідно становили 2,82-1,69% і 2,71-1,59%. Вміст азоту у листках високорозвинених рослин навпаки зменшувався після проведення позакорневих підживлень.

4. Вміст загального фосфору у листках картоплі столової акумулювався практично на одному рівні на ділянках середньорозвинених і високорозвинених рослин (0,35-0,18 і 0,3-0,18 % на суху речовину). Позакореневі підживлення за вищезазначеною схемою обумовлювали незначне зниження показників (0,33-0,18 % і 0,29-0,17% на суху речовину).

5. Вміст калію в листках картоплі столової був низьким у всіх фазах росту та розвитку рослини. Найкраще реагували на позакореневі підживлення рослини низького і середнього рівня розвитку у різні фази росту і розвитку.

6. Вміст хлорофілу був на високому рівні у листках низькорозвинених (15,8-8,39 мг/л) і високорозвинених (15,2-10,9 мг/л) рослин картоплі столової у перший період вегетації. Проте, зберігався на одному рівні тривалий період вегетації у середньорозвинених і високорозвинених

рослин, у той час як у низькорозвинених рослин він знижувався практично у двічі. Позакореневі підживлення обумовлювали зниження вмісту хлорофілу у листках рослин.

7. Рослини різного рівня розвитку через інтенсивність перебігу метаболічних процесів відчували дефіцит у різних елементах живлення. Позакореневі

підживлення пришвидчували метаболізм рослин, що зумовлювало зміну у складі і кількості дефіцитних елементів живлення.

8. Позакореневі підживлення обумовлювали високий рівень урожайності бульб низькорозвинених і середньорозвинених рослин, де він складав

51,5 т/га і 49,3 т/га, що відповідало рівню урожайності високорозвинених рослин без підживлень 48,1 т/га. Рівень рентабельності складав відповідно 120, 110 і 105 %.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ:

1. З метою визначення рівня розвитку рослин доцільно проводити дистанційний моніторинг посадок картоплі столової з наступним зонуванням поля.

2. З метою встановлення причин неоднорідності рослинного покриву необхідно проводити комплексну діагностику живлення рослин з подальшою розробкою карт-завдань для диференційованого внесення добрив, щоб уникнути негативного впливу на рослини і їх продуктивність елементів живлення внесених позакоренево.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Иванников, Дмитрий Игоревич, et al. "Мониторинг сельскохозяйственных угодий с использованием дистанционных технологий." *Young Science* 1.2 (2014): 52-55.
2. <https://smartfarming.ua/insayty/drony-i-subputnyky-monitorynh-stanu-posiviv-vprodozh-sezonu>
3. <https://travelite.com.ua/vykorystannya-droniv-dlya-obpryskuvannya-poliv-yak-odyn-z-perspektyvnyh-napryamiv-yih-zastosuvannya/>
4. <https://eos.com/uk/blog/subputnykovyi-monitorynh-posiviv/>
5. Кармазіна, Л. Є., Петренко, А. М., Скринько, А. Ю., Колосніченко, О. І., Купріянова, Т. М., Войцешина, Н. І., & Вишневіська, О. А. (2013). Елементи агротехніки вирощування нових сортів картоплі при сидерально-мінеральній системі удобрення. *Картоплярство України*, (1-2), 38-43.
6. Герасимик-Чернова, Т. П., & Бартошик, І. С. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ КАРТОПЛІ. *Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 42. – Луцьк, 2019. – 158 с. Рекомендовано до друку Вченою радою Луцького національного технічного університету, протокол № від 28.05. 2019 р.*, 49.
7. Оліфір, Ю. М., Габриель, А. Й., Качмар, О. Й., & Ільчук, Р. В. (2012). Вплив різних видів органічних та органо-мінеральних добрив на урожайність, якість бульб картоплі та поживний режим ґрунту. *Картоплярство України*, (1-2), 30-34.
8. Литвиненко, О. С., & Белова, Т. О. БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ. *АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА*, 107.
9. Головатюк, Р. Ю. (2021). ЗАЛЕЖНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛІ ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ. In *ПЕРШІ НАУКОВІ КРОКИ-2021* (p. 145).

10. Гундзик, О. В. (2017). Еколого-економічні засади вдосконалення технологічних процесів при вирощуванні картоплі.

11. Залежність урежайності картоплі від схем садіння, норм добрив і маси садивних бульб У західному лісостепу України / Гнатюк І.М. // НТБ / Ін-т землеробства і біології тварин УААН.– (Сер. Землеробство і рослинництво).– Львів, 1999.– Вип. 1(1).– С. 53–57.

12. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2015 рік. – Київ, 2015 – 377 с.

13. Ю. А. Нікітюк, Л. В. Потапенко. Агроекологічна оцінка різних систем удобрення картоплі (на основі пізиметричних дослідів) // Агроекологічний журнал., 2004.- №1

14. Дмитришак М. Я. Економічна ефективність позакореневого підживлення картоплі КВД Акварин-5 / М. Я. Дмитришак, В. О. Романчук // Modern directions of theoretical and applied researches. – 17-29 March 2015. – Електронний ресурс: Режим доступу: [www.sworld.com.ua/konfer38/282.pdf](http://www.sworld.com.ua/konfer38/282.pdf).

15. Волкодав В. В. Діяльність державної служби з охорони прав на сорти рослин на сучасному етапі розвитку / В. В. Волкодав, О. М. Гончар, О. В. Захарчук, М. І. Кисіль // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – К.: Алефа, 2006. – Вип. 3. – С. 115-124.

16. Бикіна, Н. М. (2016). ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ЖИВЛЕННЯ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ ЗА ВИРОЩУВАННЯ НА ТЕМНО-СІРОМУ ОПДЗОЛЕНОМУ ГРУНТІ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ. *Научный взгляд в будущее*, 9(1), 7-13.

17. Суворов, М. О. ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ДОБРІВ ПРОЛОНГОВАНОЇ ДІЇ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.

18. Власенко М. Ю. Шляхи підвищення ефективності невисоких норм мінеральних добрив / М. Ю. Власенко, З. Б. Києнко, С. Д. Петренко // Картоплярство України. – 2007. – № 3-4 (8-9). – С. 38-45.

19. Лавриненко, Ю. О., Балашова, Г. С., & Котова, О. І. (2012). Вплив азотного живлення, температурних режимів і фотоперіоду на бульбоутворення картоплі в культурі in vitro. *Вісник аграрної науки*, (8), 51-54.

20. Ісаєва, К. Л. (2020). Агроекологічні умови вирощування картоплі у Вінницькій області.

21. Польовий, В. М. (2007). Баланс калію під культурами сівозміни за різних систем удобрення. *Землеробство*, (79), 16-21.

22. Соломаха, О. В. (2017). Оцінка продукційного процесу картоплі в умовах зміни клімату в Поліссі. *дипломний проект (Doctoral dissertation, ОДЕКУ)*.

23. Ратнікова, О. Г. (2017). Вплив агрометеорологічних умов на формування врожайності картоплі в Вінницькій області. *Дипломний проект (Doctoral dissertation, ОДЕКУ)*.

24. СТРОЯНОВСЬКИЙ, В. С. (2016). ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КАРТОПЛІ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ САДІННЯ В ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОМУ. *Кам'янець-подільський*.

25. БИКІН, А., & ГУМЕНЮК, О. ЯКІСТЬ БУЛЬБ КАРТОПЛІ СТОЛОВОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ФІЛАЗОНІТУ МЦ НА ТЕМНО-СІРОМУ ОПІДЗОЛЕНОМУ ГРУНТІ В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.

26. Система застосування добрив : Підручник / А.П. Лісовал, В.М. Макаренко, С.М. Кравченко. – К.: Вицпашк., 2002. – 317 с. іл.

27. Ільчук, Р. В., Ільчук, В. В., & Альохін, В. В. (2013). Економічна ефективність окремих елементів ресурсозберігаючої технології вирощування картоплі. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, (55 (2)), 49-55.

28. Літвінова, В. О. (2014). Економічна ефективність: сутність та форми. *Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу*, (2), 43-45.



29. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений / Д.А. Алиев. – Баку: [б.и.], 1974. – 335 с.

30. Михальська Л.М. Вплив елементів живлення та гербіцидів на вміст хлорофілів у рослинах сучасних сортів озимої пшениці / Л.М.

Михальська, Г.О. Прядкіна, В.В. Швартау // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць. – К.: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. – Вип. 20. – С. 73-76.

31. Балаєв А.Д., Бережняк М.Ф. Ґрунтознавство// навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія», Київ – 2016. – 289 - 290с.

32. Журав, В. В., & Єлізаров, О. І. (2011). Особливості електропровідності вологого ґрунту залежно від механічного складу. *Фізика і хімія твердого тіла*, (12, № 3), 791-794.

33. Малієнко, А. М. (2015). Деякі шляхи оптимізації режиму вологості ґрунту у посівах польових культур. *Землеробство*, (1), 68-76.

34. Венглінський, М. О., Годинчук, Н. В., & Грищенко, О. М. (2016). МОНІТОРИНГ ҐРУНТІВ ЗОНИ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА РЕАКЦІЄЮ ҐРУНТОВОГО РОЗЧИНУ. *ОХОРОНА ҐРУНТІВ*, 23.

35. <https://www.soft.farm/uk/blog/vegetacijni-indeksi-ndvi-evi-gndvi-cvi-true-color-140>

36. <https://eos.com/ru/make-an-analysis/ndvi/>

37. Дегодюк С. Е. Вплив добрив у сівозміні на родючість ґрунту і продуктивність культур / С. Е. Дегодюк, О. А. Літвінова, О. І. Вітвіцька.

38. Телекало, Н. В., & Блах, М. В. (2017). Біологічний азот, як запорука екологічної безпеки ґрунтів. *Сільське господарство та лісівництво*, (5), 155-164.

39. Кавулич, Я., Бойко, І., Кобилецька, М., & Терек, О. (2013).

Характеристика міцності зв'язку хлорофілу з білково-ліпідним комплексом у рослин пшениці за дії саліцилової кислоти та кадмій хлориду. *Біологічні системи*, (5, Вип. 4), 471-474.

40. Моргун, В. В., & Коць, С. Я. (2018). Біологічний азот у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Plant Varieties Studying and Protection*, (14, № 3), 285-294.

41. УКРАЇНИ, Н. С. (2008). ВИЗНАЧАННЯ АКТИВНОСТІ ІОНІВ КАЛІЮ, АМОНІЮ, НІТРАТУ І ХЛОРУ ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ.

42. ДИСЕРТАЦІЙ, Д. Автореферат дисертації Вплив сірки, молібдену і мікробних препаратів на азотне живлення, врожай і якість картоплі на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України 2004 год.

43. <https://farming.org.ua/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%83%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B2%D1%96%D0%B2%20%D1%96%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96.html>

44. [https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/508537/mod\\_resource/content/1/11%20%D0%92%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%96%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B8%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC.pdf](https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/508537/mod_resource/content/1/11%20%D0%92%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D1%96%20%D1%96%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B8%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%81%D1%83%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%85%20%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC.pdf)

45. [http://agroinnovation.in.ua/ua/prod\\_dron.html](http://agroinnovation.in.ua/ua/prod_dron.html)

46. <https://flytechnology.ua/dron-w-silhoz>

47. <https://agravery.com/uk/posts/author/show?slug=droni-u-silskomu-gospodarstvi-abo-ak-pocinalosa-tocne-zemlerobstvo>

48. <https://www.ukrinform.ua/rubric-yakisne-zhyttia/3261305-ak-droni-ekoroboti-ta-gpssistemi-rostat-nam-vrozai.html>

49. [https://tsn.ua/nauka\\_it/ukrayinci-predstavili-dron-iz-vbudovanim-teplovizorom-558359.html](https://tsn.ua/nauka_it/ukrayinci-predstavili-dron-iz-vbudovanim-teplovizorom-558359.html)

50. [https://agro.24tv.ua/droni-bagatomilyardne-maybutnye-silskogo-gospodarstva-novini-sogodni\\_n1522661](https://agro.24tv.ua/droni-bagatomilyardne-maybutnye-silskogo-gospodarstva-novini-sogodni_n1522661)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України