

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – МКР.1813. «С» 2024.10.11. 001 ПЗ

ГУМЕННОГО ІВАНА ВАСИЛЬОВИЧА

2024 р.

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

УДК: 631.4:633.834.78:631.8 (477.292.485)

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

д.с.-г.н., професор

_____ Коваленко В.П.
(підпис) (ПІБ)

«_____» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

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

д.с.-г.н., професор

_____ Літвінов Д.В.
(підпис) (ПІБ)

«_____» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Агрохімічний наземний моніторинг живлення
рослин соняшника за локалізації внесення добрив»**

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.

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат с.г. наук, доцент

_____ (підпис)

Бордюжа Н.П.

(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Гуменний І.В.

(ПІБ)

КИЇВ – 2024 р

Реферат

Магістерська кваліфікаційна робота складається з таких частин як вступ, чотири розділи, висновок та рекомендацій виробництву, а також із списку літератури, яку було використано для отримання певних даних та інформації.

Магістерська дипломна робота представлена на 61 сторінках друкованого тексту, включає таблиці та рисунки.

В першому розділі «Огляд літератури» розглядається питання особливості живлення соняшнику, локальне внесення і засвоєння рослиною елементів живлення та агрохімічний наземний моніторинг.

Другий розділ «Методи досліджень» складається з: розташування господарства, характеристики погодно-кліматичних, ґрунтових умов господарства. Також представлені технологія вирощування соняшнику на зерно в господарстві, методики та умови проведення польових та лабораторних досліджень.

В третьому розділі «Результати досліджень» розписано інформацію, що до результату досліджень впливу удобрення на рослини соняшнику, показників N-Testera, вологість насіння, потенційна врожайність, якісні показники насіння.

У четвертому розділі «Економічна ефективність» розраховано економічну ефективність від локального підживлення, враховуючи затрати на вирощування соняшнику та його рентабельність.

Об'єктом мого дослідження є вплив добрив з різними нормами та видів добрив за локалізованого внесення та як це впливає на якість і урожайність соняшнику на зерно. Та економічна ефективність застосування добрив з різною нормою та співвідношенням мікроелементів.

Предметом дослідження було вологість і температура ґрунту, рН ґрунтового розчину, показники NDVI, біометричні показники, структура врожаю, урожайність, показники якості зерна, економічна ефективність застосування.

Зміст

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	5
1.1 Особливості живлення соняшнику.....	5
1.2 Фізіологічні особливості живлення	9
1.3 Особливості внесення добрив	10
1.4 Реакція соняшнику на стрес.....	10
1.5 Управління живленням рослин.....	11
1.6 Фоліарне живлення соняшнику	13
1.7 Використання карт NDVI у агрономії.....	14
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1 Характеристики господарства	17
2.2 Ґрунтові умови господарства.....	21
2.3 Погодно-кліматичні умови господарства	26
2.4 Технологія вирощування соняшнику у господарстві.....	28
2.5 Методика проведення досліджень.....	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	32
3.1 Дані дистанційного моніторингу з використанням вегетаційного індексу NDVI на соняшнику	32
3.2 Вологість ґрунту.....	37
3.3 Показник рН сірого опідзоленого ґрунту	39
3.4 Біометричні показники соняшнику.....	42
3.5 Вплив добрив на урожайність і якість соняшника	45
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА	50
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54

ВСТУП

Актуальність магістерської кваліфікаційної роботи. Соняшник займає значні площі в Україні і пріоритетною культурою у багатьох господарствах. У зв'язку із змінами клімату технології вирощування соняшника потребують постійного удосконалення, особливо системи удобрення. Саме тому актуальності набувають технології точного землеробства. Технології in-furrow є елементами точного землеробства. Поява низки нових стартових добрив потребує їх визначення.

Метою роботи було встановити ефективність застосування тіосульфату амонію і рідких стартових добрив під соняшник за технологіями точного внесення.

Завдання роботи полягати у вирішенні наступних питань:

1. Вивчити розвиток рослин за картами NDVI.
2. Провести біометричні показники за розвитком рослин у полі.
3. Визначити урожайність і якість зерна.
4. Розрахувати економічну ефективність вирощування соняшника.

Об'єкт досліджень – фізіолого-біохімічні процеси в рослинах.

Предмет досліджень – карти NDVI, біометричні показники, урожайність, якість зерна, економічні показники ефективності вирощування.

Методи досліджень – польовий, біометричні, розрахунковий.

Наукова новизна результатів. Отримані результати дозволяють стверджувати, що використання тіосульфату амонію, стартових добрив із мікроелементами є ефективним.

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».

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Особливості живлення соняшнику

Агрономічний прогрес, особливо в селекції та біотехнологіях, підштовхнув врожайність соняшнику до історичного рівня. Розуміння процесів поглинання та виведення поживних речовин для найкращого задоволення потреб сучасних високоврожайних гібридів кукурудзи має вирішальне значення для узгодження внесення добрив з виробництвом високопродуктивних гібридів соняшнику.

З кожним роком селекціонери працюють над підвищенням врожайності сотні видів рослин, але нас цікавить в даній роботі одна і це популярна фінансово формуюча культура в більшості господарств України, соняшник. Але на одній селекції величезні врожаї неможливо отримати. Для цього потрібна сукупність десятка факторів впливу на фізіологічний розвиток рослини. Ми розглянемо один із десятка, а саме елементне живлення рослин. Багато дослідників працювали над дослідженням, обстеженням соняшнику і зробили для себе певні висновки та записали їх в своїх книгах для того, щоб уже ми могли скористатися цією інформацією в своїх наукових цілях.

Чотирнадцять хімічних елементів в сукупності при потрібній кількості утворюють рекордний врожай, і всі вони без виключення необхідні для росту та розвитку соняшнику. Всі ми добре знаємо ще зі школи, що рослинам потрібен для функціонування вуглекислий газ, і те що підчас фотосинтезу вони формують з його участю необхідні для функціонування речовини.

П'ять з шести макроелементів - кальцій, магній, азот, фосфор і калій, а також сім мікроелементів - бор, хлор, мідь, залізо, марганець, молібден і цинк – отримуються з ґрунту, або фоліарним підживленням з розчинів. Не варто також нехтувати таким елементом як сірка, яка надходить до рослини в більшій частині лише з ґрунту. Сірка є важливою складовою частиною амінокислот, завдяки наявності сірки, рослини можуть синтезувати білки, які відіграють ключову роль

у формуванні тканин, ферментів та інших важливих молекул. Сірка сприяє кращому засвоєнню деяких макро- і мікроелементів, таких як азот та фосфор, що є важливими для росту рослин. [3]

Закон оптимуму — це агрономічний принцип, що описує залежність між інтенсивністю впливу окремих факторів на рослини та їхнім ростом і розвитком. Цей закон стверджує, що кожен фактор, такий як світло, вода, поживні речовини, температура, має свій оптимальний рівень для максимальної продуктивності рослин. Відхилення в будь-який бік (дефіцит або надлишок) може знижувати врожайність.

Іншими словами, для досягнення високих показників урожайності важливо, щоб усі фактори середовища були збалансовані на рівні, що найбільш сприятливий для росту рослин. Якщо один із них виходить за межі оптимуму, навіть за умови достатності інших ресурсів, це обмежить розвиток культури. Наприклад, якщо є достатня кількість поживних речовин, але бракує води, ріст рослини буде обмежений, навіть при достатку інших факторів.

Таким чином, закон оптимуму підкреслює важливість підтримання балансу у вирощуванні культур, зокрема соняшнику, для досягнення максимального врожаю.

Соняшник вимагає значної кількості основних макроелементів – азоту (N), фосфору (P) та калію (K). Кожен з цих елементів виконує особливу роль в обмінних процесах рослини, тому детальніше розглянемо вплив кожного з них:

Азот є основою для синтезу амінокислот, білків і нуклеїнових кислот. Він активізує ріст і розвиток вегетативної маси, що є критично важливим на початкових стадіях розвитку соняшнику. Брак азоту призводить до гальмування росту рослин, пожовтіння листя (особливо нижніх) та зменшення площі листової поверхні. Це може призвести до зниження фотосинтетичної активності та меншої кількості сформованих квіток.

Особливо важливо забезпечити рослину азотом у фазі активного росту, коли йде інтенсивний набір біомаси. Однак надмірне внесення азоту може

спричинити затримку дозрівання і надмірний розвиток вегетативної частини на шкоду формуванню врожаю.

Джерела азоту: Аміачна селітра, карбамід, амоній сульфат. Внесення азотних добрив рекомендується розділити: частину вносити перед сівбою, а решту під час активної вегетації.

Фосфор відіграє важливу роль у процесах енергетичного обміну, зокрема в синтезі АТФ, який є основним джерелом енергії для росту і розвитку клітин. Він особливо потрібен на ранніх етапах розвитку, коли формуються коренева система та закладається основа для майбутнього урожаю. Дефіцит фосфору проявляється у повільному рості, поганій розвиненості кореневої системи та пурпуровому забарвленні листя.

Забезпечення достатньої кількості фосфору також впливає на стійкість соняшнику до посухи, оскільки добре розвинута коренева система дозволяє рослині краще використовувати вологу з глибоких шарів ґрунту.

Джерела фосфору: Суперфосфат, діамонійфосфат, тройний суперфосфат. Внесення фосфорних добрив рекомендується на ранніх етапах росту.

Калій відіграє ключову роль у регулюванні водного балансу рослини. Він впливає на відкриття і закриття продихів, що дозволяє контролювати випаровування води і підтримувати тургор клітин. У соняшнику калій особливо важливий для підвищення стійкості до посухи та підвищення імунітету до хвороб.

Калій також бере участь у синтезі білків, активізації ферментативної діяльності та покращує засвоєння азоту. Дефіцит калію проявляється у вигляді некротичних плям на краях листя, зменшення розмірів листя та погіршення загального стану рослини.

Джерела калію: Хлорид калію, сульфат калію, калій магnezія. Добрива калійної групи зазвичай вносять під передпосівну культивуацію.

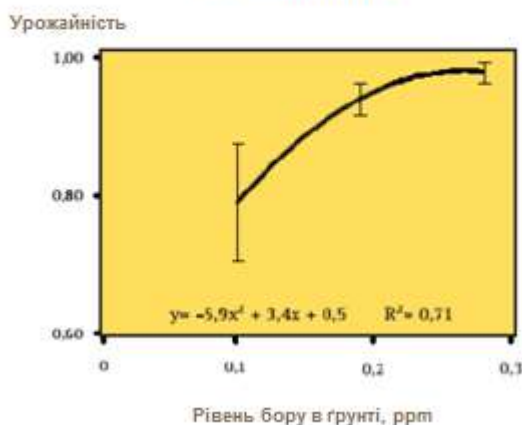
Окрім макроелементів, соняшнику потрібні мікроелементи, які хоча й необхідні в менших кількостях, але впливають на важливі фізіологічні процеси.

Бор необхідний для нормального запилення та розвитку кошиків. Він впливає на поділ клітин і розвиток тканин, особливо квіток і насіння. Недолік бору призводить до деформації стебел, поганого формування суцвіття та зменшення кількості зав'язаних насінин. Крім того, бор відіграє важливу роль у транспортуванні цукрів всередині рослини.

Таблиця 1.1. Потреба та винос макроелементів соняшником на кожну тону врожаю, кг

	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)	Магній (MgO)
Винос з насінням	28	16	24	6,6
Винос з поживними рештками	23	14	74	7,4
Всього	51	30	98	14

Чим вищий рівень бору в ґрунті – тим вища врожайність



Дефіцит бору: Якщо в рослині бракує бору, на листках з'являються жовті або світло-зелені плями, а стебла можуть ламатися через крихкість тканин.

Джерела бору: Борна кислота, борвмісні добрива. [4]

Цинк (Zn)

Цинк є важливим для активації ферментів, які беруть участь у синтезі білків та гормонів росту. Недолік цинку в ґрунті впливає на ріст і розвиток молодих рослин, спричиняючи зменшення розмірів листя та порушення у формуванні кошиків.

Дефіцит цинку: Проявляється у вигляді хлорозу між жилками на молодих листках та затримки в розвитку.

Джерела цинку: Цинковий сульфат, цинковмісні комплексні добрива.

Молибден є необхідним для процесів засвоєння азоту рослиною. Він бере участь у відновленні нітратів до амонійної форми, яка використовується у синтезі білків. Недолік молибдену призводить до порушень у засвоєнні азоту, що особливо важливо для молодих рослин на ранніх етапах розвитку.

Дефіцит молибдену: Проявляється у вигляді хлорозу на старих листках, інколи листя може закручуватись.

Джерела молибдену: Молибдат амонію. [7]

Таблиця 1.2. Потреба та винос мікроелементів соняшником на кожну тону врожаю, г/га

	Мідь (Cu)	Бор (B)	Залізо (Fe)	Марганець (Mn)	Цинк (Zn)
Потреба	17	113	209	118	99
Винос	7	23	30	12	42

1.2 Фізіологічні особливості живлення

Коренева система соняшнику є дуже потужною, що дозволяє йому засвоювати поживні речовини з великих глибин. Це є важливою адаптацією до вирощування в умовах посухи або на ґрунтах з низькою родючістю. Основні фізіологічні особливості включають:

- **Фаза сходів:** Перші 3–4 тижні життя рослини визначаються розвитком кореневої системи та нарощуванням первинної вегетативної маси. В цей період важливо забезпечити достатнє живлення фосфором для стимулювання росту коренів, а також необхідні помірні дози азоту і калію.
- **Фаза бутонізації:** Це період інтенсивного споживання азоту і калію. Азот стимулює ріст надземної маси та розвиток суцвіть, а калій підтримує водний баланс та стійкість до стресів.

- **Фаза наливу насіння:** Під час наливу насіння соняшник потребує калію і бору для підтримки наливу насіння та підвищення вмісту олії.

1.3 Особливості внесення добрив

Тип і кількість добрив залежать від характеристик ґрунту. Наприклад:

- **Чорноземи:** Ці ґрунти мають високу природну родючість і багаті на макро- та мікроелементи. На таких ґрунтах можна скоротити кількість внесених добрив, особливо якщо перед посівом проводиться аналіз ґрунту.
- **Піщані ґрунти:** На легких ґрунтах із низькою вологозатримною здатністю важливо підвищувати рівень живлення, використовуючи більш часті підживлення, зокрема позакореневі обробки мікроелементами, щоб підтримати рослину у стресових умовах.

1.4 Реакція соняшнику на стрес

Давайте також не забувати про вплив стресу на розвиток рослини а в подальшому і на врожайність.

Боротьба зі стресом у соняшнику — важливий аспект його успішного вирощування. Соняшник може піддаватися різним видам стресу, таким як посуха, дефіцит поживних речовин, негативний вплив шкідників або хвороби, а також температурні коливання. Ось кілька докладних стратегій боротьби зі стресом у соняшнику:

Посуха — один із найпоширеніших стресових факторів для соняшника, оскільки ця культура має великі потреби у воді, особливо під час бутонізації та цвітіння. Ось способи боротьби з посуховим стресом:

- **Вибір посухостійких сортів:** Використання гібридів соняшника, стійких до посухи, з глибокими кореневими системами, що дозволяють рослинам добувати воду з глибших шарів ґрунту.
- **Оптимальне зрошення:** Застосування крапельного зрошення або інших ефективних систем поливу для забезпечення регулярної подачі води під час критичних фаз росту (бутонізація, цвітіння, наливання насіння). Полив має бути рівномірним і точним, щоб уникнути водного стресу.
- **Мульчування:** Використання мульчування ґрунту для зменшення випаровування води і збереження вологості в ґрунті.
- **Глибока обробка ґрунту:** Проведення глибокої оранки для покращення аерації ґрунту та полегшення проникнення коренів до вологості.

1.5 Управління живленням рослин

Нестача поживних речовин може викликати стрес у рослин, що негативно впливає на їх ріст і розвиток. Для зменшення стресу необхідно забезпечити соняшник усіма необхідними елементами живлення:

- **Азот (N):** Забезпечення достатньої кількості азоту для формування міцної вегетативної маси, оскільки нестача азоту може спричинити слабкий ріст і пожовтіння листків.
- **Фосфор (P):** Необхідний для розвитку кореневої системи та енергійного росту. Фосфор особливо важливий у початкові етапи розвитку рослини.
- **Калій (K):** Підтримує водний баланс у рослинах і підвищує їхню стійкість до посухи та хвороб. Калій також сприяє наливу насіння і збільшує загальну врожайність.
- **Мікроелементи:** Залізо (Fe), бор (B), цинк (Zn) та інші мікроелементи важливі для підтримки здорового метаболізму рослин і зниження їх

чутливості до стресів. Наприклад, бор важливий для розвитку насіння та квітів, а його нестача може призвести до порушень цвітіння.

Температурний стрес, як у вигляді спеки, так і холоду, може значно вплинути на ріст соняшника. Ефективні способи знизити дію цього стресу:

- **Правильний час посіву:** Посів соняшника має проводитися в оптимальний час, щоб уникнути впливу низьких температур на початкових етапах розвитку. Водночас, пізній посів може спричинити негативний вплив літньої спеки на період цвітіння.
- **Використання температурно-стійких сортів:** Вирощування гібридів, що стійкі до екстремальних температурних коливань, може значно зменшити ризики.
- **Фоліарні підживлення:** Використання антистресових препаратів, таких як гумати, амінокислоти або спеціальні стимулятори для підвищення стійкості рослин до стресу. Фоліарні підживлення можуть допомогти рослинам швидше відновитися після стресу.

Шкідники та хвороби можуть викликати сильний стрес у соняшнику, знижуючи його продуктивність. Основні стратегії боротьби:

- **Своєчасне обстеження полів:** Регулярний моніторинг на наявність шкідників (попелиць, совок, клопів) та ознак хвороб (фомоз, біла гниль, іржа).
- **Використання біопрепаратів та пестицидів:** Застосування біологічних методів захисту (корисні комахи, мікробні препарати) або хімічних засобів при сильному ураженні. Наприклад, використання фунгіцидів проти грибкових хвороб або інсектицидів для боротьби зі шкідниками.
- **Сівозміна:** Дотримання сівозміни, щоб уникнути накопичення патогенів і шкідників у ґрунті.

Застосування антистресових препаратів може значно допомогти зменшити вплив негативних факторів:

- **Біостимулятори:** Препарати, що містять амінокислоти, гумінові кислоти або фітогормони, які допомагають рослинам відновитися після стресу та покращують їхню стійкість до негативних умов.
- **Антиоксиданти:** Використання антиоксидантів для зниження окислювального стресу в рослинах, викликаного негативними умовами навколишнього середовища.

Ефективне управління живленням, водними ресурсами та захистом від шкідників і хвороб є ключовими компонентами в боротьбі зі стресом у соняшнику. Використання правильних агротехнічних заходів, вибір стійких сортів та своєчасне застосування антистресових препаратів можуть значно підвищити стійкість соняшника до стресів і збільшити врожайність.

1.6 Фоліарне живлення соняшнику

Фоліарне живлення соняшника — це ключова агротехнічна практика, що дозволяє забезпечити рослину необхідними поживними речовинами шляхом обприскування листків спеціальними добривами. Це особливо важливо в умовах дефіциту певних мінералів у ґрунті або при несприятливих умовах для ґрунтового живлення. Основні поживні елементи, що вносяться через листя, включають макроелементи, такі як азот, фосфор і калій, а також мікроелементи, такі як бор, цинк, марганець та інші. Азот допомагає стимулювати ріст вегетативної маси, фосфор сприяє розвитку кореневої системи, а калій підвищує стійкість рослини до стресів і покращує якість насіння. Бор і цинк є особливо важливими мікроелементами для соняшника, оскільки вони впливають на правильний розвиток квіткових органів і метаболізм рослин. [12,25]

Фоліарне живлення найкраще проводити у визначені критичні періоди розвитку рослини, зокрема у фазі 4-6 листків, коли рослина активно росте і нарощує вегетативну масу, під час бутонізації для забезпечення належного

розвитку квіток, та на стадії наливання насіння для покращення якості врожаю. Час внесення добрив також важливий: найкраще це робити рано вранці або ввечері, коли випаровування мінімальне, а поглинання рослиною поживних речовин максимальне. Техніка внесення добрив передбачає використання спеціальних обприскувачів, що рівномірно покривають поверхню листя. Важливо ретельно очищати обладнання після використання, щоб уникнути накопичення залишків попередніх препаратів, які можуть вплинути на ефективність нових підживлень. [6]

Фоліарне живлення має кілька переваг. По-перше, воно забезпечує швидке засвоєння поживних речовин рослиною, оскільки елементи надходять безпосередньо через листя. Це дозволяє швидко коригувати дефіцити поживних речовин, особливо коли ґрунтова мобільність мікроелементів є обмеженою. Також цей метод є економічнішим у використанні порівняно з ґрунтовим внесенням добрив, оскільки дозволяє використовувати менші дози добрив. Крім того, фоліарні антистресові препарати, які містять гумінові кислоти, амінокислоти або фітогормони, допомагають рослинам краще переносити стресові умови, такі як посуха чи хвороби, і сприяють їхньому швидкому відновленню. [8]

Таким чином, фоліарне живлення є невід'ємною частиною догляду за соняшником, що допомагає підтримувати високі врожаї і покращити стійкість рослин до стресових умов.

1.7 Використання карт NDVI у агрономії

Великим кроком в аграрний бізнес вривається точно землеробство і хто б що не казав, але за ним майбутнє. Так як на всі процеси потрібні певні ресурси, а ці ресурси вартують певних коштів. А для чого ми займаємось агропромисловістю, не через те що нам подобається вирощувати спектр певних

культур і нам це приносить задоволення, а те що це сопеіб заробітку. З економив значить заробив. І в цьому нам допоможе одна з систем точного землеробства яка базується на принципі світлової спектрографії, а саме NDVI - це індекс, який використовується для оцінки здоров'я рослинності, їх розвиток та густоту рослинності заснований на вимірюваннях відбиття світла у червоному та інфрачервоному спектрах. Він широко застосовується в дистанційному зондуванні для моніторингу стану рослин.

Фермери поки не готові виділяти кошти на обстеження своїх посівів та отримання певних рекомендацій від провідних спеціалістів в сфері ГІС технологій. Але не варто їх не дооцінювати так як на величезних площах ми можемо за допомогою цієї технології виявити нерівномірність розвитку рослин на певній площі. А вже в подальшому провести дослідження відібрати певні зразки для аналізу і з'ясувати що стало першопричиною цих наслідків.

Рослинність відбиває значно більше інфрачервоного світла, ніж червоного, людське око не здатне побачити таку різницю аж ніяк і в цьому нам допомагають сучасні супутникові технології тому значення NDVI коливаються в діапазоні від -1 до +1. Негативні значення (менше або рівно 0) свідчать про наявність води або голий ґрунт, що я підрозуміваю під голим ґрунтом це ґрунт який не вкритий рослинністю тоді як низькі значення (в межах 0.2 - 0.5) вказують на слабку рослинність тобто це можуть бути сходи, або якщо ми полишили поле під чорними парами це можуть бути бур'яни. Високі значення (більше або рівно 0.5) свідчать про те що рослини розвиваються і в нас на полі наявна густа рослинність.

NDVI має багато застосувань не тільки в агрономії, а і в екології та управлінні природними ресурсами. Для прикладу за допомогою цього сервісу можна виявити стрес рослин через посуху, хвороби або шкідників так як ми можемо побачити не рівномірність за шкалою і вже в реальному часі видвинутись на ділянку поля для подальшого обстеження. За допомогою NDVI ми можемо побачити дозрівання рослин та спрогнозувати для себе час збору врожаю.

NDVI можна отримувати за допомогою різних технологій, зокрема за допомогою супутникових знімків як одним із самих поширених методів, які надають багато супутників, таких як Landsat і Sentinel. Також можна використовувати безпілотні літальні апарати (дрони), які забезпечують високу роздільну здатність знімків для локального моніторингу, цей спосіб являється самим точним для невеликих ділянок. Якщо у вас закладені певні невеличкі ділянки які спутник навіть не побачить то за допомогою дрона їх чіткіше можна розділити розділити і побачити градацію між варіантами.

Великою перевагою NDVI слід відзначити простоту використання та обчислення, можливість аналізу великих територій і широке застосування в сільському господарстві. Однак існують і недоліки: NDVI може не враховувати вплив інших факторів, таких як тип рослинності чи стан ґрунту, а також має обмеження в точності при дуже густих або дуже рідких посівах.

Таким чином, NDVI є потужним інструментом для аналізу стану рослинності, що надає цінну інформацію для агрономії, екології та управління природними ресурсами.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристики господарства

ТОВ "АГРІЛАБ" розташоване в центрі лівобережної частини Київської області на південний схід від м.Київ. Відстань від обласного центру 17км та 5км від районного центру – м. Бориспіль. Відстань до автотомобільних шляхів (РО 3) сягає 300м. За 11,5 км від господарства розташовано елеватор з залізничним відвантаження – “Агро-Регіон (Бориспільський елеватор)”, а через 38,5 км – елеватор “Баришівказернопродукт” також з доступом до залізничного відвантаження.

Територія землекористування ТОВ "АГРІЛАБ" знаходиться у Бориспільському районі Київської області. Земельні угіддя розташовані на території села Велика Олександрівка.

Основним видом діяльності вирощування зернових культур таких як: Кукурудза, Пшениця, Соя та олійних таких як Соняшник, а також проведення комплексного агрохімічного аналізу полів , надання рекомендацій щодо системи удобрення культур, створення технологічних карт для роботи техніки, а також займаються переобладнанням техніки для впровадження систем точного землеробства

А також компанія ТОВ "АГРІЛАБ" закладає демо-ділянки , які пов’язані із внесення різних норм добрив , густоти посіву культур , порівняння різних гібридів.

Структура посівних площ у 2024 році включає в себе:

Площа оброблюваних земель в господарстві 50га

- Кукурудза на зерно (30 га)
- Соняшник (20 га)

Карта полігонів Digital Field 2024

полігон 1



– кукурудза

Демо гібридів Limagrain

- | | |
|----------------|---------------|
| 1. LG 31305 | 17. TM 954 |
| 2. TM 216 | 18. LG 3024 |
| 3. LG 31240 | 19. TM047 |
| 4. LG 2024 | 20. LG31330 |
| 5. LG MIDNIGHT | 21. LG 1624 |
| 6. LG 30215 | 22. LG31332 |
| 7. LG 2124 | 23. LG 7224 |
| 8. LG 31272 | 24. LG 3424 |
| 9. TM 167 | 25. LG 31305 |
| 10. TM 901 | 26. LG АДЕВЕЙ |
| 11. LG 6024 | 27. LG 31261 |
| 12. TM 210 | 28. HP 01 |
| 13. LG 31305 | 29. 9401HP |
| 14. LG 8344 | 30. 9719 HP |
| 15. LG 31261 | 31. LG 30215 |
| 16. TM 320 | |

Фон: КАС-32, 100 л/га + РКД Quantum Діафан АСТіон 5-20-5, 25 л/га

полігон 2




Досліди з технологією AccuShot та диференційованим посівом

- Контроль (Без добрив)
- КАС-32, 100 л/га (Фон) + РКД Quantum Діафан АСТіон 5-20-5, 25 л/га - суцільною стрічкою
- Фон + 200% (РКД Quantum Діафан АСТіон 5-20-5, 50 л/га біля насінини)
- Фон + 50% (РКД Quantum Діафан АСТіон 5-20-5, 13 л/га біля насінини)
- Контроль (Без РКД)
- Норма висіву: 50 тис./га
- Норма висіву: 60 тис./га
- Норма висіву: 70 тис./га
- Норма висіву: 80 тис./га

Карта полігонів Digital Field 2024



 – кукурудза

1 – Демо гібридів кукурудзи "Limagrain"



1. ЛГ30215
2. ЛГ31240
3. Уеслі
4. ЛГ30273
5. ЛГ31272
6. ЛГ30315
7. Адевей
8. ЛГ31330

Фон: КАС 32, 150 л/га + Quantum Diafan ACTION 5-20-5, 25 л/га

2 – Параметри налаштування сівалки Precision Planting



1. ТЕСТ
2. Light Auto, 23 кг (Притискне зусилля)
3. Auto Standart, 45 кг (Притискне зусилля)
4. Manual Downforce, 45 кг (Притискне зусилля)
5. Max Manual, 200 кг (Притискне зусилля)
6. Manual Light (Закриття борозни)
7. Auto Standart (Закриття борозни)
8. Manual Heavy (Закриття борозни)
9. Глибина 3,8 см
10. Глибина 5 см
11. Глибина 7 см
12. Швидкість 14 км

3 – Досліди компанії "Українська агропромислова група"



1. Контроль (Без добрив)
2. КАС 32 -150 л/га
3. (КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 150 л/га
4. (КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 150 л/га + Mixture-RKD NPK 6:24:6:0.22Zn*0.1Mn*0.05Cu*(25 л/га)
5. КАС 32 -150 л/га + Mixture-RKD NPK 6:24:6:0.22Zn*0.1Mn*0.05Cu*(25 л/га)
6. (КАС 32 (80%) + ATS (20%)) - 150 л/га
7. (КАС 32 (80%) + ATS (20%)) -150 л/га + Mixture-RKD NPK 6:24:6:0.22Zn*0.1Mn*0.05Cu*(25 л/га)

6 – Досліди з фоліарним підживленням "УАПГ"



1. Контроль (Без добрив)
2. (КАС 32 (80%) + ATS (20%) + Zn(NO₃)₂ (1%)) - 150 л/га
3. (КАС 32 (80%) + ATS (20%) + Zn*(2%)) - 150 л/га

7 – Досліди компанії "Агропартнер"



1. Контроль (без добрив)
2. КАС-32, 150 л/га + Secofit, 20 л/га
3. КАС-32, 150 л/га + Secofit, 30 л/га
4. КАС-32, 130 л/га + Secofit, 20 л/га
5. КАС-32, 130 л/га + Secofit, 30 л/га
6. КАС-32, 100 л/га + Secofit, 50 л/га

4 – Досліди компанії "НБК Квадрат", Quantum



1. Контроль 1. Без добрив
2. Контроль 2. КАС 32, 150 л/га (фон)
3. Діафан ACTION 5-20-5 (25 л)
4. Діафан ACTION 5-20-5 (25 л) + КАС 32, 150 л/га
5. Діафан ACTION 5-20-5 (25 л) + Квантум Хелат Zn 117 EDTA (1л)
6. Діафан ACTION 5-20-5 (25 л) + Квантум Хелат Zn 117 EDTA (1л) + КАС 32, 150 л/га
7. Діафан ACTION 5-20-5 (25 л) + Квантум Хелат Zn 117 EDTA (1 л) + СіАмін (1л)
8. Діафан ACTION 5-20-5 (25 л) + Квантум Хелат Zn 117 EDTA (1 л) + СіАмін (1л) + КАС 32, 150 л/га
9. Діафан ACTION 2.0 (25 л)
10. Діафан ACTION 2.0 (25 л) + КАС 32, 150 л/га
11. Діафан ACTION 2.0 (25 л) + СіАмін (1 л)
12. Діафан ACTION 2.0 (25 л) + СіАмін (1 л) + КАС 32, 150 л/га
13. Діафан ACTION SMR (25 л)
14. Діафан ACTION SMR (25 л) + КАС 32, 150 л/га

5 – Досліди компанії "ECOORGANIC"



1. Контроль (Без добрив)
2. ФІТОСТАРТ Джет, 35 л/га
3. КАС 32 (100 л/га) + ФІТОСТАРТ Джет, 35 л/га
4. МУЛЬТИСТАРТ Кукурудза, 35 л/га
5. КАС 32 (100 л/га) + МУЛЬТИСТАРТ Кукурудза 35 л/га



8 – Досліди компанії "Intra Crop"

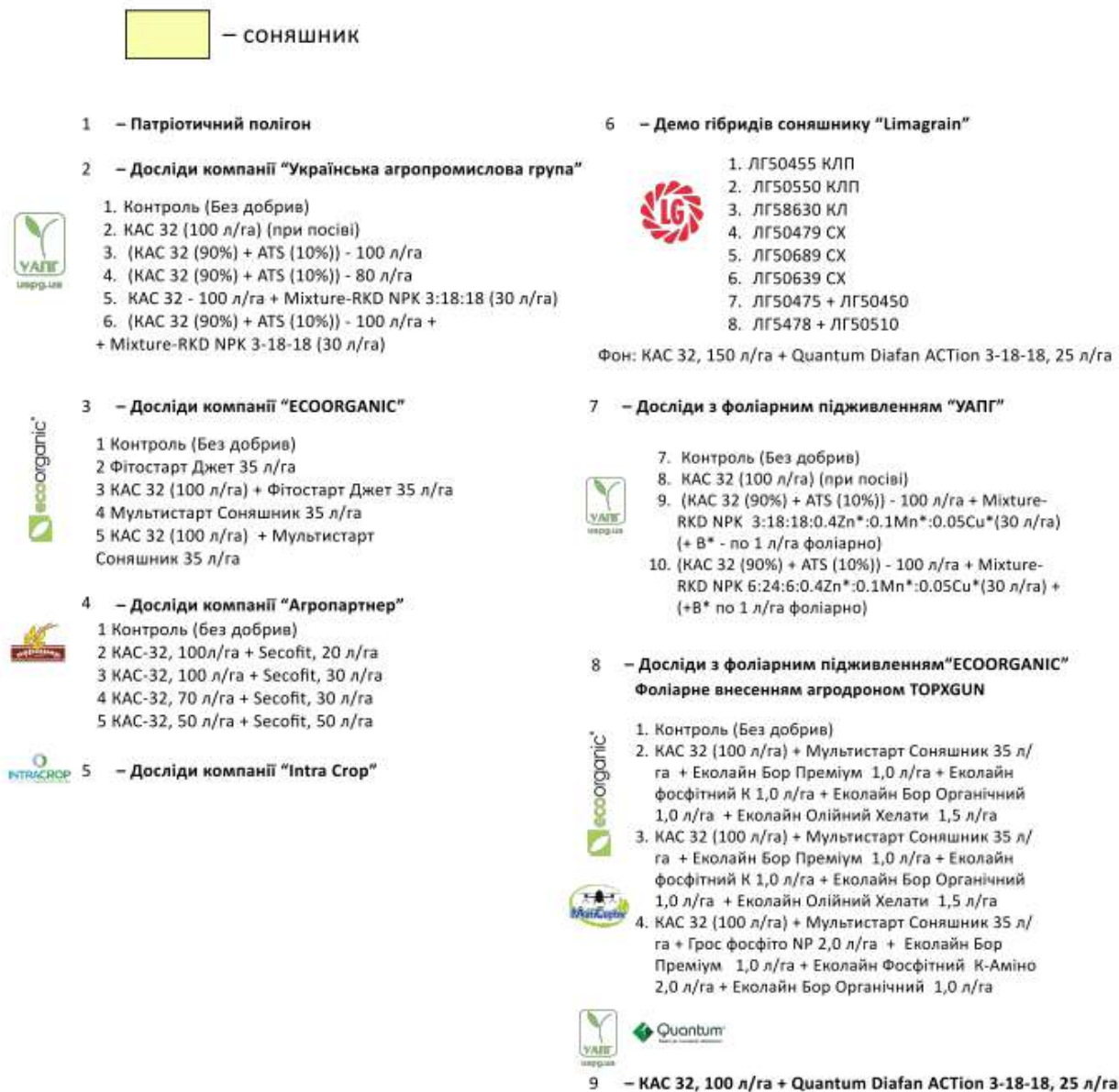
- 9 – КАС 32, 150 л/га + Quantum Diafan ACTION 5-20-5, 25 л/га

10 – Досліди з фоліарним підживленням "ECOORGANIC"

Фоліарне внесенням агродроном TOPXGUN



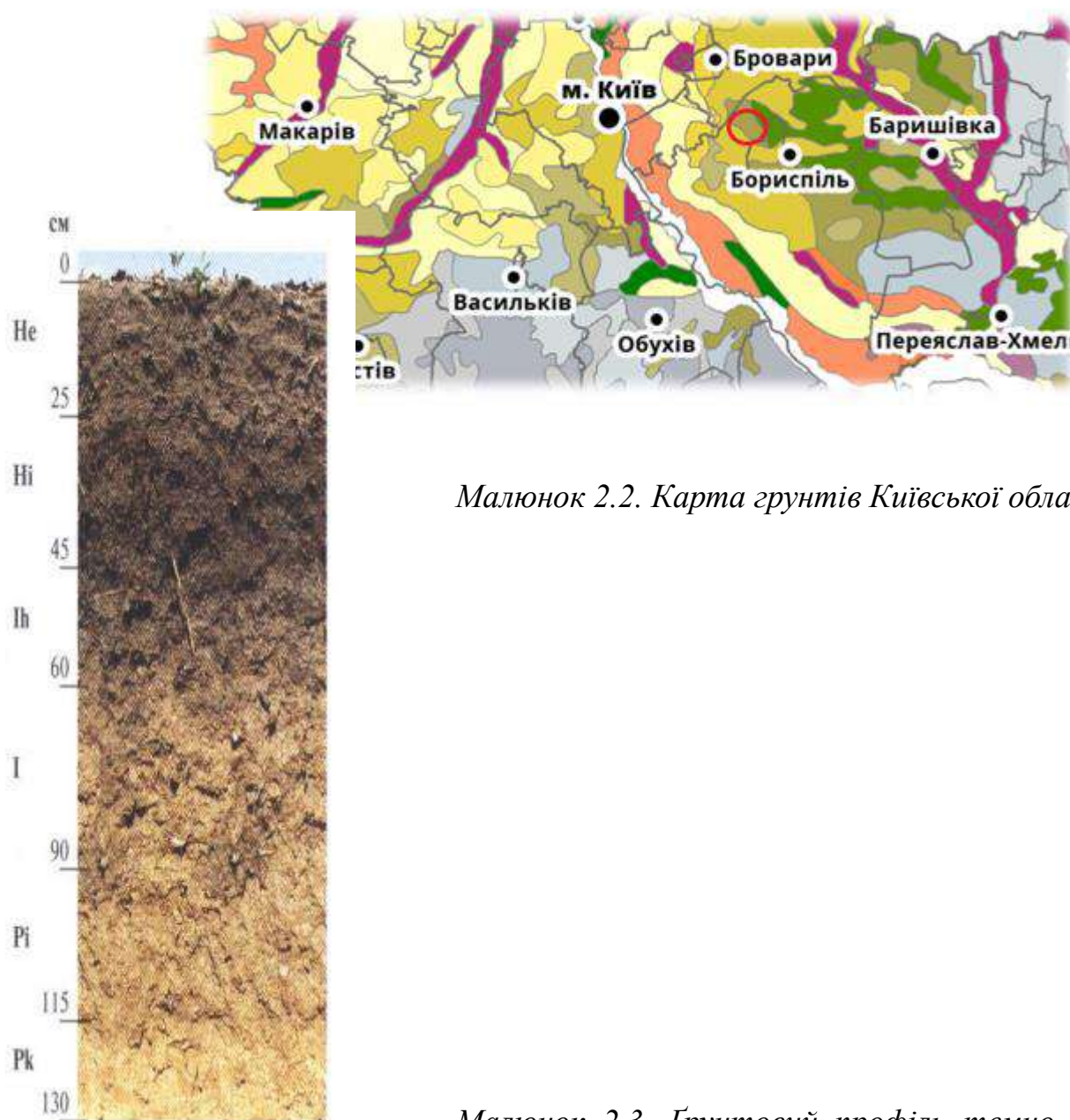
1. Контроль (Без добрив)
2. КАС 32 (100 л/га) + Мультистарт Кукурудза 35 л/га + Еколайн Цинк Хелат 1,0 л/га + Еколайн Фосфитний К 1,5 л/га + Еколайн Кукурудз'яний хелати 1,0 л/га + Еколайн Бор опті 1,5 л/га
3. КАС 32 (100 л/га) + Мультистарт Кукурудза 35 л/га + Еколайн Цинк Хелат 1,0 л/га + Еколайн Фосфитний К 1,5 л/га + Еколайн Кукурудз'яний хелати 1,0 л/га + Еколайн Бор опті 1,5 л/га
4. КАС 32 (100 л/га) + Мультистарт Кукурудза 35 л/га + Еколайн Фосфитний К-Zn 1,5 л/га + Еколайн Кукурудз'яний хелати 1,5 л/га + Еколайн Фосфитний К-Аміно 1,5 л/га



Малюнок 2.1. Схематичне зображення демо-ділянок в господарстві.

2.2 Ґрунтові умови господарства

Сформувалися темно-сірі ґрунти на лесоподібних, часто слабо оглеєних відкладах суглинкового гранулометричного складу, залягають у межах вододільних плакорів і плато та їхніх схилів, плоских і слабохвилястих рівнин середнього рівня з неглибоким заляганням ґрунтових вод і водночас добре дренованих. Гіпсометрично темно-сірі опідзолені ґрунти займають нижчі рівні, порівняно з сірими лісовими ґрунтами.

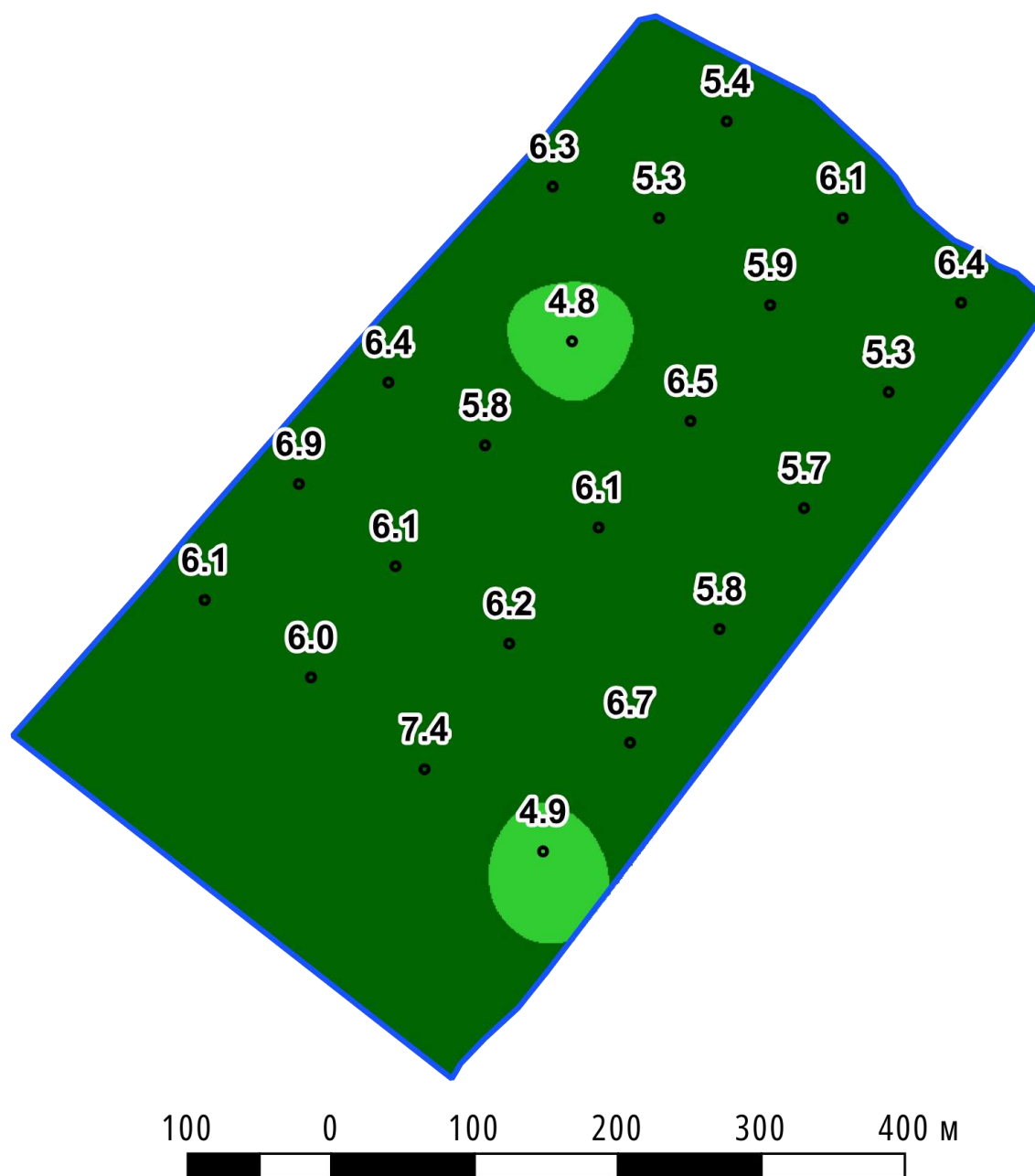


Малюнок 2.2. Карта ґрунтів Київської області.

Малюнок 2.3. Ґрунтовий профіль темно-сірих опідзолених ґрунтів

Профіль темно-сірих опідзолених ґрунтів відрізняється від профілю сірих лісових ґрунтів більшою потужністю гумусового горизонту, інтенсивнішим його забарвленням, менше вираженою диференціацією за елювіальноілювіальним типом; у профілі менше білуватої присипки SiO_2 , отож ознаки опідзолення виражені слабше, як і слабше виражені ознаки сезонного оглеєння, лесиважу й оглинення. У профілі темно-сірих опідзолених ґрунтів вирізняють три генетичні горизонти: гумусово-аккумулятивний слабоелювіюваний He , гумусовий ілювіальний HI та ілювіальний I .

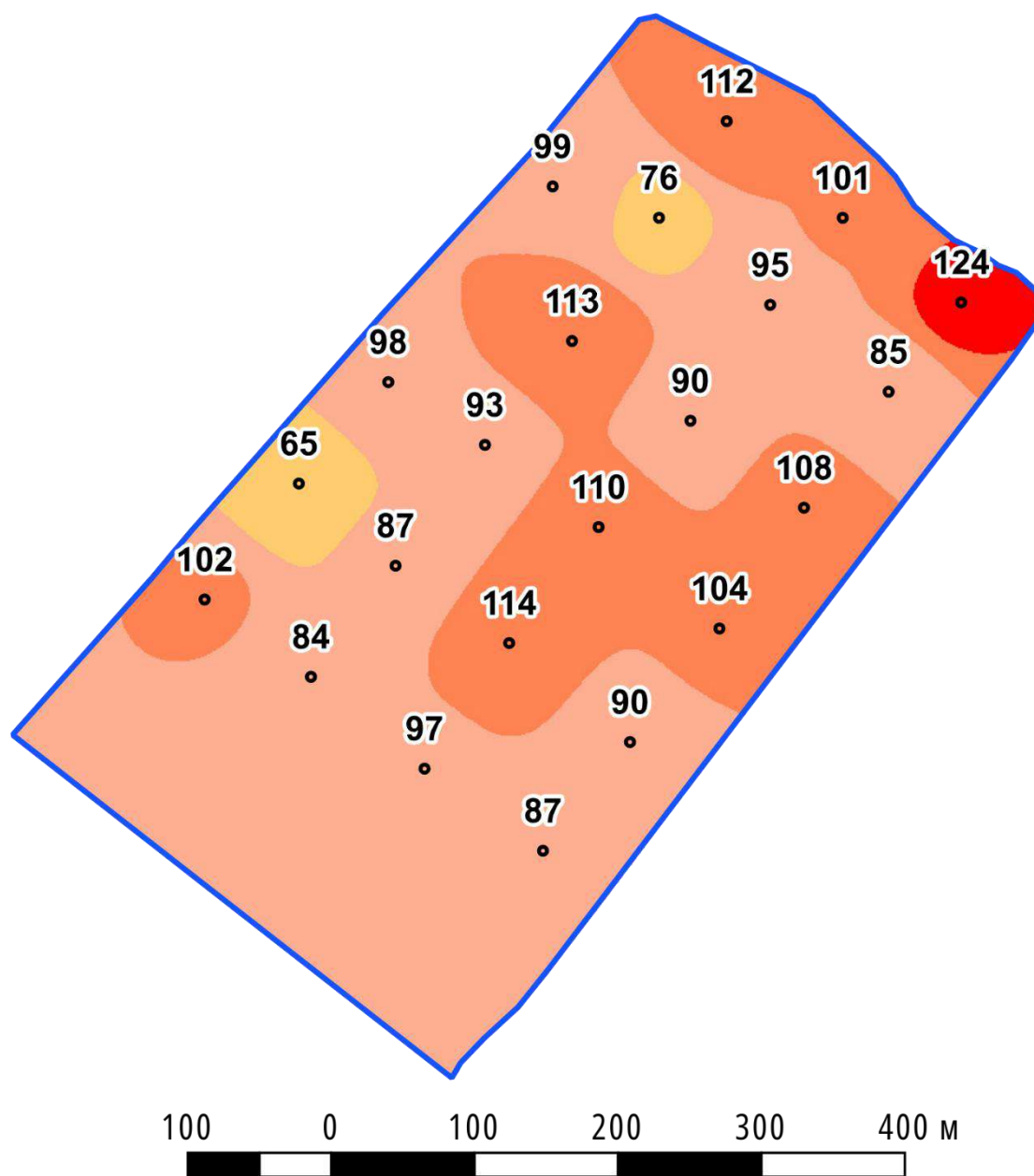
2.2.1 Вміст елементів живлення в ґрунті на данному полігоні.



Групування ґрунтів за вмістом нітратного азоту (NO₃), мг/кг

 Дуже низький < 2,5	 Високий 10,1 - 15,0
 Низький 2,6 - 5,0	 Дуже високий > 15,1
 Середній 5,1 - 10,0	

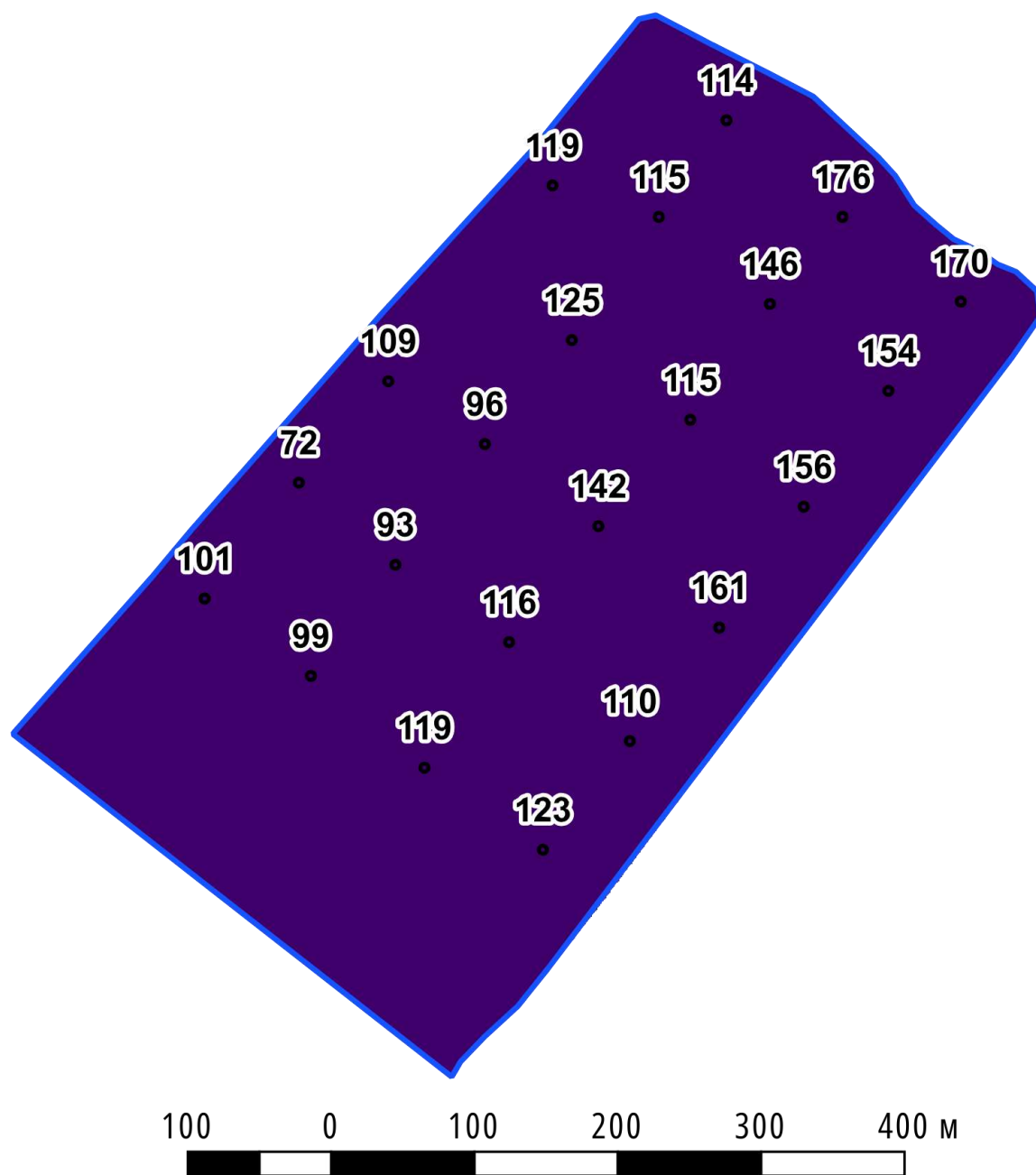
Малюнок 2.3 Вміст нітратного азоту на дослідній ділянці



Групування ґрунтів за вмістом рухомого калію (K), мг/кг

 Дуже низький < 40	 Середній (б) 101 - 120
 Низький (а) 41 - 60	 Високий (а) 121 - 160
 Низький (б) 61 - 80	 Високий (б) 161 - 200
 Середній (а) 81 - 100	 Дуже високий > 201

Малюнок 2.4 Вміст рухомого калію на дослідній ділянці



Групування ґрунтів за вмістом рухомого фосфору (P), мг/кг

 Дуже низький < 5	 Середній (б) 21 - 25
 Низький (а) 6 - 9	 Високий (а) 26 - 33
 Низький (б) 10 - 12	 Високий (б) 34 - 50
 Середній (а) 13 - 20	 Дуже високий > 51

Малюнок 2.5 Вміст нітратного фосфору на дослідній ділянці

2.3 Погодно-кліматичні умови господарства

Бориспільський район, розташований у Київській області, має помірно-континентальний клімат, характерний для центральних частин України. Розглянемо кліматичні умови цього регіону детальніше, включаючи температурний режим і кількість опадів протягом року.

Бориспільський район розташований у лісостеповій зоні з рівнинним рельєфом. Клімат тут помірно континентальний, з м'якою зимою і теплим літом. Середньорічна температура становить близько $+8^{\circ}\text{C}$, а середньорічна кількість опадів — 500-600 мм.

Сезонні особливості:

- **Зима:** Характеризується помірними морозами, з частими відлигами. Середня температура коливається в межах $-3...-7^{\circ}\text{C}$.
- **Літо:** Переважно тепле, інколи спекотне. Середні температури в липні сягають $+18...+22^{\circ}\text{C}$, але можуть підніматися до $+30^{\circ}\text{C}$ і більше.
- **Весна та осінь:** Перехідні сезони мають нестабільні погодні умови, з частими змінами температур і помірними опадами.

Через нерівномірний розподіл опадів та коливання температур, особливо у весняно-літній період, можливі ризики посухи або надмірної вологи, що може впливати на ріст та розвиток сільськогосподарських культур, включаючи вирощування соняшника та інших культур.

Ці дані можуть змінюватися залежно від конкретного року, але в середньому вони відповідають кліматичним умовам Бориспільського району. Для більш точних та актуальних даних рекомендовано звертатися до метеорологічних служб або використовувати дані з агрометеорологічних станцій. Середня глибина промерзання ґрунту на території Київської області становить 85 см, а максимальна досягає 150 см. Середньодекадна висота снігового покриву складає 28 см, максимальна – 75 см. За даними багаторічних досліджень було визначено, що тривалість снігового покриву становить 98 днів.



Малюнок 2.6 Графік опадів та NDVI

Графіки були побудовані чітко до розміщень полігону і на них чітко видно градацію росту рослин за шкалою NDVI та кількість опадів на період розвитку рослин. [2]

Табличка 2.1 Середньорічна температура та опади на Полігоні №3

Місяць	Середня Температура (°C)	Опади (мм)
Січень	-4	45
Лютий	-3	35
Березень	2	38
Квітень	9	43
Травень	15	48
Червень	18	65
Липень	20	70
Серпень	19	55
Вересень	14	45
Жовтень	8	40
Листопад	3	37
Грудень	-2	45

2.4 Технологія вирощування соняшнику у господарстві

Господарство багато років займається вирощуванням соняшника на своїх полях. Ця культура одна із ключових культур досліджуваних в господарстві, тому кожен сезон ретельно планують всі етапи від підготовки ґрунту до збору врожаю. В цьому блоці опишу, як вирощують соняшник в AgriLab.

Вибір гібриду

Партнери підбирають гібрид соняшника на якому вони будуть закладати дослідження. Це дуже важливий етап, бо залежно від погодних умов і особливостей ґрунту на полігоні підбирають гібрид, який дасть найкращий результат і над яким потрібно провести дослідження. В межах полігону ґрунти суглинисті, і клімат посушливий це впливає на вихідні дані з дослідження.

Підготовка ґрунту

Після того, як визначився із гібридом, переходять до підготовки ґрунту. На моїй ділянці ґрунт досить важкий, тому обов'язково проводять оранку на глибину до 25-30 см, щоб розпушити землю і підготувати її до сівби. Це потрібно для того, щоб коренева система соняшника могла глибоко розвиватися і витягувати воду з нижніх шарів ґрунту.

Далі перед сівбою проводять передпосівну культивуацію. Це дозволяє знищити бур'яни і створити рівний шар ґрунту. Заодно вносять стартові добрива залежно від варіанту досліджень.

Сівба

Сівбу розпочинають, коли ґрунт прогріється до $+10...+12^{\circ}\text{C}$. Як тільки настають сприятливі умови, проводять сівбу, але є багато факторів які на це впливають. Так як господарство не має своєї техніки то на допомогу приходять партнери, з Precision Planting і їхні сівалки з системою точного висіву та диференційним регулюванням норми висіву. Сіють на глибину 5 см, щоб насіння було захищене від можливих заморозків, і залишаю відстань між рядами 70 см, щоб рослинам було достатньо простору для росту.

Догляд за посівами

Коли соняшник починає сходити, ретельно стежать за станом посівів на кожному етапі росту. Першим ворогом, з яким доводиться боротися, є бур'яни. Для цього застосовують гербіциди на основі галауксифен-метил, які дозволяють ефективно контролювати їх. Окрім цього, важливо не пропустити момент появи шкідників, як-от соняшниковий міль або хрущі. Щоб уникнути їхньої шкоди, проводять обробку інсектицидами.

Після того, як рослини досягли фази 6-8 пар листків, розпочинають фоліарне підживлення залежно від полігону і варіантом чи передбачає він фоліарне внесення. Внесення певних елементів в подальшому спостерігають зміни в розвитку та рості рослини, а на це впливають такі елементи як бор і магній, цинк, мідь. Обробляють поле обприскувальною технікою, яку надають теж партнери.

Живлення

Підживлення соняшник проводять ще до посіву, коли вносять основні добрива залежно від плану досліджу. Проте під час вегетації додатково використовують азотні підживлення, коли рослини активно ростуть. Для цього використовують КАС32 через його легкість у використанні, вносять їх як звичайним оприскувачами так і агродронами.

Збір врожаю

Коли рослини дозрівають і насіння досягає оптимальної вологості не більше 8%, розпочинають збирання. Врожай збирають спеціальним комбайном із соняшnikовою жаткою. Якщо затримати збір, насіння може обсипатися, і це призведе до втрати врожаю, тому розпочати цей етап треба вчасно.

Ось так протікає весь цикл вирощування соняшника в господарстві. Щороку це великий виклик, але завдяки ретельному плануванню і дотриманню технологій я отримую стабільно високий врожай.

2.5 Методика проведення досліджень

Ми виїжджали на дослідні ділянки відбирали зразки ґрунту та частин рослин для аналізу, а також візуально оцінювали стан розвитку рослин та забур'яненість. Проводили заміри росту рослин товщини стебла співставляли ці дані та дивилися різницю між варіантами. Так як мої варіанти включають удобрення з різною нормою добрив та мікроелементів. Це дуже важливо спостерігати за змінами між варіантами в певні фази росту та розвитку рослини та як елементи живлення в підібраному співвідношенні впливають на їх ріст та розвиток.

Дослід проводиться на полігоні №3 від компанії УАПГ

Табличка 2.2 Схема досліду складається із десяти варіантів

№	Варіант досліду
1	Контроль (Без добрив)
2	КАС-32 - 100 л/га (При посіві)
3	КАС-32 (90%) + ATS (10%) = 100 л/га
4	КАС-32 (90%) + ATS (10%) = 80 л/га
5	КАС-32 - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)
6	(КАС-32 (90%) + ATS (10%)) – 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)
7	Контроль (Без добрив)
8	КАС-32 - 100 л/га (При посіві)
9	(КАС-32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18:0,4 Zn*:0,1 Mn* : 0,05 Cu*(30 л/га) + (+ B* по 1 л/га фоліарно)
10	(КАС-32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 6:24:6:0,4 Zn*:0,1 Mn* : 0,05 Cu*(30 л/га) + (+ B* по 1 л/га фоліарно)

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Дані дистанційного моніторингу з використанням вегетаційного індексу NDVI на соняшнику

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) — це індекс, який використовується для оцінки здоров'я рослинності, заснований на вимірюваннях відбиття світла у червоному та інфрачервоному спектрах. Він широко застосовується в дистанційному зондуванні для моніторингу стану рослин, оцінки їхньої продуктивності та вивчення екологічних процесів.

Основний принцип роботи NDVI полягає в обчисленні відношення між відбиттям інфрачервоного (NIR) та червоного (R) світла. Формула для розрахунку NDVI виглядає так:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$

У цій формулі NIR — це відбиття в інфрачервоному спектрі (в діапазоні довжин хвиль 0.7-1.1 мкм), а R — відбиття в червоному спектрі (в діапазоні 0.6-0.7 мкм). Рослинність відбиває значно більше інфрачервоного світла, ніж червоного, тому значення NDVI коливаються в діапазоні від -1 до +1. Негативні значення (менше або рівно 0) свідчать про наявність води або незаселених територій, тоді як низькі значення (в межах 0.2 - 0.5) вказують на слабку рослинність або бур'яни. Високі значення (більше або рівно 0.5) свідчать про здорову, густу рослинність.

NDVI має багато застосувань у агрономії, екології та управлінні природними ресурсами. Наприклад, його використовують для моніторингу стану рослинності, що дозволяє виявити стрес рослин через посуху, хвороби або шкідників. Також NDVI сприяє оцінці врожайності, що дозволяє прогнозувати потенційний врожай культур. Крім того, індекс допомагає аналізувати зміни у

рослинному покриві та вивчати вплив змін клімату на рослинність, а також оптимізувати використання води та добрив через моніторинг стану рослин.

NDVI можна отримувати за допомогою різних технологій, зокрема за допомогою супутникових знімків, які надають багато супутників, таких як Landsat і Sentinel. Також можна використовувати безпілотні літальні апарати (дрони), які забезпечують високу роздільну здатність знімків для локального моніторингу, а наземні вимірювання можуть бути використані для верифікації даних, отриманих з повітря.

Серед переваг NDVI слід відзначити простоту використання та обчислення, можливість аналізу великих територій і широке застосування в сільському господарстві та екології. Однак існують і недоліки: NDVI може не враховувати вплив інших факторів, таких як тип рослинності чи стан ґрунту, а також має обмеження в точності при дуже густих або дуже рідких рослинностях.

Таким чином, NDVI є потужним інструментом для аналізу стану рослинності, що надає цінну інформацію для агрономії, екології та управління природними ресурсами.

Я провів спостереження за розвитком рослин соняшнику впродовж вегетації. І різниця під час спостереження в межах варіантів на невеликій площі ледь помітна, що цією різницею можна знехтувати на похибку в індивідуальному розвитку певної групи рослин, або нерівномірній забезпеченості ґрунту.

Рослини соняшнику станом на 4 червня. Ми можемо спостерігати коливання від 0.7 до 0.85 за індексом густоти рослинності. Що свідчить про сталий розвиток рослин і їхня листова поверхня закриває значну частину ґрунту. За шкалою BBCH (18) рослини досягли 8 листків тобто 4х пар.



Малюнок 3.1 Фото NDVI з порівнянням фази росту та розвитку рослини на полі.

Дослідна ділянка на 10 липня. За шкалою ВВСН фаза росту та рослини досягла 58 (Бутонізація) або ще як кажуть фаза зірочки. Коренева система розвинута чудово основна маса коренів займає родючий шар в 20см, що підштовхує нас до раціональності обробітку і задумуватися чи варто робити оранку на глибину в 25-30см. За індексом всі варіанти розвиваються рівномірно і коливань в градації немає всі рослини в межах 0,85 за шкалою.



Малюнок 3.2 Фото NDVI з порівнянням фази росту та розвитку рослини на полі.



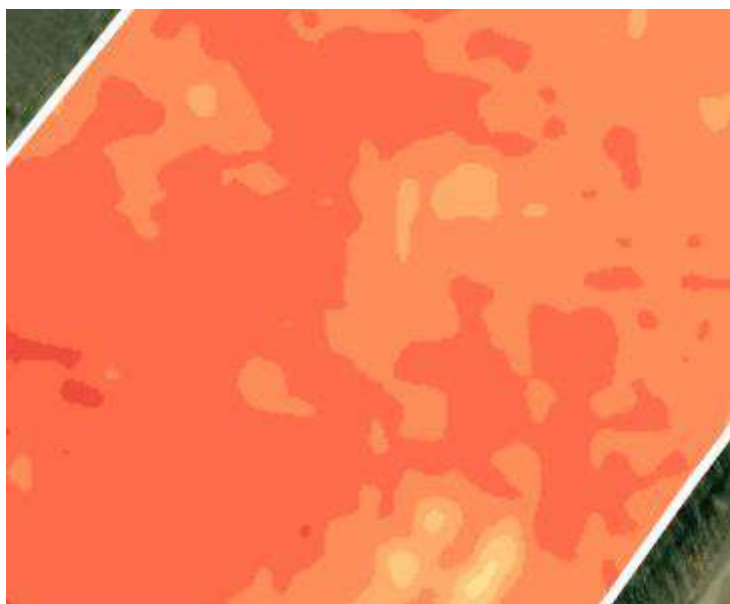
Дослідна ділянка на 13 серпня. Ми можемо наглядно побачити різницю між варіантами по розвитку шапок у соняшнику. Шкала NDVI такої різниці нам не покаже, але вона дасть нам змогу оцінити стан рослин на полі в цілому. Коливання за шкалою від 0,7 до

0,75. За ВВСН рослини досягли фази (69).



Малюнок 3.3 Фото NDVI з порівнянням фази росту та розвитку рослини на полі.

Дослідна ділянка станом на 2 Жовтня. Рослини соняшнику повністю сухі та готові до молотьби. Вологість в межах норми для насіння соняшнику.



Забур'яненості на полі немає. Стебло ламке що в свою черго позитивно впливатиме на швидкість обмолоту, та сік з стебла не добавить декілька відсотків вологи насінню. Коливання за шкалою від 0,25 до 0,3. За ВВСН рослини досягли фази повної стиглості (92)

Малюнок 3.4 Фото NDVI з порівнянням фази росту та розвитку рослини на полі.

3.2 Вологість ґрунту

Забезпечення вологості ґрунту грає важливу роль у процесі вирощування сільськогосподарських культур та має значний вплив на розвиток рослин, формування подальшого врожаю та якість зібраного насіння. Волога відіграє роль не тільки як необхідний компонент для функціонування рослини, а і терморегуляційні процеси в ґрунті. Так як оптимальна температура повинна бути не лише над поверхнею ґрунту, а і в самому ґрунті. Рослини самі можуть регулювати свою температуру через випаровування води через листя, це можна побачити як в спеку соняшник та кукурудза скручують листя через надмірну температуру таким чином вони зменшують площу листової поверхні і забезпечують оптимальний теплообмін. Надлишок та недостача неприпустимі для розвитку рослини потрібен оптимум лише під час стабільної вологості рослина в повній мірі розкриває свій потенціал. Фермерам та тим, хто вирощують

сільськогосподарські культури потрібно вміти зберігати наявну в ґрунті вологу, так як в нинішніх умовах дощі влітку – це велика рідкість через зсування кліматичних поясів.

Невеликий перелік функцій, які волога виконує в ґрунті:

1. Вплив на аерацію та якість ґрунту: Рівень вологості в ґрунті впливає на доступність повітря для коренів рослин, ступінь засоленості ґрунту та концентрацію шкідливих речовин.
2. Структура та пластичність ґрунту: Волога впливає на структуру ґрунту, його пластичність та щільність.
3. Температурний режим: Волога регулює температуру ґрунту та його теплоємність.
4. Запобігання вивітрюванню: Волога в ґрунті важлива для збереження родючого шару та запобігання ерозії, яка може виникнути внаслідок вітрового та водного впливу.
5. Час проведення робіт: Рівень вологості в ґрунті визначає оптимальний час для проведення сільськогосподарських робіт.

Дані в таблиці 3.1 вказує на те, що на початкових етапах росту ділянка низького рівня розвитку має дуже низький рівень вологості, що могло стати лімітуючим фактором початкового росту рослин.

За тиждень після проведення фоліарного підживлення культури не помічено суттєвих відмінностей між рівнем вологості на оброблених і контрольних ділянках.

Таблиця 3.1 Вологість сірого опідзоленого ґрунту у % 2024

Варіант дослідження	Шар ґрунту, см	Фаза росту і розвитку ВВСН	
		16-18	55-57
Контроль (Без добрив)	0-20	2	3.1
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	0-20	4.8	5.1
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га	0-20	3.7	4.2

(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 80 л/га	0-20	3.2	3.6
КАС 32 - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)	0-20	5.3	5.5
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3-18-18 (30 л/га)	0-20	5.2	5.4
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	0-20	4.7	4.9
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 6:24:6:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	0-20	4.4	5

Вологість в ґрунті ми визначали з допомогою приладу НН2 Дельта Т, це швидкий та зручний метод що дозволяє виконувати заміри в будь якій точці поля тут і зараз від максимальної вологості. Без участі лабораторії і вимірюванні вологості. Можуть бути похибки, але це залежить від коректності калібрування приладу.

3.3 Показник рН сірого опідзоленого ґрунту

Певні культури потребують оптимального рівню кислотності для свого функціонування так як від цього залежить розчинність певних елементів в ґрунті. Від рівня рН залежить доступність поживних речовин, активність мікроорганізмів та загальні умови для розвитку кореневої системи рослини. Найкраще соняшник росте на нейтральних або слабколужних ґрунтах із показником рН в межах від 6,0 до 7,5. У цьому діапазоні всі основні макро- та мікроелементи, необхідні для розвитку соняшнику, добре доступні для рослин. Наприклад, фосфор, азот і калій, які є ключовими поживними елементами, засвоюються рослиною в найбільш ефективний спосіб.

На кислих ґрунтах, де рН менший за 6,0, доступність макроелементів, зокрема фосфору, азоту та калію, значно знижується. Крім того, на таких ґрунтах

можуть накопичуватися токсичні елементи, такі як алюміній і марганець, які негативно впливають на кореневу систему рослин, уповільнюють їхній ріст і знижують урожайність. У таких умовах соняшник може зазнавати стресу, його розвиток буде уповільненим, і це безпосередньо відобразиться на кількості та якості врожаю. Для підвищення рН на кислих ґрунтах застосовується вапнування, коли вносять вапно або доломітове борошно, що нейтралізує кислотність ґрунту.

На лужних ґрунтах, де рН перевищує 7,5, спостерігається інша проблема — знижується доступність мікроелементів, таких як залізо, цинк, бор і марганець. Ці елементи, хоча й необхідні у невеликих кількостях, відіграють ключову роль у метаболізмі та здоровому розвитку соняшника. Дефіцит мікроелементів на лужних ґрунтах може призвести до порушень у фотосинтезі та інших фізіологічних процесах рослин, викликаючи такі симптоми, як пожовтіння листя (хлороз) і уповільнення росту. У таких випадках для зниження рН ґрунту застосовують сірку або інші речовини, що підкислюють ґрунт.

Таким чином, підтримання оптимального рівня рН ґрунту є важливим аспектом у технології вирощування соняшника. Це забезпечує не тільки доступність поживних елементів, а й сприятливі умови для розвитку кореневої системи, що, в свою чергу, впливає на загальний стан рослин та їхню продуктивність.[\[18\]](#).

Ми дослідили цей показник за неоднорідністю поля (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 рН сірого опідзоленого ґрунту

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см	Перша повторність рН	Друга повторність рН
Контроль (Без добрив)	0-20	5.5	5.23
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	0-20	5.4	5.34
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га	0-20	5.35	5.32
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 80 л/га	0-20	6.55	6.6
КАС 32 - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)	0-20	6.2	6.26
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3-18-18 (30 л/га)	0-20	6	5.97
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	0-20	6.53	6.55
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 6:24:6:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	0-20	5.27	5.26

За даними дослідження записаних в таблиці вище ми можемо побачити слабко-кислу реакцію ґрунту. Кислотність нижче 6 може негативно впливати на ріст та розвиток рослин та засвоєння ними елементів живлення. І за даними повторення відбору ми бачимо що в більшості варіантів кислотність незначно але збільшилася, це може мати характер накопичення. І щоб не знижувати рН ґрунту потрібно провести вапнування.

3.4 Біометричні показники соняшнику

Таблиця 3.3 Біометричні показники соняшнику впродовж вегетації

Варіант досліджу	Середній показник	Фаза росту і розвитку ВВСН			
		16-18	29-32	55-57	69-73
Контроль (Без добрив)	Товщина стебла, мм	-	14.6	16.6	-
	Висота, см	37	71.5	222	226
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	Товщина стебла, мм	-	15.5	16.8	-
	Висота, см	42	78.5	224	250
(КАС 32 (90%) + АТS (10%)) - 100 л/га	Товщина стебла, мм	-	16.3	17.3	-
	Висота, см	50	77	210	255
(КАС 32 (90%) + АТS (10%)) - 80 л/га	Товщина стебла, мм	-	15.8	17	-
	Висота, см	45	76	224	237
КАС 32 - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)	Товщина стебла, мм	-	16.5	17.8	-
	Висота, см	45	81.8	230	240
(КАС 32 (90%) + АТS (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3-18-18 (30 л/га)	Товщина стебла, мм	-	16.8	18.1	-
	Висота, см	50	83.6	195	256
(КАС 32 (90%) + АТS (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	Товщина стебла, мм	-	16.1	16.9	-
	Висота, см	40	80.7	209	233
(КАС 32 (90%) + АТS (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 6:24:6:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	Товщина стебла, мм	-	16.6	17.3	-
	Висота, см	42	83	203	213

Біометричні показники соняшнику у фазу розвитку за шкалою ВВСН 29-32 *Таблиця 3.4 Показники відміряні з всіх варіантів*

Назва варіанту	Висота рослин. см											Середнє, см	Кількість листіків	Діаметр стебла, мм											Середнє, мм
	75	73	75	66	75	69	71	73	75	64	71			15	15	12	15	13	15	16	15	13	17		
Контроль (Без добрив)	75	73	75	66	75	69	71	73	75	64	71	71,5	6--7	15	15	12	15	13	15	16	15	13	17	14,6	
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	80	73	81	75	75	74	86	80	75	84	80	78,5	6--7	14	16	17	15	16	16	17	14	15	15	15,5	
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га	75	77	73	84	75	82	75	81	75	75	75	77,0	6--7	16	16	16	17	17	16	17	15	16	17	16,3	
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 80 л/га	74	73	75	74	77	78	75	76	80	74	80	76,0	7--8	17	16	15	14	16	16	17	15	16	16	15,8	
КАС 32 - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)	82	82	83	85	80	84	85	83	80	78	78	81,8	7--8	18	16	15	15	15	17	18	17	17	17	16,5	
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3-18-18 (30 л/га)	85	86	81	88	85	80	84	81	86	82	82	83,6	7--8	17	15	16	17	17	17	18	18	17	16	16,8	
Контроль (Без добрив)	73	72	77	70	65	67	68	70	71	70	73	70,5	6--7	12	14	15	13	13	16	16	15	12	15	14,1	
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	79	80	80	81	75	77	78	83	76	78	74	78,3	6--7	14	16	16	14	15	16	14	17	16	15	15,3	
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	83	83	80	79	78	82	80	78	78	85	82	80,7	7--8	18	17	16	16	15	16	16	15	16	16	16,1	
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 6:24:6:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	87	85	85	82	80	86	80	84	82	83	79	83,0	7--8	17	18	17	16	15	16	16	16	17	18	16,6	

Площа листової поверхні соняшнику

Таблиця 3.5. Площа листкової поверхні соняшнику впродовж вегетації

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку ВВСН		
	55-57	69-73	Різниця
Контроль (Без добрив)	5960см	1632см	-4328см
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	5896см	2639см	-3230см
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га	5663см	3450см	-2213см
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 80 л/га	8650см	3345см	-5305см
КАС 32 - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)	6616см	3268см	-3348см
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3-18-18 (30 л/га)	3956см	2499см	-1457см
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	5860см	3825см	-2035см
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 6:24:6:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	5115см	6298см	+1183см

Ми можемо побачити, що майже на всіх варіантах площа листя зменшилась, а на 10 навпаки збільшилася так вплинула доза мікроелементів.



Малюнок 3.5 Розмір листків для порівняння площі листя між варіантами

Кількість листків дорівнює іншим варіантам, але їхній розмір в рази більші за інші варіанти, що значно збільшує площу листя і оптимізує процеси фотосинтезу.

Площа листової поверхні в соняшнику має критичне значення для продуктивності цієї культури, адже саме через листя рослина отримує сонячну енергію, необхідну для процесу фотосинтезу. Чим більша листова поверхня, тим більше світла поглинає рослина, що сприяє ефективнішому синтезу органічних речовин, таких як вуглеводи, білки та жири, які формують врожай.

Оптимальна площа листової поверхні забезпечує максимальну фотосинтетичну активність. Це безпосередньо впливає на розвиток кошика і накопичення олії в насінні. Водночас занадто велика або надмірно густа листова маса може призвести до небажаних наслідків, таких як затінення нижніх ярусів листя, зниження фотосинтезу в цих частинах та підвищення ризику захворювань через погану циркуляцію повітря.

Крім того, площа листової поверхні має важливе значення під час формування насіння. Велика, здорова листова маса здатна краще забезпечувати живленням насіння в період наливу, що впливає на їхню масу, якість та кількість. Якщо рослина має недостатню площу листя, її фотосинтетична активність знижується, і як результат — погіршуються показники врожайності.

Таким чином, підтримка оптимальної площі листової поверхні — це один із ключових аспектів управління посівами соняшника. Правильне балансування між густиною посівів, рівнем агротехніки та доглядом за посівами допомагає забезпечити максимально можливий фотосинтез і, відповідно, врожай.

3.5 Вплив добрив на урожайність і якість соняшника

Урожайність соняшника змінювалася залежно від удобрення. За внесення КАС 32 у нормі 100 л/га прогнозована урожайність зросла на 0,47 т/га. За використання суміші КАС із тіосульфатом амонію урожайність зросла на

0,56 т/га за рахунок наявності сірки і оптимізації співвідношення між азотом і сіркою для цієї культури.

Таблиця 3.6 Структура врожаю та прогнозована врожайність соняшнику на насіння.

Варіант досліджу	Показник				
	Діаметр кошика , см	Кількість зерен, шт	Вага зерен з 1 кошика , г	Маса 1000 зерен , г	Урожайність , т/га
Контроль (Без добрив)	12.8	1560	55,2	35,4	2,30
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	13.9	1720	74,9	43,5	2,83
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га	14.7	1880	98,0	52,2	3,39
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 80 л/га	14.4	1840	98,5	53,5	3,48
КАС 32 - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)	13.8	1864	104,7	56,2	3,65
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3-18-18 (30 л/га)	15.7	1920	108,1	56,3	3,66
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 3:18:18:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	15.5	2176	124,2	57,1	3,71
(КАС 32 (90%) + АТС (10%)) - 100 л/га + Мixture-RKD NPK 6:24:6:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	13.4	1928	110,0	57,1	3,71

При зменшенні норми внесення суміші із 100 л/га до 80 л/га виявили зростання урожайності на 0,09 и/га порівняно із застосуванням 100 л/га.

При внесення поєднання добрив КАС 32 у нормі 100 л/га і стартового рідкого добрива 3:18:18 отримали урожайність 3,65 т/га. за умов використання тіосульфату амонію у цій композиції удобрення урожайність практично не змінилася. За додавання мікроелементів до цієї композиції урожайність зросла на 0,04 т/га.



Малюнок 3.6 Шапки соняшнику від першого по десятний варіант.

Розмір шапок прямо пропорційно залежить від живлення, що ми можемо спостерігати на даному зображенні. Як це в подальшому вплине на врожайність розказано в блоках нижче. Але не слід забувати про якість насіння та наливання його в цей період.



Малюнок 3.7. Коренева система з права на ліво від першого варіанту до шостого.

Ми можемо наглядно спостерігати на об'єм та розвиток кореневої системи залежно від удобрення. А також товщину стебла, яка закономірно у варіанті без живлення тонша ніж у інших варіантах. Вплив добрив на розвиток кореневої системи можна оцінити наглядно. І в подальшому така розвинена коренева система буде поглинати елементи з більшої площі живлення що позитивно вплине на формування врожаю.

Соняшник займає лідируючі місця по площах вирощування в Україні, і потреба в підвищенні характеристик зерна соняшнику на основі вмісту олії та її якості стає все більш актуальною, оскільки попит на соняшник постійно зростає в різних сферах застосування кінцевого продукту. Зазвичай, соняшник розділяють на два типи технічний та кондитерський і від цього залежить потреба в певних характеристиках, зміни під час зберігання. Саме визначення хімічних показників зерна соняшнику з дослідних ділянок вказано в таблиці 3.11.

Соняшник поділяють на два типи для олійної промисловості та кондитерської і в залежності від показників ми можемо визначити до якої категорії продовольчої промисловості більша схильність відібраних проб насіння соняшнику. В соняшника є відмінний показник на відміну від звичних нам

сільськогосподарських культур це лускатість. Цей показник впливає який вихід з маси соняшнику серцевини а в подальшому олії чи макухи. [3]

Таблиця 3.7 Показники якості зерна Соняшнику

Варіант досліджу	Показник	
	Вологість, %	Вміст олії, %
Контроль (Без добрив)	6.5	47.3
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	5.9	46.5
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га	5.9	44.8
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 80 л/га	5.6	46.2
КАС 32 - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)	6.2	44.6
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3-18-18 (30 л/га)	6.1	43.4
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	5.1	45.3
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 6:24:6:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	6.2	47.2

За внесення КАС 32 вміст олії склав 46,5%. При застосуванні суміші КАС і тіосульфат амонію цей показник знизився до 44,8%. При зменшенні норми внесення цієї комбінації вміст олії зріс до 46,2%. При застосування КАСу із рідким стартовим добривом олійність насіння соняшника була на рівні 44,6%. При внесенні у цій комбінації мікроелементів зумовлювало зростання вмісту олії до 45.3%. За використання марки 6:24:6 із мікроелементами вміст олії був максимальним і складав 47,2 %.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

Так як компанія займається не просто вирощуванням культур на зерно чи на заготівлю корму економічну ефективність будемо рахувати відповідно до кожної ділянки окремо щоб наглядно побачити різницю між варіантами не переводячи площу на гектари. Площа кожної ділянки рівняється 0.1 га.

При застосуванні добрива КАС 32 у нормі 100 л/га отримали врожайність на рівні 2,83 т/га, що на 0,53 т/га перевищує показник контрольного варіанта без добрив. При цьому прибуток із урахуванням витрат становив 47290 грн/га, а рентабельність склала 196,8%. Цей варіант демонструє ефективність базового використання азотного добрива, проте його потенціал значно нижчий, ніж у комбінаціях з іншими добривами.

Використання суміші КАС 32 (90%) + ATS (10%) у нормі 100 л/га забезпечило підвищення врожайності до 3,39 т/га, що на 0,56 т/га більше порівняно з використанням лише КАС 32. Прибуток із урахуванням витрат зріс до 61387 грн/га, а рентабельність склала 255,3%, що свідчить про економічну доцільність додавання тіосульфату амонію для поліпшення живлення рослин.

Зменшення норми суміші КАС 32 (90%) + ATS (10%) з 100 л/га до 80 л/га дозволило підвищити врожайність до 3,48 т/га (+0,09 т/га порівняно з нормою 100 л/га). Це сприяло зростанню прибутку до 64040 грн/га, а рентабельність досягла максимальної позначки 270,7%, що свідчить про оптимальне співвідношення між витратами та ефективністю удобрення.

Додавання до схеми КАС 32 у нормі 100 л/га стартового рідкого добрива Mixture-RKD NPK 3:18:18 у кількості 30 л/га забезпечило врожайність 3,65 т/га, але рентабельність знизилася до 228,8% через значне збільшення витрат на удобрення. Це підтверджує, що NPK-комплекс ефективний для підвищення врожайності, але має високу собівартість.

При одночасному використанні КАС 32 (90%) + АТС (10%) у нормі 100 л/га та Mixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га) врожайність становила 3,66 т/га, а рентабельність склала 229,5%. За додавання мікроелементів до цієї схеми (цинк, марганець, мідь) врожайність зросла до 3,71 т/га, але рентабельність залишилася на рівні 229,4%, що свідчить про збільшення витрат на фоні незначного приросту врожаю (+0,04 т/га).

Найкращою економічною ефективністю характеризується схема КАС 32 (90%) + АТС (10%) у нормі 80 л/га, яка має максимальну рентабельність 270,7% та забезпечує високий прибуток.

Найвищу врожайність (3,71 т/га) забезпечує використання КАС 32 (90%) + АТС (10%) + Mixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га) з мікроелементами, однак цей варіант має нижчу рентабельність через високі витрати.

Для господарств із обмеженим бюджетом раціональним варіантом є базове застосування КАС 32 у нормі 100 л/га, яке також забезпечує значне підвищення врожайності порівняно з контролем.

Таблиця 3.8 Економічна ефективність вирощування соняшника

Варіанти	Прогнозована врожайність т/га	Прибуток з врожаю, грн	Витрати на вирощування, грн	Прибуток з вирощуванням заграт, грн	Рентабельність у %
Контроль (Без добрив)	2,3	57960	22176	35784	161,4
КАС 32 (100 л/га) (при посіві)	2,83	71316	24026	47290	196,8
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га	3,39	85428	24041	61387	255,3
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 80 л/га	3,48	87696	23656	64040	270,7
КАС 32 - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18 (30 л/га)	3,65	91980	27974	64006	228,8
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3-18-18 (30 л/га)	3,66	92232	27989	64243	229,5
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 3:18:18:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	3,71	93492	28386	65106	229,4
(КАС 32 (90%) + ATS (10%)) - 100 л/га + Mixture-RKD NPK 6:24:6:0.4Zn*:0.1Mn*:0.05Cu*(30 л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно)	3,71	93492	283386	65106	229,4

ВИСНОВКИ

У результаті проведення агрохімічного моніторингу живлення рослин соняшнику за локалізованого внесення добрив було встановлено:

1. Використовуючи дані супутникового моніторингу та даних індексу NDVI, можливо виділити зони різного рівня розвитку рослин на одному полі.

2. Аналізи ґрунту вказують на те, що вплив елементів живлення які знаходяться у вільному доступі для використання рослинами мали незначний вплив. Так як вміст елементів рівномірно розподілений між варіантами без явних ознак строкатості.

3. Локальне підживлення мікро добривами сприяло формуванню кращої біомаси рослин, а саме збільшення формування листової поверхні та висоти рослин. Та покращило якісні показники насіння.

4. Як для літа з малою кількістю опадів рослини сформувалися досить з потужною кореневою системою та фізичною масою.

5. Локальне внесення за вказаних у варіантах нормах показали такі результати: Контроль (Без добрив) мав найменшу врожайність в 2,3т/га та найнижчу рентабельність. Серед варіантів без RKD найліпший результат показав варіант (КАС 32 (90%) + ATS (10%)) при нормі 80л/га, врожайність склала 3,48т/га. Та показала найвищу рентабельність в ~270%. І найліпший результат по врожайності та фізіологічним показникам, але не серед рентабельності був у варіантів (КАС 32 (90%) + ATS (10%)) при нормі 100л/га + Mixture RKD NPK 6:24:6:0,4Zn*:0,1Mn*:0,05Cu*(30л/га) + В*(по 1 л/га фоліарно) врожайність склала 3,71т/га

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шкварчук М. М. Грунтознавство / М. М. Шкварчук, М. І. Делеменчук. – Київ: Урожай, 1969. – 412 с.
2. Атлас почв Української ССР/ под. ред.. П.К. Крупського и Н.И. Полупана. – К.:Урожай. –1979. – 160с.
3. Мисюра С.М., Магденко Ю.І., Мочан С.С., Недзельська С.В. , Корецька Р.О. Екологічний паспорт Київської області. – К.: Київська міська державна адміністрація, 2018. – 194 с.
4. Галік О.І., Басюк Т.О. Методичні вказівки “Довідкові дані з клімату України”. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2014. – 158 с.
5. Живлення соняшнику
https://plants.usda.gov/DocumentLibrary/plantguide/pdf/cs_hean3.pdf
6. Роль елементів живлення при вирощуванні соняшника
https://www.yara.ua/crop-nutrition/sunflower/role-of-nutrients-sunflower/?_gl=1*r7wcf5*_up*MQ..*_ga*MTUwMzMzNDgyLjE3MjgyNDY1ODA.*_ga_2M3F2R9N88*MTcyODI0NjU4MC4xLjEuMTcyODI0NjU4NS4wLjAuNzE0NDk0MjE0
7. Живлення соняшнику <https://www.yara.ua/crop-nutrition/sunflower/sunflower-nutrition/>
8. Живлення соняшнику <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2021-08/P-00205-07.pdf>
9. Управління живленням рослин за допомогою позакореневого підживлення <https://www.agrivi.com/blog/plant-nutrition-management-with-foliar-fertilization/>
10. Освоєння позакореневого підживлення: що потрібно робити для оптимального живлення. <https://floraflex.com/default/blog/post/mastering-foliar-feeding-the-essential-dos-and-don-ts-for-optimal-plant-nutrition>
11. Практична агрономія Ніла Кінслі

12. Агроекономічне та екологічне обґрунтування рівня живлення сільськогосподарських культур
13. Біохімія рослин
14. Індекс вегетації <https://superagronom.com/slovník-agronoma/indeks-vegetaciji-id20113>
15. Індекс NDVI: як він робить життя агронома простішим <https://www.agronom.com.ua/indeks-ndvi-yak-vin-robyt-zhyttya-agronoma-prostishym/>
16. Правила живлення соняшнику <https://www.agronom.com.ua/pravyla-zhyvlennya-sonyashnyku/>
17. Елементи живлення, що потрібні для росту і розвитку соняшника <https://superagronom.com/articles/171-obid-dlya-sonyachnoyi-kvitki-elementi-jivlennya-scho-potribni-dlya-rostu-i-rozvitku-sonyashnika>
18. Все про КАС 32 <https://superagronom.com/dobryva-kompleksni/kas-32-id18058>
19. Все про тіосульфат <http://fertiagro.com.ua/product-view/15/ats>
20. Виробництво нових азотно-сіркових добрив — тіосульфат амонію <https://kurkul.com/news/34572-v-ukrayini-zapustili-virobnitstvo-novih-azotno-sirkovih-dobriv-z-tiosulfatom-amoniyu>
21. Рекомендації та норми внесення добрив https://makosh-group.com.ua/cultures/sonyashnik/?srsId=AfmBOorNZ_fcGf24xC7GlrJ5pe3-GUixvOacu22y2umcXQlXkmxDAC59
22. Рекомендації щодо застосування добрив на соняшнику у фазу 2-3 пари справжніх листків <https://www.eridon.ua/rekomendaciyi-schodo-zastosuvannya-dobriv-na-sonyashniku-u-fazu-2-3-pari-spravjnih-listkiv-bbch-14-16>
23. Аграрні новини та новинки америки <https://www.producer.com>
24. Все про соняшник [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Botany/Inanimate_Life_\(Briggs\)/02%3A_Organisms/2.52%3A_Sunflower_-_Helianthus_annuus](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Botany/Inanimate_Life_(Briggs)/02%3A_Organisms/2.52%3A_Sunflower_-_Helianthus_annuus)

25. Підхід до вирощування соняшнику з урахуванням клімату <https://aiccra.cgiar.org/publications/sunflower-value-chain-climate-smart-agriculture-approach-extension-workers-manual>
26. Хронологічна шкала розвитку соняшнику <https://www.rasnetwork.org/flowers/sunflower-growth-stages/>
27. Управління водними біоресурсами <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/sunflower/en/>
28. Дистанційний моніторинг полів <https://crop-monitoring.eos.com/login/auth>
29. Ціна на аграрні послуги <https://www.privatagro.com.ua/production/poslugy/>
30. NH₂ Дельта Т та як цим приладом користуватись і види щупів https://europribor.com/component/page,shop.product_details/flypage,shop.flypage/product_id,92/category_id,17/option,com_virtuemart/Itemid,30/
31. Yara N Tester <https://www.yara.ua/crop-nutrition/tools-and-services-landing-page/n-tester/>
32. Wang, R., Cherkauer, K., & Bowling, L. (2016). Corn response to climate stress detected with satellite-based NDVI time series. *Remote Sensing*, 8(4), 269.
33. Harder, H. J., Carlson, R. E., & Shaw, R. H. (1982). Corn Grain Yield and Nutrient Response to Foliar Fertilizer Applied during Grain Fill 1. *Agronomy Journal*, 74(1), 106-110.
34. Stewart, Z. P., Paparozzi, E. T., Wortmann, C. S., Jha, P. K., & Shapiro, C. A. (2021). Effect of foliar micronutrients (B, Mn, Fe, Zn) on maize grain yield, micronutrient recovery, uptake, and partitioning. *Plants*, 10(3), 528.
35. Bender, R. R., Haegerle, J. W., Ruffo, M. L., & Below, F. E. (2013). Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal*, 105(1), 161-170.
36. Stewart, Z. P., Paparozzi, E. T., Wortmann, C. S., Jha, P. K., & Shapiro, C. A. (2020). Foliar micronutrient application for high-yield maize. *Agronomy*, 10(12), 1946.

37. Sharifi, R., Mohammadi, K., & Rokhzadi, A. (2016). Effect of seed priming and foliar application with micronutrients on quality of forage corn (*Zea mays*). *Environmental & Experimental Biology*, 14(4).
38. Bender, R. R., Haegele, J. W., Ruffo, M. L., & Below, F. E. (2013). Modern corn hybrids' nutrient uptake patterns. *Better crops*, 97(1), 7-10.
39. Below, F. E., Haegele, J. W., & Ruffo, M. L. Illinois Fertilizer Conference Proceedings.
40. Enakiev, Y. I., Bahitova, A. R., & Lapushkin, V. M. (2018). Microelements (Cu, Mo, Zn, Mn, Fe) in corn grain according to their availability in the fallow sod-podzolic soil profile. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24(2), 285-289.
41. Fageria, N. K., Filho, M. B., Moreira, A., & Guimarães, C. M. (2009). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of plant nutrition*, 32(6), 1044-1064.
42. Yin, X., Hayes, R. M., McClure, M. A., & Savoy, H. J. (2012). Assessment of plant biomass and nitrogen nutrition with plant height in early-to mid-season corn. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(13), 2611-2617.
43. Tellaeché, A., BurgosArtizzu, X. P., Pajares, G., Ribeiro, A., & Fernández-Quintanilla, C. (2008). A new vision-based approach to differential spraying in precision agriculture. *computers and electronics in agriculture*, 60(2), 144-155.
44. Castrignanò, A.; Wong, M.T.F.; Stelluti, M.; De Benedetto, D.; Sollitto, D. Use of EMI, gamma-ray emission and GPS height as multi-sensor data for soil characterisation. *Geoderma* **2012**, 175–176, 78–89.
45. Rouse JW, Haas RH, Schell JA, & Deering DW. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation No. NASA-CR-132982. 1973.
46. Rouse JW, Haas RH, Schell JA, Deering DW Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS proceeding. In: Third earth reserves technology satellite symposium, greenbelt: NASA SP-351. 1974.
47. Drusch M, Del Bello U, Carlier S, Colin O, Fernandez V, Gascon F, Hoersch B, Isola C, Laberinti P, Martimort P, Meygret A, Spoto F, Sy O, Marchese F,

- Bargellini P. Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services. *Remote Sens Environ.* 2012;120:25–36.
48. Roy DP, Wulder MA, Loveland TR, Woodcock CE, Allen RG, Anderson MC, Helder D, Irons JR, Johnson DM, Kennedy R, Scambos TA, Schaaf CB, Schott JR, Sheng Y, Vermote EF, Belward AS, Bindschadler R, Cohen WB, Gao F, Zhu Z. Landsat-8: science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sens Environ.* 2014;145:154–72.
49. Ibrahim, M., Iqbal, M., Tang, Y. T., Khan, S., Guan, D. X., & Li, G. (2022). Phosphorus mobilization in plant–soil environments and inspired strategies for managing phosphorus: A review. *Agronomy*, 12(10), 2539.