

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – КМР. 973 “С” 2022.08.26. 005 ПЗ

ЗАРЕМБА МИХАЙЛО ОЛЕГОВИЧ

2022 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НУБІП України

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

НУБІП України

Декан агробіологічного факультету

Завідувач кафедри

Завідувач кафедри агрохімії та
якості продукції рослинництва ім.

О.І. Душечкіна

О.Л. Тонха

А.В. Бикін

(підпис)

(ПІБ)

(підпис)

(ПІБ)

2022 р.

2022 р.

УДК: 631.8:528.4:633.854.74

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: «Діагностика живлення соняшнику за дистанційного моніторингу»

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Магістерська програма Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві

Гарант освітньої програми

доктор с.-г.н., професор,

член - кореспондент НААН України

Бикін А.В.

Керівник магістерської роботи

К. с.-г.н., доцент

Бордюжа Н.П.

Виконав

Заремба М.О.

НУБІП України

КИЇВ – 2022

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Агробіологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

доктор с-г наук, проф. _____ Бикін А.В.

(науковий ступінь, вчене звання)

20 _____ року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

ЗАРЕМБА МИХАЙЛО ОЛЕГОВИЧ

Спеціальність

201

«Агрономія»

Освітня програма «Агрохімсервіс у прецизійному агровиробництві»

Орієнтація освітньої програми «Освітньо-професійна»

Тема магістерської роботи «Діагностика живлення соняшнику за дистанційного моніторингу»

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

Термін подання завершеної роботи на кафедру (_____)

Вихідні дані до магістерської роботи: літературні джерела, дані господарства, лабораторні аналізи.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проаналізувати супутникові знімки росту і розвитку рослин по зонах вегетації.
2. Провести традиційну ґрунтову діагностику живлення соняшника на вміст макроелементів.

3. Провести аналіз сухої речовини рослин.
4. Дослідити урожайність та якість насіння соняшника по зонах росту і розвитку рослин.
5. Розрахувати економічну ефективність вирощування соняшника у різних зонах вегетації рослин.

Дата видачі завдання “ ___ ” _____ 2022 р.

Керівник магістерської роботи

Бордюжа Н.П.

Завдання прийняла до виконання

Заремба М.О.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Тема дипломної роботи: Діагностика живлення соняшника за дистанційного моніторингу.

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

Предмет дослідження – вміст NPK в ґрунті, кількість та вміст поживних елементів, структура отриманого врожаю, урожай, показники якості.

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 57 сторінках комп'ютерного тексту, включаючи 9 таблиць і 6 рисунків.

В розділі 1 «Огляд літератури» подано теоретичне розкриття питань щодо живлення та удобрення соняшника, його особливостей росту та розвитку та використання основ дистанційного моніторингу у точному землеробстві.

Розділ 2 «Методика та умови проведення дослідження» містить інформацію та характеристику про ґрунтові і погодно-кліматичні умови господарства, технологію вирощування соняшника, умови проведення польового дослідження з основами прецизійного агровиробництва, методик 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 соняшника за дистанційного моніторингу» було проведено аналіз економічної ефективності вирощування рослин соняшника в залежності від ступеня їх розвитку.

НУБІП України

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

1. За результатами даних дистанційного моніторингу на полі рослини були низького, середнього і високого рівня розвитку.

2. Результати ґрунтової дагностики живлення соняшника свідчить про те, що найкраще забезпечені мінеральним азотом 35 8-6,2 мг/кг були рослини з високим рівнем розвитку, рухомими сполуками фосфору – середньорозвинені рослини (291-429 мг/кг ґрунту) і калію з низьким розвитком (164-328 мг/кг ґрунту у шарі 0-20 см).

3. Рослини за різного рівня забезпечення через інтенсивний перебіг метаболічних процесів відчували нестачу у різних елементах живлення. Позакореневі підживлення поліпшували метаболізм рослин, що зумовлювало зміну у складі і кількості елементів живлення, яких не вистачає.

Використання позакореневих підживлень обумовлювало високий рівень урожайності насіння соняшника середньорозвинених і високорозвинених рослин, який складав 6,20-6,70 т/га і 6,30-7,60 т/га, що відповідало рівню врожайності низькорозвинених рослин без підживлень 3,27-4,40 т/га. рівень рентабельності складав відповідно 74-88,3, 153 і 23,8 %.

Ключові слова: соняшник, індекс вегетації NDVI, агролісна діагностика поля, Crop Monitoring, економічна ефективність соняшнику, прецизійне агровиробництво (точне землеробство).

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1.....	11
МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ТА ФІЗІОЛОГІЧНА РОЛЬ ПОЖИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ СОНЯШНИКА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	11
1.1 Мінеральне живлення соняшника та його діагностика.....	11
1.2. Роль позакореневого підживлення у живленні та удобренні соняшника.....	15
1.3 Сучасні інструменти визначення стресів у рослин.....	20
РОЗДІЛ 2.....	23
МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	23
2.1. Погодні умови проведення досліджень.....	23
2.2. Ґрунтові умови території проведення досліджень.....	25
2.3 Методика проведення досліджень.....	28
РОЗДІЛ 3.....	32
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА.....	32
3.1. Традиційна діагностика елементів живлення у темно-сірому опідзоленому ґрунті.....	32
3.2. Дистанційний моніторинг рослин соняшнику.....	38
3.3 Урожайність та показники якості соняшнику за умов діагностики мінерального живлення.....	42
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА ЗА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ.....	46
ВИСНОВКИ.....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	50

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Актуальність магістерської кваліфікаційної роботи. Соняшник у сівозміні займає близько 70 % площ всіх олійних культур. Потреби самої України в соняшнику становлять близько 1,5 млн. тонн на рік. Інші об'єми, що перевищує названий обсяг експортуються або насінням соняшника, або продукцією переробки [23].

НУБІП України

У насінні сучасних сортів соняшника містить близько 50-55 % олії і 16 % білку. Особлива цінність соняшnikової олії обумовлена високим вмістом (до 90 %) у ній ненасичених жирних кислот: ліноленової (55-60%) та олеїнової (30-35%) [15].

НУБІП України

У порівнянні з іншими олійними культурами вихід олії з одиниці площі у соняшнику найбільший (750 кг/га). Ця олія має високі смакові якості і переважає перед іншими рослинними жирами за рахунок поживності та засвоєння. Її широко використовують для споживання в натуральному вигляді, а також для виготовлення маргарину, мила, стеарину, водонепроникних тканин, лінолеуму [16].

НУБІП України

У процесі переробки насіння соняшнику одержують значну кількість макухи (до 35%), що є цінним кормом для худоби. Вирощують соняшник і як кормову культуру в чистому посіві чи в сумішках з іншими кормовими культурами. Попіл з сухих стебел соняшнику є цінним фосфорно-калійним добривом (містить до 36% окису калію і 4 % фосфору) [32].

НУБІП України

Україна, поряд із ЄС, Аргентиною та росією, входить до четвірки найбільших світових країн – виробників соняшнику – та до трійки головних експортерів продукції соняшnikового комплексу. Його активно наша країна поставляє в Польщу, Білорусь та Прибалтійські країни, сиру соняшnikову олію відвантажує на Близький Схід, в країни Північної Африки та на Південь Європи.

НУБІП України

За останні роки в Україні відбулось збільшення виробництва соняшнику за рахунок росту посівної площі, що було викликано високою закупівельною ціною на нього. Навіть за врожайності 10-12 ц/га забезпечується непогана рентабельність [22].

Якщо в Європі потенціал нарощування виробництва соняшнику практично вичерпано, то в Україні залишається можливість збільшувати виробництво цієї культури за рахунок урожайності (за цим показником ми помітно відстаємо від ЄС, де середня врожайність соняшнику – на рівні 20 ц/га) [19, 22].

Підвищення врожайності можливо за рахунок дотримання сучасної технології вирощування, що включає застосування систем діагностування стан рослин у період вегетації, індексів рослинності, оптимальних норм добрив та проведення позакореневих підживлень.

Агровиробництво є надзвичайно конкурентним середовищем, а цілі виробників сільськогосподарської продукції однакові: отримання найбільшої продуктивності з сталої площі. Це неможливо без використання засобів точного землеробства. Дослідження та адаптування діагностики фітоценозів, надасть змогу завчасно визначати стан посівів, правильно запланувати методи діагностики рослин.

Мета досліджень. Метою моєї роботи є застосування дистанційного моніторингу, як засобу діагностики живлення соняшника в Ліссостепу України за вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Метою дослідження було встановити вплив позакореневих досліджень на агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту, встановити оптимальне удобрення рослин, що надалі забезпечить найоптимальнішу урожайність з високими показниками якості.

Завдання магістерської роботи

Об'єкт досліджень – вплив позакореневих підживлень на якість та урожайність соняшника з використанням основ дистанційного моніторингу.

Предмет досліджень: агрохімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту при внесенні мікродобрив, добрив та фізіологічні аспекти формування урожайності рослин соняшника.

Методи досліджень: польовий, лабораторний, економічний.

Наукова новизна: Полягає у встановленні за допомогою дистанційного моніторингу та прийнятті рішень для подіпшення формування урожайності та якості насіння соняшника. Встановлення найоптимальніших параметрів живлення рослин.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота виконувалась відповідно до науково-дослідної роботи кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім.О.І. Дупечкіна «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 II Міжнародній науково-практичній конференції «агрохімічні ресурси та управління біопродуктивністю агроландшафтів» (Київ, 2022 р.).

Положення, що виносяться на захист:

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

2. Позакореневі підживлення обумовлюють підвищення урожайності низькорозвинених і середньорозвинених рослин соняшник для високорозвинених рослин вони менш ефективні.

РОЗДІЛ 1.

МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ТА ФІЗІОЛОГІЧНА РОЛЬ ПОЖИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ СОНЯШНИКА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Мінеральне живлення соняшника та його діагностика

На частку соняшнику припадає 13% усієї рослинної олії, що виробляється у світі, і наразі це четверта найбільш споживана олія у світі після сої, пальми та ріпаку. Насіння багате на олію, деякі сорти соняшнику, отримані шляхом гібридизації, мають олійність вище 50%, вони рідко містять менше 30% олії [53]. Ця олія має відмінну промислову та харчову якість, оскільки її переважно використовують як харчову олію [45]. Крім того, це надзвичайно універсальна рослина, її можна використовувати на корм тваринам, у їжу людям і як декоративну рослину [61].

Розвиток рослин соняшника залежить від мінеральних елементів, які виконують важливі та специфічні функції в їх метаболізмі. У цьому сенсі візуальна діагностика полягає в порівнянні зовнішнього вигляду рослини, яка отримала всі необхідні поживні речовини, з рослиною, яка зазнала упущення однієї або кількох поживних речовин. Дослідженнями по оцінці впливу нестачі елементів азоту (N), фосфору (P), калію (K), кальцію (Ca), магнію (Mg), сірки (S) і заліза (Fe) на ріст соняшнику займався вчений Г.М. Господаренко [14], симптоми, недоліків яких спостерігали та оцінювали за біометричними параметрами (висота рослини, діаметр стебла, кількість листя та площа листя), а також за візуальними аспектами. Відсутність у поживному розчині N, P, K, Ca та Fe сильно впливала на рослини соняшнику, перешкоджаючи їхньому вегетативному росту та розвитку. Негативний вплив нестачі Mg на ріст

соняшнику був менш вираженим, ніж той, що спостерігали для азоту, фосфору, калію та кальцію.

Макроелементи, також виконують важливі та специфічні функції в метаболізмі рослин. Проте, коли один із цих елементів відсутній у достатній кількості або за умов, які роблять його недоступним, його дефіцит у клітинах сприяє змінам метаболізму рослин, що проявляється характерними симптомами дефіциту [62]. Тому рекомендовано вивчити вплив дефіциту мінеральних елементів на культуру соняшнику, оскільки це має економічне значення; крім того, достатнє мінеральне живлення рослин має вирішальне значення для ідеального росту рослин.

За фізіологічним значенням азот (N) є частиною структури амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, ферментів і пігментів і бере участь у процесах фотосинтезу, дихання, поділу та клітинної диференціації [56, 57]. Фосфор (P)

бере участь у структурному формуванні рослин, в енергозабезпеченні для утворення асимілятів і носій генетичної інформації [42]. Калій (K) приймає участь безпосередньо та опосередковано у фотосинтезі та диханні, а також у транспортуванні. Серед поживних речовин K має значний вплив у боротьбі з

хворобами рослин, оскільки він підвищує стійкість до розвитку патогенів, а

також збільшує товщину клітинної стінки, забезпечує більшу жорсткість тканин і сприяє швидкому відновленню після стресу чи травмування [44]. Калій відіграє важливу роль у регуляції осмотичного потенціалу рослинних клітин. Він також активує багато ферментів, які беруть участь у диханні та фотосинтезі [62].

Симптоми дефіциту калію у рослин соняшнику виявлялися на старих листках у вигляді хлорозу з наступним некрозом країв і кінчиків листків. При посиленні симптомів також спостерігалося згинання наймолодших листків. Ці симптоми також спостерігали Прадо та Ліл (2006) [60] у дослідженні на соняшнику.

Кальцій (Ca) впливає на подовження та диференціацію клітин [41]. Дефіцит кальцію може спричинити загибель меристеми [58]. З існуючих поживних

речовин магній (Mg) необхідний для фотосинтезу, оскільки він бере участь у метаболічних процесах, таких як утворення АТФ у хлоропластах. Магній також бере участь у синтезі білка, утворенні хлорофілу, завантаженні флоєми, розподіленні та використанні асимілятів [58]. Сірка (S) є вторинним аніонним макроелементом, необхідним для розвитку рослин. Функціями сірки є гормональний контроль росту та поділу клітин, підвищення стійкості рослин від хвороб і важливого компоненту білків. Залізо (Fe) є мікроелементом, який діє як активатор або компонент ферменту, впливає на фіксацію азоту, каталізує біосинтез хлорофілу та впливає на розвиток стебел і коренів [57, 58].

Деякі автори помітили, що ріст різних видів рослин зазнає однакового впливу, коли вони ростуть у розчинах, де не вистачає поживних речовин [54, 55, 59, 60], оскільки поживні речовини є фундаментальними для всіх метаболічних процесів і структурних формувань в рослинах, як описано в Mineral Nutrition of Higher Plants [58].

Відсутність поживних речовин суттєво впливає на діаметр стебла соняшнику. При нестачі цих елементів рослини, які піддаються впливу нестачі N, P і K, мають діаметр стебла на 79,4, 73,1 і 69,4% менший, ніж у рослин, які мали повномірне забезпечення цими елементами. Також відмічається значний вплив на дефіцит Ca та Fe, хоча ці відмінності було можливо оцінити лише на перших етапах росту та розвитку. У цей період рослини, за нестачі Ca та Fe, мали діаметр на 63,5-72,0 % менший, ніж у забезпечених рослин. Ці результати були підтверджені у працях Prado and Leal [60], Coelho та ін. [46] і Gondim та ін. [50], які оцінювали діаметр стебла рослин соняшнику.

Відсутність поживних речовин, головним чином N, P, K і Ca, серйозно впливала на діаметр стебла, оскільки вони є основними відповідальними за структурне формування рослин [58]. Кількість листя і, як наслідок, площа листя соняшнику сильно зменшилась за нестачі наступних елементів N, P, K, Ca, Fe та S. За відсутності Ca, Fe та S різниці становили 73,91, 78,26 та 26,09%. Негативний

вплив через відсутність елементів спричинило зменшення площі листя соняшнику, внаслідок чого відбувалось зменшення фотосинтезуючої поверхні.

Також, N, P, K та Ca необхідні для адекватного мінерального живлення рослин, щоб забезпечити нормальний їх ріст. Оскільки ці поживні речовини були відсутні у встановлених обробках, це вплинуло на ріст рослин соняшнику, а також на їхню суху біомасу.

Згідно з Prado and Leal [60], окремі недоліки N, P, K і Ca обмежують вегетативний ріст соняшнику і суху речовину рослини. Що стосується сірки, то не відмічалось жодного впливу на висоту рослини, діаметр стебла, кількість листків і площу листя. З іншого боку, дефіцит S вплинув на врожайність сухої речовини рослин соняшнику по відношенню до контролю.

Одним із методів визначення нестачі елементів живлення рослин є візуальна діагностика. Вона складається з оцінки та порівняння зовнішнього вигляду рослини, яка забезпечена усіма необхідними поживними речовинами, з іншою рослиною, яка має ознаки нестачі поживних речовин. У більшості випадків зовнішній вигляд листя зазвичай аналізується, але його можна проаналізувати в інших частинах рослини залежно від елемента, який відсутній [56, 61]. Однак до видимого прояву дефіциту поживних речовин цей дефіцит може вплинути на ріст та розвиток рослини, це називається прихованим голодом, який можна виявити лише за допомогою хімічного аналізу рослинного матеріалу або позакореневої [56].

Оскільки технологічний розвиток не стоїть на місці і інтенсивно розвиваються новітні технології, за допомогою яких можливе визначення стану рослин на етапі формування негативного впливу.

1.2. Роль позакореневого підживлення у живленні та удобренні соняшника

НУБІП УКРАЇНИ

Наукова проблема щодо особливостей мінерального живлення соняшника

має важливе значення для визначення теоретичних основ застосування добрив та

препаратів комбінованої дії. Нажаль, у сучасній науковій літературі знаходять

вкрай незначне відображення саме ті моменти, що висвітлюють особливості

споживання елементів живлення, особливо мезо- та мікроелементів. Якщо ж не

брати до уваги сучасні препарати, котрі містять в своєму складі водночас і хелатні

форми мікроелементів, і мікроорганізми з фунгіцидним ефектом, і стимулятори

різного походження, то цей аспект проблеми залишається взагалі «білою

плямою». Тому вважаємо за необхідне проаналізувати стан вивченості питання

стосовно ролі поживних речовин, їх взаємодії та ефективності застосовування

рістрегулюючих препаратів, маючи на увазі, що соняшник має суттєві

відмінності у характері мінерального живлення, порівняно з іншими культурами.

Щоб повніше забезпечити рослини елементами живлення протягом усіх

фаз розвитку, потрібно вміло поєднувати різні способи внесення добрив.

Позакореневе підживлення є одним із дієвих методів оптимізації живлення та

удобрення соняшника, за допомогою якого частково усувається негативний

вплив зовнішнього середовища [7].

Елементи живлення за внесення в ґрунт традиційних мінеральних добрив

культурними рослинами використовуються лише частково, так як значна частина

їх зв'язується у процесі фізико-хімічних реакцій, поглинається мікробною

біомасою, вимивається поверхневим стоком. Це призводить не тільки до низької

окупності від добрив, а й до забруднення навколишнього середовища [24].

На фоні різкого дефіциту мікродобрив потреба в мікроелементах є

особливо відчутною на основних типах ґрунтів Лісостепу. За багаторічними

спостереженнями без застосування добрив у польовій сівозміні середньорічні

НУБІП УКРАЇНИ

втрати становлять: Mn – 517; Zn – 227; Cu – 30; Co – 21; B – 55 г/га. Застосування мінеральних добрив збільшує від'ємний баланс мікроелементів, навіть внесення гною по 9 т/га сівозмінної площі з $N_{45}P_{67}K_{36}$ змінює на позитивний тільки баланс міді та молібдену.

За даними, отриманими в останні роки С. Е. Дегодюк, майже всі ґрунти Лісостепу України за рівнем забезпеченості цинком належать до низько забезпечених. Окрім того, в Правобережному та Лівобережному Лісостепу за вмістом міді до низько забезпечених відносяться сірі лісові й темно-сірі опідзолені ґрунти та частина чорноземів типових [12, 30, 33].

Для зернових культур показана оптимізація режиму живлення за рахунок комплексу бактеріальних і полімінеральних препаратів і добрив, які призначені для передпосівної стартової обробки насіння та здійснення безпосереднього позакореневого підживлення рослин [26, 27, 28].

Соняшнику потрібні азот, фосфор, магній і особлива калій і кальцій. Він також вимогливий до таких мікроелементів, як залізо, магній, бор, цинк і мідь, особливо чутливий до дефіциту бору. Коли бору недостатньо, ріст у висоту призупиняється повністю [25].

У Донецькому інституті АПВ досліджувалась ефективність комплексного біологічного препарату (КБП) і полімінерального добрива (ПМД) для передпосівної обробки насіння соняшника і подальшого позакореневого живлення. Для позакореневого підживлення посівів соняшника в фазі утворення кошиків використовували ПМД в дозі 2,5 л/га. Основу цього добрива становить розчин бром-йод-хлор-магнієвого типу, що містить близько 80% хлористого магнію, солі міді, цинку, заліза, кобальту, бору та ін. За підготовки цей розчин збагачувався азотом, калієм і фізіологічно активними речовинами. У результаті урожай соняшника підвищився у середньому на 0,24-0,30 т/га і становив 2,01 ц/га. Збір олії становив 11,0 т/га, що більше від контролю на 0,27 т/га [29].

Своєчасне позакореневе підживлення дає змогу істотно зменшити у рослин стрес від природних аномалій, пристосовує їх до навколишнього природного середовища, активізує мінеральне живлення рослин, уповільнює старіння тканин та створює комфортні умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур [39, 40].

Біологічну експертизу рідких комплексних добрив провів Інститут землеробства НААН. Вони застосовували препарат Омекс Мікромакс (MnO – 1.0 %, Fe – 2.0 %, Mn – 0.025 %, Cu – 0.25 %, Zn – 2.0 %, B – 0.75 %, Mo – 0.025 %, S – 1.4 %) у дозі 1 л/га за позакореневого підживлення соняшника у фазі 4-8 листків. Це дозволило отримати приріст урожайності насіння соняшника 0,74 т/га або 26 % до контролю, вміст жиру на 2,1-2,7 % перевищував контроль. Всі інші показники якості були на рівні варіанту без добрив [35].

В 2007 році проводилась виробнича перевірка в ФГ «Грига» Полтавської області позакореневого підживлення «Нутривантом Плюс олійний» (P₂O₅ – 20%, K₂O – 33%, MgO – 1,0%, S – 7,5%, B – 1,5%, Mn – 0,5%, Zn – 0,02%, Mo – 0,001%) гібриду соняшників «Арена» дозою 3 кг/га в фазу 4 – 6 пар листків. Урожайність соняшника становила 4,16 т/га, що на 9,13% (0,38 т/га) більше контролю. За цих умов додатковий прибуток був 953,28 грн./га, до окупність 1 грн. становила 13,0 грн [29, 35, 39].

Позакореневе підживлення не замінює основного удобрення, а є лише додатковим заходом збільшення врожаю і поліпшення його якості. У значній мірі це підживлення залежить від форми азотного добрива. Встановлено, що сірчаноокислий амоній, аміачну воду, аміачну селітру не можна використовувати для позакореневого підживлення, оскільки вони опікають листя. Краща форма азотного добрива для позакореневого підживлення – карбамід. Легко розчиняючись у воді, він, як правило, не опікає рослин. Опіки можуть виникнути лише в таких випадках, коли для обприскування використовують велику концентрацію робочого розчину (понад 20% за поживною речовиною) [20, 21].

Додавання до робочого розчину карбаміду підвищує пронику здатність кутикули листків, що сприяє проникненню в рослини пестицидів, підсилює їх ефективність, полегшує засвоєння через листя інших елементів живлення [34].

Осмотичний потенціал розчинів, застосовуваних для позакореневого підживлення, не повинен перевищувати осмотичного потенціалу клітинного соку

листків, тому що, збільшивши концентрацію розчину, можна обпекти листя.

Звичайно застосовують такі концентрації: H_3BO_3 – 0,03-0,05 %, ZnSO_4 – 0,03-0,05 %; MnSO_4 – 0,06-0,10 %; CuSO_4 – 0,02-0,05 %; $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ – 0,06-0,10 % [18].

Як показали експерименти Д.Бойнтон і Н.П.Красінського [19] з

радіоактивними ізотопами, процес поглинання мінеральних речовин з поверхні

листя відбувається протягом 1-3 діб. Поступово поглинені листками мінеральні

елементи розподіляються по всій рослині. У злаків і рослин з потужним восковим

нальотом на листках позакоренево живлення менш ефективно порівняно з

дводольними [20].

Ступінь і швидкість засвоєння елементів живлення з добрив через листя

значно вище, ніж при засвоєнні з добрив, внесених в ґрунт. Але об'єми

засвоєння елементів через листя обмежені. Найшвидше листя засвоює азот,

магній, натрій, повільніше – сірку і дуже повільно – калій, фосфор, кальцій і

мікроелементи [25]. Калій засвоюється в 21 раз повільніше, ніж азот з розчину

карбаміду і в 15 разів повільніше, ніж магній. Йому складніше проходити через

кутикулу листків. Це пов'язано з тим, що іон калія (K^+) в два рази крупніший, ніж

іон міді (Cu^{2+}) і магнія (Mg^{2+}). Катіони калія складають 2,66 А, а магнія (Mg^{2+}) –

лише 1,3 А, міді (Cu^{2+}) – 1,38 А [28, 31]. Ще повільніше поглинається листком

фосфор. У 30 разів повільніше, ніж азот з розчину карбаміду. Іон H_2PO_4 складає

9,97 А, що в 7,6 разів більше, ніж іон магнія і в 7,2 рази більше іона міді [37].

Таким чином, кількість засвоєного через листя калія і фосфора

порівняно з його загальною нормою дуже мало. Ці два макроелементи не

вимиваються з ґрунту і доступні рослині протягом вегетації. Тому немає великої потреби в їх позакореновому внесенні [21].

На сучасному етапі розвитку науки і виробництва мікроелементи не використовують у вигляді солей тому, що рослини не пристосовані для повного засвоєння неорганічних солей мікроелементів, солі металів є токсичними речовинами для рослин. Погортаючи в ґрунт, солі металів в результаті обмінних реакцій закріплюються в важкорозчинних формах [27].

Відкриття здатності рослин поглинати органічні речовини надало можливість керувати мінеральним живленням рослин, використовуючи так звані хелати, тобто комплекси — органічні речовини, до складу молекул яких входять ті чи інші хімічні елементи. До складу хелатів можуть входити макро- і мікроелементи. Сам ґумус ґрунту є природним хелатоутворювачем, і це є однією з причин високої родючості ґумусових ґрунтів. Використання мінеральних поживних речовин у вигляді хелатів як добрива є перспективним напрямком в агрономії [28].

Науково-виробничий центр «Реакон» (м. Дніпропетровськ) виробляє хелатні мікродобрива РЕАКОМ для передпосівної обробки насіння та позакоренового підживлення, що можуть застосовуватись як самостійно, так і в бакових сумішах із засобами захисту рослин, з якими вони є сумісними. На українському ринку нині присутні препарати польського виробництва з комерційною назвою «Цеовіт». Вони містять оптимальний набір макро- і мікроелементів. Українські фірми на дистрибуторській основі постачають аналогічні мікродобрива: «Плантафол», «Кристалон», «Новалон», добриво «Вуксал» [12].

Позакореневі листові підживлення рекомендується проводити за температури повітря не вище 25°C, оскільки за високих температур вода робочого розчину швидко випаровується, що призводить до підвищення

концентрації солей на поверхні листків та може викликати опіки рослин. Витрата робочого розчину при обприскуванні повинна бути не менше 250-300 л/га [16].

1.3 Сучасні інструменти визначення стресів у рослин

В Україні соняшник забезпечує майже 95 % загального виробництва олії, і тому є провідною олійною культурою [19]. За даними іноземного аграрного представництва при Міністерстві сільського господарства США, обсяги експорту соняшникової олії (2.9 млн т) в 2011/12 маркетинговому році вивели нашу державу за цим показником на перше місце у світі [22]. Проте стрімке нарощування валового збору соняшникового насіння як основної олійної сировини впродовж останніх років забезпечується переважно екстенсивним шляхом за рахунок різкого розширення посівних площ соняшнику. Як засвідчують праці фахівців Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН [29], науково обґрунтований рівень посівів соняшнику в Україні знаходиться в межах 2.0—2.5 млн га. Такі розміри посівних площ соняшнику займали до 1997 р. З 2003 р. вони вийшли за межі 3 млн га, а від 2008 р. вже перевищують 4 млн га. За даними Міністерства аграрної політики України найбільші площі під соняшник відводилися до нині у Дніпропетровській, Запорізькій, Миколаївській, і Донецькій областях [23]. Недотримання науково обґрунтованих оптимальних площ посівів соняшнику призводить до низки негативних явищ: поширення і посилення інтенсивності розвитку хвороб і шкідників, зниження родючості ґрунтів та ін. При цьому спостерігаються численні порушення технології вирощування соняшнику, коригування 8-9-пільних сівозмін і введення 3-4-пільних. Відомі посіви цієї культури і щорічно на одному місці (монокультура) без застосування спеціальних заходів. Це завдає значних збитків врожаю не тільки соняшнику, а й інших культур сівозміни через порушення агротехнічних

вимог. Вирішення виниклих проблем можливе лише за умов оптимізації площ вирощування олійних культур. В цьому ракурсі важливо вчасно отримувати незалежну та об'єктивну інформацію про фактичні розміри, відведені під посіви провідної олійної культури. Проте така задача ускладнюється через досить розтягнуті у часі строки сівби соняшнику, які у степовій зоні України переважно охоплюють період від другої декади квітня до третьої декади травня [31, 38].

Визначення факторів стресу для рослин часто є складним завданням, оскільки це може бути складним результатом дефіциту води, дефіциту поживних речовин та інфекції. Симптоми, викликані цими факторами стресу, також можуть

бути схожими. Таким чином, лише візуальне спостереження може призвести до неправильної діагностики, яка в кінцевому підсумку порушить заходи щодо усунення ураженої культури. Вимірювання спектрального відбиття може допомогти ідентифікувати та вибрати довжини хвиль, чутливі до різних типів

стресу рослин. Попередні дослідження показали, що стрес рослин змінює спектральний відбивний малюнок у видимому діапазоні (380-720 нм або F380-F720) та інфрачервоному діапазоні (720-1500 нм або F720-F1500). Як правило, величина зміни буде різною для різних довжин хвиль [66, 69,]. Така інформація сприяє ранньому виявленню стресу рослин, зокрема дефіциту поживних речовин.

Цей підхід потенційно може знизити експлуатаційні витрати на внесення добрив і мінімізувати гостру втрату продуктивності. У цьому огляді розглядається низка спектральних методів, які використовують дистанційне зондування для виявлення стресу рослинних поживних речовин і моніторингу стану живлення рослин [67, 68].

Дані спектрального відбиття обернено пропорційні рівню хлорофілу у листках і залежить від взаємодії, яка відбувається коли світло проникає в рослинну тканину, де воно буде поглинатися, відбиті від поверхні або передані через листя [69, 71].

Оптичні спектри залежать від пігменту листя вміст різних довжин хвиль поглинання, як запропоновано від Zwiggelaar [67] на основі компіляції існуючих досліджень повідомляється в літературі. Максимальний спектр поглинання, як правило, знайдений в синій області спектра (400-500 нм або F400-F500) і червона область спектра смуги хлорофілу (660-680 нм або F660-F680). Ось чому здорова рослина прагне поглинати більше синє та червоне світло, відбиваючи більшу частину зеленого та інфрачервоного світла, що робить його зеленим для людських очей. Так само, Жовто-зелений колір хлорозу часто характеризується більше поглиненого фіолетового світла, тоді як більше зеленого світла абсорбція

при дефіциті фосфору призводить до фіолетового кольору забарвлення країв листя і стебла. Дефіцит поживних речовин особливо азот знижує концентрацію хлорофілу листя, що призводить до нижчого та більшого поглинання світловідбиття у видимому або інфрачервоному діапазоні, як перевірено на

різних культурах, включаючи ячмінь, пшеницю та салат. Це узгоджується з більшістю висновків, які довели чутливість хлорофілу до фізіологічного стресу та ефективність виміряних відбитих спектрів при ідентифікації поживного стресу у рослин. Однак спектральні характеристики корисні для виявлення рослинного стресу, лише якщо задіяний один єдиний фактор. Цей підхід може бути складним

при розрізненні різних факторів стресу, що впливають на рослину одночасно, що, швидше за все, трапляються в реальності. Це пов'язано з тим, що деякі стресі чинники можуть впливати на фізіологію рослин подібним чином, як у випадку дефіциту поживних речовин і хвороб, а також зміни вмісту пігменту, вологості.

В результаті схожі спектральні відбитки можуть бути записані, таким чином поділ хвороб сільськогосподарських культур і стресу поживних речовин є дуже подібними [65, 69, 67, 70].

Тож, діагностика живлення рослин соняшника має дуже важливе значення у триманні стабільних врожаїв, а використання сучасних методів у поєднанні із традиційними дають можливість значно оптимізувати цей процес.

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Погодні умови проведення досліджень

Життєві процеси в рослинах необхідно вивчати в тісному взаємозв'язку з навколишнім середовищем. Всі фізіологічні процеси можуть відбуватися тільки за певних температурних умов. За низької температури вони призупиняються, особливо це стосується фотосинтезу, дихання, транспірації. Якщо температура повітря є дуже високою в рослинах посилюються процеси розпаду речовин і сповільнюються синтезу.

Важливе значення для нормального росту і розвитку рослин має волога, особливо це стосується картоплі. Температурний і водний режими відіграють важливу роль у формуванні високого врожаю відмінної якості.

Територія (ТОВ «Бістех ЛТД», київська область, Бориспільський район) для проведення наших досліджень знаходиться у другому агрокліматичному районі, який характеризується помірно-континентальним кліматом з нестабільним зволоженням (гідротермічний коефіцієнт 1,00–1,12). Для неї була характерною середньорічна температура повітря (за багаторічними даними Бориспільської метеостанції) на рівні 6–7 °С. Сума активних температур перевищувала 2500 °С. Середня температура повітря за вегетаційний період становила 17,5 °С. Перехід від одного сезону до іншого був поступовим. Для весни було характерним поступове потепління.

У середньому за вегетаційний період випадало близько 220 мм атмосферних опадів, а за рік – 471 мм. (рис.2.1). Такої кількості опадів не достатньо для оптимального забезпечення рослин вологою, хоча в окремі роки спостерігались різкі відмінні у розподілі опадів, особливо у липні.

Режим опадів не відзначався стабільністю. За 2022 р. (особливо протягом липня-серпня) під впливом спекотної сухої погоди поширювалася і посилювалася поверхняно-грунтова посуха, створюючи несприятливі агрометеорологічні умови для вегетації культури (рис.2.2).

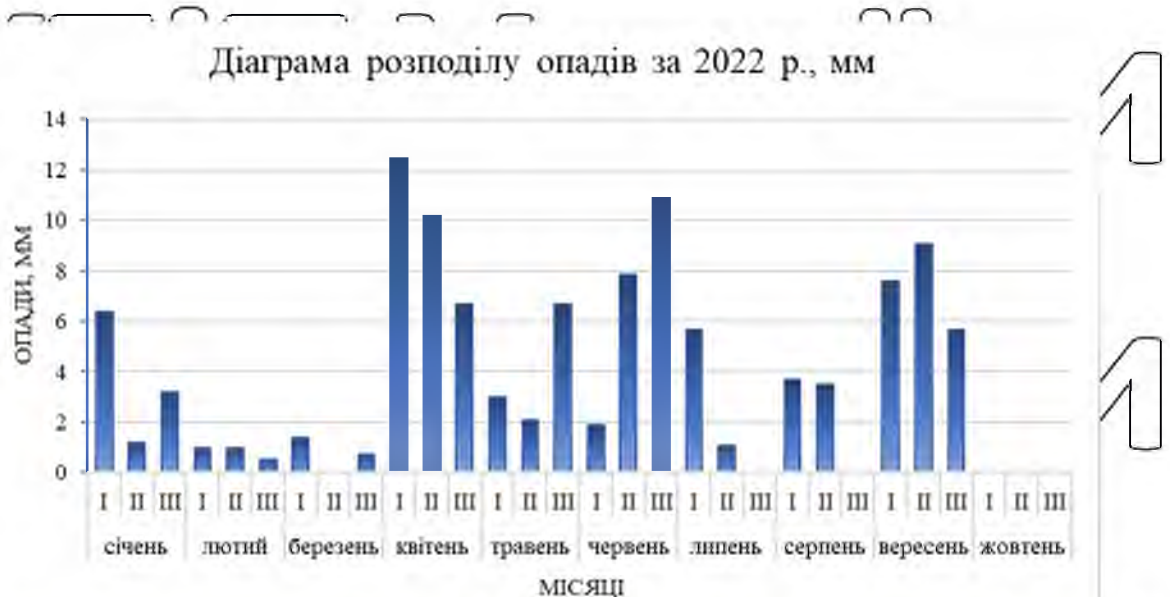


Рис. 2.1. Розподіл опадів за 2022 р.



Рис. 2.2. Розподіл температури повітря за 2022 р.

Основна кількість опадів за період вегетації соняшнику випала у квітні (28 мм) та червні (20 мм). Такі метеумови обумовлювали виникнення стресів у рослинах, що імовірно позначалось на їх урожайності. До сходовий період характеризувався нижчими температурами та більшою кількістю опадів на початкових етапах розвитку рослин, що сприяло дружнім сходам. Протягом вегетації культури, особливо у липні-серпні, склалися посушливі умови, що негативно впливали на її ріст та розвиток.

Погодні умови території, де проводились дослідження за ступенем типовості характеризувалися як не стабільні. Так, у 2022 р. весняний період характеризувався нетипово низькими температурами, що мало негативний вплив на проростання насіння та обумовлювало затримку сходів. Також цього року посушливими умовами характеризувався травень, що обумовлювало негативну дію на майбутній урожай. Нетипово вологим з різкою зміною на нетипово посушливі погодні умови характеризувався період з травня по червень.

2.2. Ґрунтові умови території проведення досліджень

Наші дослідження проводились на полях ТОВ «Біотех ЛТД», де ґрунтовий покрив характеризується лісовими ґрунтами, зокрема сірими та темно-сірими ґрунтами. Для проведення досліджень нами було обрано темно-сірий опідзолений легкосуглинковий ґрунт, який залягає на потужному шарі лесовидних суглинків. Він характеризується інтенсивним елювіюванням, в зв'язку з чим, порівняно з неоглесними аналогами, є більш кислим і менш насиченим основами, з більш потужним і краще гумусованим профілем.

Характерною особливістю території є майже повна відсутність лінійних ерозійних форм та дуже мала зміна гіпсометрії поверхні.

Підґрунтові води залягають на глибині 4–6 м, що обумовлює певні особливості фізико-хімічних властивостей ґрунту. Рослини можуть бути забезпеченими вологою навіть в роки з несприятливими метеорологічними умовами. Джерелом зволоження верхнього шару ґрунту є атмосферні опади.

Профіль ґрунту дослідної ділянки характеризується такими горизонтами:

– (HE) глибина залягання 0–36 см, гумусовий елювіований горизонт, добре елювіований, темно-сірий, свіжий, легкосуглинковий, нещільний.

– (H) глибина залягання 37–69 см, гумусований, бурувато-сірий, свіжий, легкосуглинковий, дрібно-горіхуватий, щільний, грані окремих грудочок мають сліди SiO_2 , перехід ясний.

– (I) глибина залягання 70–106 см, ілювіальний, коричнево-бурий, свіжий, легкосуглинковий, має горіхувато-призматичну структуру, дуже щільний, зустрічаються кротовини, перехід ясний.

– (Pi) глибина залягання 107–200 см, слабоілювіований, має бурувато-палевий колір, вологий, легкосуглинковий, має грудковато-призматичну структуру, перехід різкий.

– (PK) глибина залягання 126–200 см, бурувато-палевий карбонатний лесовидний суглинок [39].

Така характеристика ґрунту є однією із типових для Лівобережного Лісостепу України. Його бонітет коливається в межах 58–64 бали.

За результатами агрохімічних досліджень ґрунт дослідного поля характеризувався низьким вмістом гумусу (1,83 %), слабкислою реакцією ґрунтового середовища (рН 5,28), низьким вмістом мінерального азоту, високим вмістом рухомого фосфору та підвищеним вмістом рухомого калію, середнім вмістом кальцію, магнію, низьким вмістом мангану, цинку та міді, середнім вмістом кобальту (табл. 2.1).

НУБІП України

Таблиця 2.1
Агрохімічні показники темно-сірого опідзеленого легкосуглинкового ґрунту, 2022 р.

Показник	Глибина відбору зразків, см		
	0-20	20-40	
pH _{KCl}	5,28	5,12	
Вміст гумусу, %	1,83	1,75	
Ємність катіонного обміну, мг-екв./100 г	11,3	24,2	
Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г	2,10	2,61	
Ступінь насичення основами, %	82,7	90,5	
Вміст	N мін, мг/кг	10,4	8,6
	P ₂ O ₅ , мг/кг	264	201
	K ₂ O, мг/кг	274	148,5

За своїми агрохімічними показниками темно-сірий опідзелений лесосуглинковий на лесі ґрунт дослідної ділянки є придатним для вирощування соняшника за умови оптимізації живлення рослин шляхом включення позакоренових підживлень.

Отже, ґрунтово-кліматичні умови території в допустимих діапазонах відповідають біологічним вимогам рослин соняшнику. Проте для отримання високих і сталих врожаїв з відповідними показниками якості потребуються раціональні підходи до технології його вирощування, зокрема, до забезпечення рослин елементами живлення та підвищення стресостійкості.

НУБІП України

2.3 Методика проведення досліджень

Дослідження були виконані на кафедрі агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Духечкіна Національного університету біоресурсів та природокористування України у виробничому польовому досліді на базі ТОВ «Біотех ЛТД», що районується у Бориспільському районі, Київської області відповідно попередньо розробленої схеми досліді (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2

Схема проведення дослідження на соняшнику, 2022 р.

№ діляки	Типовість ділянки	Варіант досліді
1	Не оптимальна ділянка	Без підживлення (контроль)
2		Підживлення БіоБор (1 л/га)
3		Підживлення БіоКальцій (2 л/га)
4	Середня ділянка	Без підживлення (контроль)
5		Підживлення БіоБор (1 л/га)
6		Підживлення БіоКальцій (2 л/га)
7	Оптимальна ділянка	Без підживлення (контроль)
8		Підживлення БіоБор (1 л/га)
9		Підживлення БіоКальцій (2 л/га)

Схема досліді включала в себе 3 дослідні ділянки, які відрізнялися між собою за різними рівнями продуктивності, вони були виділені у результаті дистанційного моніторингу посівів соняшнику. Поділ та зонування поля проводили за допомогою платформи для супутникового моніторингу Stop monitoring. За результатами поділу на зони і їх аналіз на цих ділянках було розроблено систему для проведення позакоренових підживлень, мікродобривами такими як: БіоБор, БіоКальцій, характеристика яких представлена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Характеристика мікродобрив, що застосовувались у досліді , 2022 р.

Добриво	Вміст елементів живлення, г/л
БіоБор	В – 150
БіоКальцій	СаО – 50 г/л

Ці ділянки були розподілені за рівнем продуктивності NDVI (Нормалізований диференційний вегетаційний індекс, показник кількості фотосинтетичної активної біомаси). Цей індекс є одним з найпопулярніших і вживаним, з поміж інших індексів для вирішення завдань, по визначенню кількісної оцінки рослинного покриву. Ділянка №1 характеризувалась низьким показником вегетаційного індекса, ділянка №2 – середнім і ділянка №3 - високим показником вегетаційного індекса.

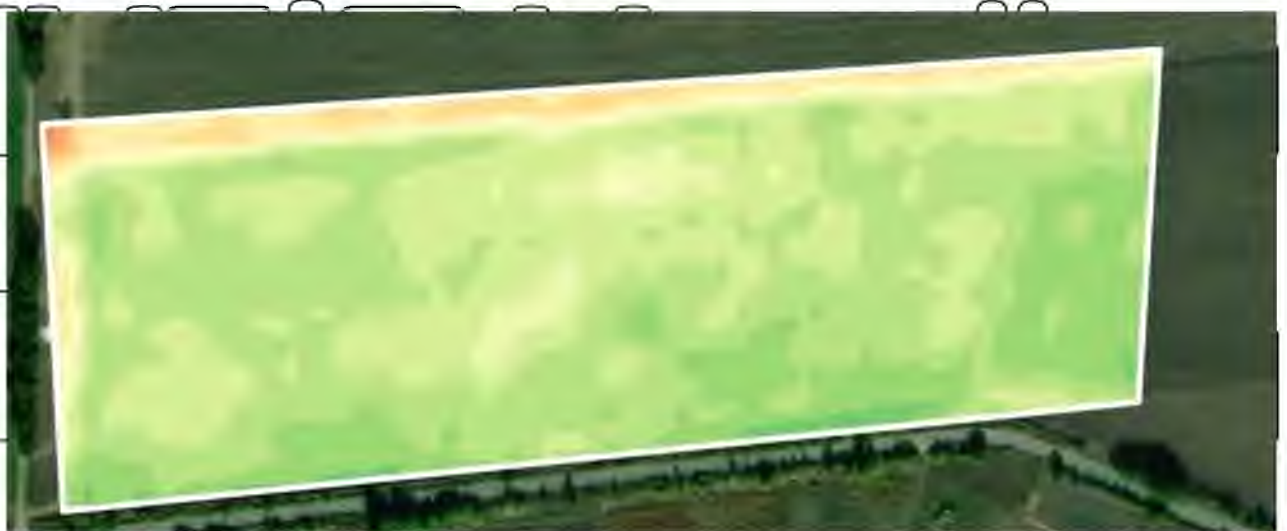


Рисунок 2.3 Знімок NDVI рослин при постановці завдання розбивки досліду

Площа облікової ділянки становила у контролі 50,0 м², а у варіантах з підживленням – 25 м². Повторність досліду – 3-кратна. Розміщення варіантів було систематичним.

Для проведення досліджень було обрано середньостиглий гібрид Суміко (оригіна́тор Сингента).

Гібрид має вегетаційний період 103-108 днів, характеризується середніми темпами росту на перших етапах розвитку, високоолійний (олійність складає близько 55%).

Технологія вирощування культури передбачала наступні агрономічні прийоми: основний обробіток проводиться восени у вигляді щільовання на глибину 38-40 см (JOHN DEERE + щільовач). На весні проводилося закриття вологи дискуванням на глибину 5-7 см (JOHN DEERE + VADERSTAD CARRIER R400).

Калійні добрива вносилися перед щільованням у нормі 150 кг (K₉₀) на гектар.

Посів проводився з одночасним внесенням добрив у вигляді РКД у нормі 100кг (N₈P₂₄). При культивації вносився карбамід у нормі 120кг (N₅₅) на гектар.

У якості гербіцидного захисту до злакової групи вноситься Фюзілад форте у нормі 1 л/га. Проти дводольних Камео 25 г/га.

На дослідних ділянках позакорене́ве підживлення проводили ручним дослідним оприскувачем для дрібноділянкових дослідів.

Зразки ґрунту і рослин відбирали перед підживленням у наступні фази росту та розвитку соняшнику: у фазу 8-9 листків, зірочки (ВВСН 51-59), технічна стиглість.

Лабораторні аналізи проводили у лабораторіях кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва. Відбір та підготовка зразків ґрунту до аналізів здійснювалась згідно ДСТУ ISO 10381-2:2004 та ДСТУ ISO 11464 – 2001. В них визначали вміст:

- амонійного азоту фотокolorиметричним методом з реактивом Несслера (ДСТУ 4729:2007);

- нітрагного азоту іонселективним методом (ГОСТ 26951–86);

- рухомих сполук фосфору фотокolorиметрично за методом Кірсанова (ДСТУ 4115-2002);

- рухомого калію за методом Кірсанова із використанням полуменевої фотометрії (ДСТУ 4115-2002);

- вологість ґрунту – термогравіметричним методом (ДСТУ ISO 11465–2001);

В зразках рослин визначали вміст:

- сухої речовини – термогравіметричним методом (ГОСТ 29268–89);

Для оцінки якості насіння використовували інфрачервоний аналізатор, сухої речовини – термогравіметрично.

Збір врожаю проводили механізовано з усієї дослідної ділянки у фазу технічної стиглості згідно загальноприйнятих методик. Математичну обробку результатів досліджень проводили шляхом статистичного (дисперсійного та кореляційного) аналізу за допомогою комп'ютерної програми MS Excel.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА РОБОТА

НУБІП України

3.1. Традиційна діагностика елементів живлення у темно-сірому опідзоленому ґрунті

НУБІП України

Живлення культур є важливим аспектом любого сільськогосподарського вирощування культур. Як і для всіх культур важливим елементом є азот. Азот впливає на наростання вегетативної частини, кореневої системи, генеративних органів і формування врожаю вцілому. Він є основним будівельним матеріалом для всіх культур і соняшника зокрема. Входить до складу ферментів, гормонів, та є головним у формуванні білків а також – хлорофілу.

НУБІП України

Проте надлишок азот в соняшнику на відміну від більшості інших культур, за переходу від цвітіння до наміву зерна, не зупиняються ростові процеси. У більшості інших культур за такого переходу всі ростові процеси призупиняються. Але у соняшника все навпаки. Він продовжує свій ріст протягом всього періоду вегетації.

НУБІП України

За результатами проведених нами досліджень було отримано наступні тенденції вмісту мінерального азоту в ґрунті за зонами неоднорідності вмісту мінерального азот збільшувався від неоптимальної до оптимальної фази 8-9 листків (ВВСН 30-33) його вміст становив від 20,1 мг/кг ґрунту до 35,8 мг/кг (Табл. 3.1). Зокрема, в цю фазу вміст на неоптимальній ділянці становив 20,1 мг/кг, на ділянці із середньою продуктивністю – 29,8 мг/кг і на оптимальній ділянці становив 35,8 мг/кг ґрунту. Аналогічна тенденція спостерігалась і у фазу зірочки (ВВСН 51-52) вміст мінерального азот становив 15,7 мг/кг на неоптимальній ділянці поля і зростав до 19,2 мг/кг на ділянці із середньою продуктивністю і 27,1 мг/кг за оптимальної ділянки. Слід відмітити, що по

НУБІП України

НУБІП України

вегетатії між фазами вміст азот суттєво скоротився на неоптимальній ділянці на 4,4 мг/кг, а за середньої та оптимальної ділянки ця різниця становила 10,7 та 8,80 мг/кг відповідно. Такі зміни пояснюються тим, що на середній та оптимальній ділянці рослини були кращі за розвитком і відповідно споживали більшу кількість азоту, що підтверджується дистанційним моніторингом цих рослин. В шарі ґрунту 20-40 см результати були нижчими порівняно з шаром 0-20 см, проте загалом мали характерні закономірності як і у шарі ґрунту 0-20 см.

Таблиця 3.1

Вміст мінерального азоту в темно-сірому опідзоленому ґрунті, мг/кг, 2022

№ п/п	Варіант дослід	Шар ґрунту, см	Фази росту і розвитку рослин			
			8-9 листків (ВВСН 30-33)	Зірочки (ВВСН 51-52)	Формування насіння (ВВСН 71-72)	
1	неоптимальна	0-20	20,1	15,7	8,3	
2		20-40	14,6	15,2	4,0	
3		3 підживлення БіоСа	0-20			5,0
4			20-40			6,9
5		3 підживлення БіоВ	0-20			10,3
6			20-40			3,4
7	середня	0-20	29,8	19,2	9,0	
8		20-40	26,4	10,9	6,4	
9		3 підживлення БіоСа	0-20			14,8
10			20-40			7,9
11		3 підживлення БіоВ	0-20			13,1
12			20-40			3,6
13	оптимальна	0-20	35,8	27,1	6,2	
14		20-40	25,2	19,8	5,1	
15		3 підживлення БіоСа	0-20			7,6
16			20-40			8,1
17		3 підживлення БіоВ	0-20			9,8
18			20-40			5,3

У фазу формування насіння вміст мінерального азоту суттєво не відрізнявся між зонами продуктивності та становив 6,20-8,30 мг/кг ґрунту на варіанті з контролем (без підживлення). На варіантах підживленням на неоптимальній і оптимальній ділянках вміст мінерального азоту суттєво не відрізнявся. А на ділянці із середньою забезпеченістю вміст азоту був суттєво вищим у шарі ґрунту 0-20 см 14,8 мг/кг на варіанті із підживленням кальцієм і 13,1 мг/кг на варіанті із підживленням бором.

Фосфор сприяє розвитку кореневої системи соняшнику і наземних його органів. Під його впливом відбувається закладка репродуктивних органів з більшою кількістю зародкових квіток у кошику.

На відміну від азоту, фосфор сприяє збільшенню не тільки врожайності, але й показників якості насіння, зокрема саме вмісту жиру. Тому внесення фосфорних добрив на різних ґрунтах сприяє підвищенню не тільки врожайності насіння але й вмісту жиру в ньому.

За достатньому фосфорного живлення рослини соняшнику більш продуктивно використовують вологу ґрунту.

За результатами наших досліджень було відмічено, що найбільший вміст фосфору спостерігався на оптимальній ділянці, і складав шарі ґрунту 0-20 см 291-429 мг/кг, а шарі 20-40 см 296-441 мг/кг (табл. 3.2). Тоді як найменший вміст був на середній ділянці 105-246 мг/кг.

У фазу 8-9 листків його вміст становив 187 мг/кг на неоптимальній ділянці, 105 мг/кг на середній ділянці і 296 мг/кг на оптимальній ділянці. За фази зірочки вміст рухомих сполук фосфору на неоптимальній ділянці шарі 0-20 см залишився без змін, тоді як у шарі 20-40 см підвищився до 173 мг/кг ґрунту за середньої продуктивності поля вміст фосфору у шарі 0-20 см підвищився до 137 мг/кг, а у шарі 20-40 зменшився до рівня 102 мг/кг. Така ж тенденція відмічалась і за оптимальної ділянки поля 360 мг/кг у шарі 0-20 см і 385 мг/кг у шарі 20-40 см. У фазу формування насіння на неоптимальній ділянці поля вміст значних змін

не зазнав і становив у шарі 0-20 см – 204 мг/кг і у шарі 20-40 см – 171 мг/кг ґрунту. На середній та оптимальних ділянках поля вміст значно підвищився і 161 і 429 мг/кг у шарі ґрунту 0-20 см та 246 і 441 мг/кг у шарі 20-40 см.

Таблиця 3.2

Вміст рухомих сполук фосфору в темно-сірому опідзоленому ґрунті, мг/кг, 2022

№ п/п	Варіант дослід	Шар ґрунту, см	Фази росту і розвитку рослини		
			8-9 листків (ВВСН 30-33)	Зірочки (ВВСН 51-52)	Формування насіння (ВВСН 71-72)
1	Контроль (без підживлення)	0-20	187	187	204
2		20-40	140	173	171
3		0-20	180		180
4		20-40			190
5		0-20			184
6		20-40			178
7	3 підживлення БіоСа	0-20	105	137	161
8		20-40	137	102	246
9		0-20			140
10		20-40			152
11		0-20			162
12		20-40			163
13	3 підживлення БіоВ	0-20	291	360	429
14		20-40	296	385	441
15		0-20			410
16		20-40			400
17		0-20			389
18		20-40			378

На варіантах із проведенням позакоренових підживлень БіоСа і БіоВ сприяло зменшенню вмісту порівняно до контролю (без підживлення). Зокрема, на не оптимальній ділянці вміст фосфору становив 180 і 184 мг/кг ґрунту. За середньої зони поля вміст знизився тільки на варіанті де вносився БіоСа і становив 140 мг/кг. За оптимальної ділянки поля вміст знижувався на всіх варіантах із підживленням. Із підживленням БіоСа він становив 410 мг/кг і за підживлення БіоВ – 389 мг/кг.

Калій є також елементом без якого не вдасться отримати високого врожаю.

Оскільки він відповідає за тургор, що в свою чергу обумовлює ефективність використання вологи з ґрунту, а відповідно, це відіграє важливу роль у посухостійкості рослини. Він приймає участь в утворенні білків, крохмалю, транспортуванню поживних речовин та води по всій рослині, від чого безпосередньо залежить і дозрівання соняшнику. Загалом калій позитивно впливає на імунітет рослини, стійкість до грибкових хвороб, посухи та інших стресових факторів. В загалу підвищує якість отриманої продукції.

Його дефіцит проявляється на ґрунтах, які дуже бідні на цей елемент. Зазвичай, це зона Лісостепу та Полісся, де потреба у внесенні калійних добрив є важливою. У Лісостеповій зоні, важливо звертати увагу на вміст калію в доступній формі. Дефіцит калію призводить до ламкого і тонкого стеблостою в результаті чого відбувається зменшення олійності та кількості насичених і не насичених кислот.

В результаті наших досліджень тенденція вмісту калію була обернено до фосфору. Найвищим вмістом обмінних сполук калію у ґрунті характеризувалась неоптимальна ділянка дослідів у фазу 8-9 листків 328 мг/кг, в цю ж фазу вміст на ділянці із середньою продуктивністю становив у шарі ґрунту 0-20 см 148 мг/кг, а на оптимальній ділянці його вміст досягав вмісту 195 мг/кг (Табл 3.4).

Вміст обмінних сполук калію в темно-сірому опідзеленому ґрунті,
 мг/кг, 2022

№ п/п	Варіант дослідження	Шар ґрунту, см	Фази росту і розвитку рослин		
			8-9 листків (ВВСН 30-33)	Зірочки (ВВСН 51-52)	Формування насіння (ВВСН 71-72)
1	неоптимальна	0-20	328	250	164
2		20-40	140	273	93,6
3		0-20			152
4		20-40			154
5		0-20			145
6		20-40			165
7	середній	0-20	148	187	125
8		20-40	124	397	148
9		0-20			132
10		20-40			145
11		0-20			154
12		20-40			152
13	оптимальна	0-20	195	226	164
14		20-40	164	163	203
15		0-20			187
16		20-40			156
17		0-20			175
18		20-40			146

За досягнення рослин соняшнику фази зірочки вміст калію у ґрунті знизився на не оптимальній ділянці 250 мг/кг, а на середній та оптимальній ділянках його вміст навпаки збільшився до рівня 187 і 226 мг/кг ґрунту, така

тенденція може свідчити про те, що на середній та оптимальній ділянках розвиток рослин швидший аніж за неоптимальної ділянки.

У фазу формування насіння вміст калію знизився на всіх ділянках та варіантах. Так, на неоптимальній ділянці його вміст знизився до 164 мг/кг, середній ділянці – 125 мг/кг і оптимальній – 164 мг/кг. На варіантах із підживленням кальцієм і бором за неоптимальної ділянки вміст калію порівняно з контролем вміст знизився на 12 мг/кг (підживлення БіоКальцій) та 7 мг/кг (підживлення БіоБор). Тоді як, аналогічні варіанти з підживленням на середній ділянці поля відмічалась обернена тенденція його вміст зростав до рівня 132 мг/кг

за підживлення БіоКальцієм та до – 154 мг/кг за підживлення БіоБор. В той же час слід відмітити, що на оптимальній ділянці поля вміст калію найбільш підвищився за підживлення БіоКальцієм на 23 мг/кг, а на варіанті із підживленням БіоБором цей показник підвищився тільки на 12 мг/кг. Такі тенденції можуть

бути пов'язані, що на неоптимальній ділянці поля позакореневе підживлення сприяло підвищення ростових процесів у рослинах, що в свою чергу обумовило додаткове споживання калію із ґрунту у порівнянні до варіанту де позакореневі підживлення не проводили.

3.2. Дистанційний моніторинг рослин соняшнику

Дистанційний моніторинг і використання цифрових технологій є важливими для застосування підходу точного землеробства, що значно сприяє підвищенню якості сільськогосподарської продукції.

У наш час через зменшення площі сільськогосподарських угідь та зростання населення та попиту на продовольство картографування, дослідження та моніторинг сільськогосподарської продукції є важливими. За допомогою

техніки дистанційного зондування стало швидше та економічніше контролювати сільськогосподарську продукцію у великих масштабах. Метою дослідження є моніторинг вегетативних соняшнику, використовуючи різні індекси рослинності, отримані супутниковими знімками. Для моніторингу вегетативних стадій використовували індекси рослинності, отримані з мультимедійних супутникових зображень Sentinel-2, а саме Нормалізований диференціальний індекс рослинності (NDVI), Нормалізований диференціальний індекс рослинності червоний край, Нормалізований диференціальний індекс рослинності та Нормалізований різний індекс.

Оскільки тимчасова роздільна здатність супутників Sentinel-2 становила 5 днів, знімки були отримані на кожній стадії двох установок з січня по вересень. Значення відбиття двох рослин на всіх стадіях були отримані відповідно до чотирьох різних індексів. У результаті дослідження найвищі показники відбивної здатності рослин пшениці та соняшнику спостерігалися в період цвітіння. Значення відбиття двох рослин на всіх стадіях були отримані відповідно до чотирьох різних індексів. У результаті дослідження найвищі показники відбивної здатності рослин пшениці та соняшнику спостерігалися в період цвітіння. Значення відбиття двох рослин на всіх стадіях були отримані відповідно до чотирьох різних індексів. У результаті дослідження найвищі показники відбивної здатності рослин пшениці та соняшнику спостерігалися в період цвітіння.

Під час проведення нами досліджень по діагностиці стану рослин за дистанційного моніторингу нами використалась веб-платформа для дистанційного моніторингу від компанії EOS Crop Monitoring. Дана платформа дозволяє аналізувати рослини протягом їх періоду вегетації за допомогою 4 індексів. Для наших досліджень було використано індекс NDVI.

За даними індекса NDVI у фазу 8-9 листків було виділені зони поля за станом рослин. Зокрема, поле було поділено на 3 зони неоптимальну, середню та оптимальну.

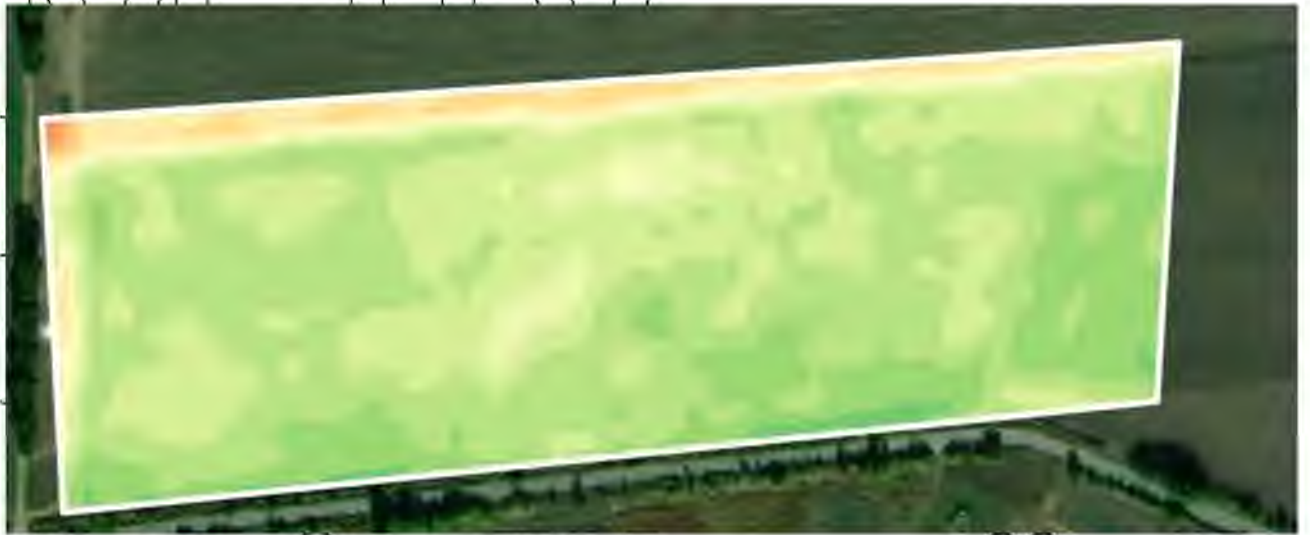


Рис. 3.4 Супутниковий знімок стану вегетативної маси рослин (індекс NDWI) у фазу 8-9 листків (BBCH 30-33) 15,06



Рис. 3.5 Супутниковий знімок стану вегетативної маси рослин (індекс NDVI) у фазу зрізання (BBCH 51-53) 25,06

Так, на рисунку 3.4 спостерігається нерівномірність поля за станом рослин, а отже і за продуктивністю самого поля. В результаті аналізу, цих даних було прийнято рішення про проведення позакореневого підживлення кальціє- та

борвмісними препаратами. У цю фазу максимального значення індекс NDVI досягав 0,7 на оптимальній зоні поля, на середній він становив – 0,50 і на неоптимальній ділянці 0,55.

За досягнення рослинами фази зірочки загалом по полі індекс NDVI підвищився, зони неоднорідності стали менш виокремлені, але зберігалась тенденція їх локалізації. Так, на знімку індекса NDVI (Рис. 3.5) значення показника підвищилась до 0,9 на оптимальній ділянці, 0,85 – середній та 0,70 – неоптимальна. Така тенденція пояснюється інтенсивним наростанням вегетативної маси рослинами та створення 100% проекційного покриття до поверхні ґрунту.



Рис. 3.6 Супутниковий знімок стану вегетативної маси рослин (індекс NDVI) у фазу формування насіння (BBCH 71-72) 20,07

У фазу формування насіння спостерігалось зниження індекса та майже по всьому полі спостерігалось рівномірний розподіл. Так, у цю фазу індекс NDVI становив 0,85 на більшій частині поля, та 0,9 на оптимальних ділянках.

3.3 Урожайність та показники якості соняшнику за умов діагностики мінерального живлення

Живлення рослин є одним із найважливіших процесів, який підлягає контролю. Його регулюванням можливо здійснювати шляхом використання різних доз, форм та строків внесення добрив. Також варто враховувати умови вирощування, біологічні і фізіологічні особливості рослин та коефіцієнти використання із ґрунту поживних речовин безпосередньо культурою. Керуючи умовами живлення, ми маємо змогу регулювати обмін мінеральних речовин у рослинах та безумовно впливати на наш майбутній урожай.

Потреба рослин у елементах живлення має прямопропорційну залежність від поглинання цих елементів кореневою системою із ґрунту, швидкість поглинання цих елементів кореневою системою безумовно залежить від величини концентрації цих іонів на поверхні коренів та у прикореневому шарі, тоді ж наявність цих елементів в орному шарі (0-20 см). Швидкість переміщення елементів живлення до коренів залежить від процесу дифузії. Тобто від зони з високою концентрацією у ґрунті кількість елементів з часом переміщуються у зони з нижчою концентрацією. Посилення процесу дифузії можна обумовити поліпшенням вологозабезпеченості рослин. Використання таких прийомів у допустимих межах підвищує коефіцієнти використання елементів із мінеральних добрив.

Слід зауважити, що рослини мають періоди максимального використання елементів живлення, коли за короткий період надходить найбільша кількість поживних елементів.

Азот і фосфор особливо найбільш необхідні у фазу утворення кошиків, в період наливу насіння, калій більш важливіший на початку утворення насіння і до початку його дозрівання.

Споживання азоту рослинами спостерігається у фазу інтенсивного росту рослини. Дуже велика норма азоту може обумовити значне зниження стійкості соняшнику до вилягання і хвороб.

Потреби культури у фосфорі дещо менша, ніж у калію та азоту. Соняшник активно споживає фосфор від початку сходів до появи утворення. За нестачі фосфорного живлення у цей період досить помітно знизиться здатність коренів поглинати й інші необхідні елементи. Також важливим є те, що саме фосфор посилює розвиток репродуктивних органів. За достатньої кількості фосфору рослина більш активно накопичує олію в насінні.

Із мікроелементів найважливішим є бор (для 1 тони урожаю потрібно від 50 до 60 г). Основна частка бору (близько 80%) споживається від фази 5-6-ти листків і до появи бутонів та квіток. Для усунення дефіциту цього елемента частіше використовують хелатне мікродобриво.

За результатами наших досліджень максимальну урожайність вдалося отримати на варіанті із застосуванням позакореневого підживлення Біокальцієм на оптимальній ділянці поля 9,00 т/га (табл. 3.4).

За проведення підживлення БіоБором врожайність було нижчою і становила 6,30 т/га, що на 1,30 т/га, було нижче за варіант із контролем та на 2,70 т/га менше порівняно до варіанта із підживленням Біокальцієм. На ділянці із середньою продуктивністю поля вміст у контролі становив 5,50 т/га, що було менше на 2,10 т/га порівняно до цього ж варіанту, але за оптимальної ділянки.

Підживлення Біокальцієм сприяло збільшенню урожайності до рівня 6,20 т/га, а підживлення БіоБором до – 6,70 т/га, що було на 0,7 і 1,2 т/га вище порівняно до контролю. На неоптимальній ділянці позитивно підживлення вплинуло лише за використання добрива Біокальцій урожайність становила 4,40 т/га ґрунту, а за підживлення БіоБором урожайність була найнижчою (3,27 т/га) навіть за контрольний варіант.

Таблиця 3.4

Урожайність соняшника за умов оптимізації мінерального живлення, т/га, 2022р.

№	Варіант дослідю	Урожайність	Приріст врожаю, т/га	%
1	неоптимальна	Контроль (без підживлення)	3,70	-
2		3 підживлення БіоСа	4,40	0,70
3		3 підживлення БіоВ	3,27	-0,40
4	Середній	Контроль (без підживлення)	5,50	-
5		3 підживлення БіоСа	6,20	0,70
6		3 підживлення БіоВ	6,70	1,20
7	Оптимальний	Контроль (без підживлення)	7,60	-
8		3 підживлення БіоСа	9,00	1,40
9		3 підживлення БіоВ	6,30	-1,30

Таким чином позакореневі підживлення були ефективними на середній ділянці продуктивності поля. На інших ділянках поля (неоптимальній і оптимальній) ефективним було тільки підживлення добривом БіоКальцій.

Для нормального росту і розвитку рослин застосування тільки мінеральних добрив є недостатньо. Важливу роль мікроелементів у живленні рослин відіграють Cu, Mo, Mn, Co, Zn, B та інші підвищуючи активність ферментів у рослинному організмі, в наслідок чого покращується використання рослинами поживних речовин із ґрунту та добрив, впливають на урожайність та показники якості насіння. Доєсть критичними щодо зниження урожайності соняшнику за умов дефіциту мікроелементів є фаза росту і розвитку рослин 2–3 листків та бутонізації (8–10 пар листків). Нестача у ці періоди бору, цинку та марганцю може призвести до зниження врожайності.

Соняшник є культурою яка дуже чутлива до нестачі бору, особливо за умов посухи та на карбонатних ґрунтах. В забезпечує проростання пилку та запліднення квіток, а за його дефіциту молоді листки піддаються деформації.

За результатами проведених нами досліджень, було встановлена закономірність зростання вмісту олії. Так, на неоптимальній ділянці цей вміст становив 46,6%, що становило найменший результат (табл. 3.5).

Таблиця 3.5.

Показники якості насіння соняшника, 2022 р.

№ п/п	варіант дослід	Олійність, %
1	неоптимальна	46,6
2	Середній	47,5
3	оптимальна	49,0

За умов середньої продуктивності вміст олії підвищився на 0,9 % та становив 47,5%, в той час як на оптимальній ділянці вміст олійності становив 49,0%, що 2,40% вище за показник на неоптимальній ділянці, та 1,50% за вміст середньої ділянки.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА ЗА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНИТОРИНГУ

Проаналізувавши цінову політику на українському ринку насіння соняшнику і його урожайність та затрати на вирощування. Розрахунок оцінки економічної ефективності вирощування соняшнику, залежно від затрат, урожаю та цін реалізації в умовах нестабільного ринку, що враховує ймовірну ринкову ситуацію, фактори ризику, оптимістичні та песимістичні умови розвитку галузі.

Основою умов правильного визначення ефективності гібридів соняшника у господарствах є отримання достовірних даних про прибавку до урожаю за рахунок селекції гібридів, мінерального живлення і ґрунтово-кліматичних умов відповідної зони. Прибавка до урожаю - це головний показник усіх економічних розрахунків. Величину цього показника встановлюють прямим методом на основі результатів із тимчасових польових дослідів після порівняння даних урожаю на ділянках між різними гібридами та умовами живлення [53].

Найкращим випадком вважається, коли досліди проводять у тому самому господарстві, у виробничих умов якого визначається приріст урожаю. Але позитивні результати отримують також і під час використання даних досліджень, проведених в ідентичних до господарських ґрунтово-кліматичних умовах.

Визначивши величину прибавки урожаю від проведених підживлень мінеральними добривами, потім розраховують показники економічної ефективності після того як проведуть зіставлення вартості доданої продукції з витратами на її виробництво. При розрахунку вартості прибавки до урожаю враховують кількість основної та побічної продукції, а також її якості. Продукцію, отриману за рахунок мінерального живлення, оцінюють за цінами фактичної реалізації.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сояшника

№ п/п	Варіанти дослідів	Урожай, т/га	Вартість прибавки врожаю, грн/га	Затрати на добрива і реалізацію додаткової продукції, грн/га	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %	
1	Неоптимальна зона поля	Контроль (без підживлення)	3,70	40700	38889	1811	4,66
2		3 підживлення БіоСа	4,40	48400	39109	9291	23,8
3		3 підживлення БіоВ	3,27	35970	39131	-3161	-8,08
4	Середня зона поля	Контроль (без підживлення)	5,50	60500	38889	21611	55,6
5		3 підживлення БіоСа	6,20	68200	39109	29091	74,4
6		3 підживлення БіоВ	6,70	73700	39131	34569	88,3
7	Оптимальна зона поля	Контроль (без підживлення)	7,60	83600	38889	44711	115
8		3 підживлення БіоСа	9,00	99000	39109	59891	153
9		3 підживлення БіоВ	6,30	69300	39131	30169	77,1

За результатами проведених досліджень із застосуванням позакоренових підживлень мікродобривами бором та кальцієм було отримано найвищий прибуток на оптимальній ділянці поля у варіанті із застосуванням позакоренового підживлення 99000 грн із рівнем рентабельності 153 %

(табл. 4.1). На цій ділянці всі варіанти мали позитивний прибуток. Так за підживлення Біобором він становив 39131 грн і рівень рентабельності 77,1%. За середньої зони поля рівень рентабельності у варіанті без підживлень становив 55,6%, у варіанті із підживленням біокальцієм 74,4 % і у варіанті із біобором – 88,3%. В той час коли на ділянці із неоптимальними рослинами, підживлення

біобором не спрацювало і прибуток та рівень рентабельності становив від'ємне значення – 3161 грн та -8,08%. Що пояснюється не доцільним проведення позакоренових підживлень на цій ділянці. Проте за цих умов підживлення

Біокальцієм мало позитивний ефект і економічні показники склали рівень прибутку 9291 грн та рівень рентабельності 23,8%. Загалом найменша економічна ефективність була отримана на неоптимальній ділянці поля, а найвищу за оптимальної ділянки поля.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі наведено теоретичні та експериментальні данні, щодо діагностики мінерального живлення соняшнику за допомогою дистанційного моніторингу.

1. Найвищим вмістом азоту у ґрунті було отримана на оптимальній ділянці

35,8 мг/кг. Вміст рухомих сполук фосфор отримано на варіантах ділянки із оптимальним забезпечення 429 мг/кг, а калію – 226 мг-кг.

2. За внесення позакоренових підживлень біокальцієм у нормі 2 л/га у фазу

утворення зірочки отримано врожайність на рівні 9,00 т/га з олійністю

49,0%.

3. Внесення добрива біокальцій у нормі 2 л/га у фазу утворення зірочки

отримано максимальну економічна ефективність з прибутком 59891 грн

і рівнем рентабельності 153%.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. А. В. Шепель. Розробка елементів технології вирощування гібридів соняшнику різних груп стиглості в основних посівах при зрошенні. Автореф. дис.. на здобуття наук. Ступеня канд. с/г наук., Херсон., 1998р., 18с.

2. А.Г.Кислинский, В.В.Кириченко. Ежегодно – високий урожай//Технические культуры. 1989 г. - №4, 5-6с.

3. А.Н.Краевский. Обработка почвы под подсолнечник//Земледелие. 1995г., №6., 31с.

4. Агрокліматичні довідники по областях України, 2020 р.

5. Агрокліматичні довідники по областях України, 2020 р.

6. Б. Оверченко. Резерви соняшникового поля. *Пропозиція*, 2002р., №4. 43-44с.

7. В.В. Турчин, И.А. Василенко, Ю.Я. Сидоренко, Н.И. Харченко. Площадь питания и урожай, Масличные культуры. М.: ВО «Агропромиздат», 1997г., №6., 94-99с.

8. В.В.Церлинг. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М. ВО «Агропромиздат», 1990г. – 122с.

9. В.Г.Крикунов. Грунти та їх родючість. Київ., Вища школа., 1993р.

10. В.І.Кравчук, Ю.Ф.Мельник.-Дослідницьке УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого. Посібник для обробки ґрунту та сівби., 2009р., 288с.

11. В. Лихочвор. Рослини та речовини. Особливості місячного підживлення. *Журнал Агроном* №5., 2018 р.

12. В. П. Гузь, І.Д. Примак, Ю. В. Будьонний, С. П. Танчик. Землеробство. Підручник., К. - Центр навчальної літератури. 2010р. 71с.

13. В. П. Ковальчук, В. Г. Васильев., Л. В. Бойко, В. Д. Зосимов. Збірник методів дослідження ґрунтів та рослин., К.- 2010 р. 221-245с.

14. Г. М. Господаренко., Агрохімія: підручник., К.: ННЦ «ІАЕ», 2010р. - 269-271 с.

15. Г. П. Жемела, А. Г. Мусатов. Агротехнічні основи підвищення якості зерна. К. Урожай. 1999р., 59-61с.

16. Газета «Агробізнес сьогодні» №21-22., 2020р.

17. Д. И. Никитчин, А. Н. Рябота, А. Е. Мінківський. Що треба знати при вирощуванні соняшнику в Україні. - Запоріжжя: РІО «Видавець» 2001 р. – 71с.

18. Д. Миргород. Коктейлі мікроелементів для некореневого підживлення і обробки насіння. *Журнал: Хімія, агрономія, сервіс.*, 2005 р. №4., 5с.

19. Держкомстат України, 2010-2020 рр.

20. Вирощування соняшника за фоліарного підживлення. *Журнал «Пропозиція»*, №6, червень 2008р.

21. І. У. Марчук, В. М. Макаренко. В. Є. Розстальний. Добрива та їх використання., К., 2020 р., 181-185 с.

22. The Foreign Agricultural Service (FAS), [Електронний ресурс]: <http://www.fas.usda.gov>

23. Статистичні данні. Сторінка міністерства аграрної політики, [Електронний ресурс]: (<http://www.minagro.gov.ua>)

24. К. М. Пархомюк, Л. І. Коноваленко. Екологізація системи удобрення соняшника в південно-східному регіоні. *Вісник Донецького Національного Університету*, серія А: Природничі науки. 2008р., вип. 2. 456-458с.

25. Л. П. Лісовал, В. М. Макаренко. Система застосування добрив., К., 2005р., 172-173с.

26. М. В. Зубець, В. П. Ситник, М. Д. Безглуздий, А. М. Головка, В. В. Адамчук, О. М. Жукорський. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України., Київ-Аграрна наука., 2010, 381-385с.

НУБІП УКРАЇНИ

27. М. І. Давидчук, Г. В. Нікітенко, І. І. Костов. Мінеральні добрива – вагомий фактор підвищення продуктивності соняшнику. Збірник праць Миколаївський ОДПЦ охорони родючості ґрунтів і якості продукції., 2009 р.

28. М. М. Городній. Агрохімія: підручник., К., 2008. 176-177с.

29. М. М. Мірошніченко. Основи застосування мікродобрив: доповідь. Інститут рослинництва ім. Юр'єва НААН України. – 2010 р.

30. М. Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та екології., Київ., Урожай. 2003р., 366-368с.

31. О. В. Горовий. Вирощування соняшнику в Пологівському районі Запорізької області. Бюл. ЮК., 2000р., 135-137с.

32. О. М. Шаренко, В. І. Троценко, О. Г. Жатов. Рослинництво з основами кормо виробництва. Суми, 2003р., 213-223с.

33. О. Ф. Гнатенко, М. В. Капшик, Л. Р. Петренко. Ґрунтознавство з основами геології., К., Видавництво Оранта, 2005р.

34. П. Г. Дульнєв, О. Г. Тараріко, Ю. О. Тараріко, О. М. Бердніков. Полімінеральне розчинне добриво та спосіб його одержання, спосіб обробки зерна та вегетуючих рослин. Патент України №72534 від 15.03.2005р.

35. С. Е. Дегодюк. Проведення біологічної експертизи комплексних рідких добрив марки «Омекс» (виробництво Велика Британія) за вирощування с.г. культур. Науковий звіт. ННЦ «Інститут землеробства НААН», К., 2010 р. 20-21с.

36. С. М. Бугай. Рослинництво., Урожай., Київ, 1968р., 272с.

37. С. М. Каленська, О. Я. Шевчук, М. Я. Дмитришак., Рослинництво., Київ 2003р., 278с.

38. С. Д. Ганник, М. Я. Дмитришак., Технології виробництва продукції рослинництва: Підручник., Київ 2009., 557с.

НУБІП УКРАЇНИ

39. Ю. О. Тараріко, М. Б. Пісковий. Вплив біопрепаратів і полімінеральних добрив на трансформацію органічної речовини і поживний режим чорнозему тинногого // Вісник аграрної науки., 2005р., №5, 17-22с.

40. Ю. А. Злобін. Курс фізіології і біохімії рослин., Підручник., Університетська книга., Суми. 2004р., 269-271с.

41. Bergmann W. 1992. Nutritional Disorders of Plants. Gustave Fischer, New York. 741 p.

42. Brandão ZN. 2009. Estimativa da produtividade e estado nutricional da cultura do algodão irrigado via técnicas de sensoriamento remoto. Ph.D.'s Thesis in Natural Resources. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 152 p.

43. Carvalho JG, Lopes AS, Brasil E and Júnior RAR. 2001. Diagnose da fertilidade do solo e do estado nutricional de plantas. UFLA/FAEPE, Lavras. 95 p.

44. Castro ACR, Willadino LG, Loges V, Castro MFA and Aragão FAS. 2015. Macronutrient deficiencies in *Heliconia psittacorum* x *Heliconia spathocircinata* 'Golden Torch'. Revista Ciência Agronômica 46(2): 258-265. doi: 10.5935/1806-6690.20150005

45. Castro C, Castiglioni VBR, Balla A, Leite RMVBC, Karam D, Mello HC, Guedes LCA and Farias JRB. 1997. Circular Técnica No 13. ACultura do girassol. EMBRAPA-CNPSO, Londrina. 36 p.

46. Coelho VAT, Rodas CL, Coelho LC, Carvalho JG, Almeida FEA and Figueiredo MA. 2012. Caracterização de sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e boro em plantas de gengibre ornamental. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 18(1): 47-55.

47. Cruz MCP, Ferreira ME and Fernandes NG. 1983. Diagnose por subtração em girassol. Pesquisa Agropecuária Brasileira 18 (12): 1311-1315.

48. Epstein E and Blomm AJ. 2006. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Second edition. Planta, Londrina. 403 p.

49. Ferreira DE. 2011. SISVAR: A Computer Statistical Analysis System. *Ciência e Agrotecnologia* 35(6): 1039-1042. doi: 10.1590/S1413-70542011000600001

50. Gondim ARO, Prado RM, Fonseca IM and Alves AU. 2016. Crescimento inicial do milho cultivar brs 1030 sob omissão de nutrientes em solução nutritiva. *Revista Ceres* 63(5): 706-714. doi: 10.1590/0034-737x201663050016

51. Hoagland DR and Arnon DI. 1950. Circular 347: The waterculture method for growing plants without soil. First edition. The College of Agriculture, University of California, California. 31 p.

52. Мікродобрива для позакореневого підживлення [Електронний ресурс]: (<http://www.teravita.kiev.ua>)

53. Lira MA, Carvalho HWL, Chagas MCM, Bristot G, Dantas JA and Lima JMP. 2011. Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino. EMPARN, Natal. 40 p.

54. Maia JTLS, Bonfim FPG, Guanabens REM, Trentin R, Martinez EP, Pereira PRG and Fontes PCR. 2014. Omissão de nutrientes em plantas de pinhão-mansão cultivadas em solução nutritiva. *Revista Ceres* 61(5): 723-731. doi: 10.1590/0034-737X201461050016

55. Maia JTLS, Guilherme DO, Paulino MAO, Silveira HRO and Fernandes DA. 2011. Efeito da omissão de macro e micronutrientes no crescimento de pinhão-mansão. *Revista Caatinga* 24(2): 174-179.

56. Malavolta E, Vitti GC and Oliveira SA. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Second edition. Potafos, Piracicaba. 319 p.

57. Malavolta E. 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. Agronômica Ceres, São Paulo. 631 p.

58. Marschner P. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition. Academic Press, New York. 889 p.

59. Prado RM, Romualdo LM and Rozane DE. 2007. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento e no estado nutricional de plantas de sorgo (cv. BRS 3010) cultivadas em solução nutritiva. *Científica* 35(2): 122-128.
60. Prado RM and Leal RM. 2006. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catissol-01. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 36(3): 187-193.
61. Rodrigues GC, Carvalho S, Paredes P, Silva EG and Pereira LS. 2010. Relating energy performance and water productivity of sprinkler irrigated maize, wheat and sunflower under limited water availability. *Biosystems Engineering* 106(2): 195-204. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2010.03.011
62. Taiz L and Zeiger E. 2009. *Fisiologia vegetal*. Fourth edition. Artmed, Porto Alegre. 848 p.
63. Zobiote LHS. 2010. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34(2): 425-433. doi: 10.1590/S0100-06832010000200016 Received: December 12, 2017; Accepted: November 20, 2018.
64. Hawkesford, M.J., W. Horst, T. Kichey, H. Lambers, J. Schjoerring, J.S. Moller and P. White, 2012. Functions of macronutrients. In: *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, Marschner, H. and P. Marschner (Ed.). 3rd Edn., Academic Press, San Diego, USA., pp: 135-189
65. Munoz-Huerta, R.F., R.G. Guevara-Gonzalez, L.M. Contreras-Medina, I. Torres-Pacheco, J. Prado-Olivarez and R.V. Ocampo-Velazquez, 2013. A review of methods for sensing the nitrogen status in plants: Advantages, disadvantages and recent advances. *Sensors*, 13: 10823-10843.
66. Sinfield, J.V., D. Fagerman and O. Colic, 2010. Evaluation of sensing technologies for on-the-go detection of macro-nutrients in cultivated soils. *Comput. Electron. Agric.*, 70: 1-18.
67. Zwiggelaar, R., 1998. A review of spectral properties of plants and their potential use for crop/weed discrimination in row-crops. *Crop Protect.*, 17: 189-206.

68. Cetin, H., J.T. Pafford and T.G. Mueller, 2005. Precision agriculture using hyperspectral remote sensing and GIS. Proceedings of 2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies, June 9-11, 2005, Istanbul, Turkey, pp: 70-77

69. Zhang, J., R. Pu, W. Huang, L. Yuan, J. Luo and J. Wang, 2012. Using in-situ hyperspectral data for detecting and discriminating yellow rust disease from nutrient stresses. *Field Crops Res.*, 134: 165-174.

70. Pimstein, A., A. Karnieli, S.K. Bansal and D.J. Bonfil, 2011. Exploring remotely sensed technologies for monitoring wheat potassium and phosphorus using field spectroscopy. *Field Crops Res.*, 121: 125-135.

71. Xiang, H. and L. Tian, 2011. An automated stand-alone in-field remote sensing system (SIRSS) for in-season crop monitoring. *Comput. Electron. Agric.*, 78: 1-8.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України