

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

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

д.с.-г.н., професор

_____ Коваленко В.П.

(підпис)

(ПІБ)

(ПІБ)

«_____» _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

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

д.с.-г.н., професор

_____ Літвінов Д.В.

(підпис)

«_____» _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Агрохімічний моніторинг ґрунтів
у ТОВ НВФ "Урожай" на Черкащині»**

Спеціальність 201 - Агрономія

Освітня програма Агрохімія і ґрунтознавство

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор с.г. наук проф.

(підпис)

(ПІБ)

Забалуєв В.О.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат с.г. наук, доцент

(підпис)

(ПІБ)

Бордюжа Н.П.

Виконав

(підпис)

(ПІБ)

Нагорний М.М.

КИЇВ – 2025 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

_____ Літвінов Д.В.

(підпис)

(ПІБ)

«___» _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

_____ Нагорному Максиму Максимовичу

(прізвище ініціали студента)

Спеціальність _____ 201-Агрономія
(код і назва)

Магістерська програма _____ Агрохімія і ґрунтознавство
(назва)

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

Тема магістерської роботи: Агрохімічний моніторинг ґрунтів у ТОВ НВФ "Урожай" на Черкащині затверджена наказом ректора НУБіП України № 1960С від 18.09.2025

Термін подання завершеної роботи на кафедру

Вихідні дані до магістерської роботи: результати польових досліджень.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Основні фізико-хімічні показники ґрунту.
2. Агрохімічні показники ґрунту.
3. Картографічні роботи на полі із кукурудзою.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів магістерської роботи	Строки виконання етапів магістерської роботи	Примітка
Огляд літератури	Осінній семестр 2024	<i>Виконано</i>
Методика виконання роботи	Весняний семестр 2025	<i>Виконано</i>
Аналітично-розрахункова частина	Осінній семестр 2025	<i>Виконано</i>
Економічна оцінка технологій	Осінній семестр 2025	<i>Виконано</i>
Письмове і технічне оформлення роботи	Осінній семестр 2025	<i>Виконано</i>

Дата видачі завдання: «_____» _____ 2025 р.

Керівник магістерської роботи: _____ Бордюжа Н.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання: _____ Нагорний М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

На магістерську кваліфікаційну роботу Нагорного М.М. на тему: «Агрохімічний моніторинг ґрунтів у ТОВ НВФ "Урожай" на Черкащині»

Магістерська кваліфікаційна робота містить у собі вступ, 3 розділи, висновки, список використаних джерел. Робота представлена на 64 сторінках друкованого тексту.

В розділі 1 розкриті питання сучасного агрохімічного моніторингу ґрунтів, його удосконалення та перспективи розвитку.

У розділі 2 представлена характеристика гочподарства, ґрунтові, погодні умови господарства та методика проведення досліджень.

У Розділі 3 представлені результати досліджень, а саме: аналіз полів товариства на основні фізико-хімічні показники чорнозему типового малогумусного на лесі, вміст макро-, мезо- і мікроелементів у ньому, картографування поля кукурудзи, аналіз урожайності і економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур.

Об'єкт дослідження – агрохімічний моніторинг чорнозему типового малогумусного на лесі, економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

Предмет дослідження – основні фізико-хімічні показники родючості чорнозему типового малогумусного на лесі, вміст елементів живлення у ґрунті, урожайність сільськогосподарських культур, економічні показники.

У результаті проведених досліджень магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Агрохімічний моніторинг ґрунтів у ТОВ НВФ "Урожай" на Черкащині» було встановлено наступні результати:

1. Ґрунти у господарстві із часткою мулу понад 50% схильні до заболочення в умовах перезволоження і утворення кірки за умов засух. Основні фізико-хімічні властивості (вміст гумусу, ємність катіонного обміну, ступінь насиченості основами і реакція ґрунтового розчину) чорнозему

типового малогумусного на лесі є оптимальними для даного типу ґрунту і сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур за правильної агротехнології.

2. Поля ТОВ «ФВК «Урожай»» за рівнем забезпеченості мінеральним азотом розподілилися у градації як дуже низько забезпечені, низько забезпечені і середньо забезпечені. Основний масив полів характеризується високою забезпеченістю рухомих форм фосфору, три поля – підвищеною. Основна кількість полів по вмісту рухомих сполук калію розмістилася у групі забезпеченості – підвищений вміст, п'ять полів були охарактеризовані високою забезпеченістю.

3. Поля ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява характеризуються в основному високою забезпеченістю кальцієм і магнієм та мають дефіцит сірки; низько забезпечені мікроелементами: мідь, цинк, бор, марганець.

4. Картографічний аналіз агрохімічних показників сільськогосподарських угідь є потужним інструментом для оптимізації технологій вирощування кукурудзи. Виявлена значна просторова варіабельність густоти посіву від менше 65 до більше 78 тис. нас./га, врожайності від менше 8 до більше 12 т/га та норм внесення добрив від менше 193 до більше 413 л/га обґрунтовує необхідність застосування диференційованого підходу до управління агротехнологіями.

5. Культури є високоврожайними: урожайність пшениці озимої сягає у середньому 7,7 т/га, що є високим показником. Соняшник збирають на рівні 3,3 т/га, ріпак озимий – 4,4 т/га, що вважається високим рівнем. Кукурудза на рівні 9,2 т/га, соя – 2,6 т/га. Їх вирощування є економічно вигідним: рентабельність вирощування сої - 38 %, пшениці озимої – 66 %, кукурудзи - 50%, соняшника - 111 % і ріпаку озимого – 204 %.

Ключові слова: агрохімічний моніторинг полів, картографування поля, сільськогосподарські культури, урожайність, економічна ефективність вирощування.

ЗМІСТ

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ (АГРОХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ГРУНТІВ)....	11
1.1 Основи агрохімічного моніторингу ґрунтів	11
1.2. Особливості агрохімічного моніторингу чорноземів.....	14
1.3 Перспективи розвитку агрохімічного моніторингу.....	16
1.4 Використання дистанційного зондування в агрохімічному моніторингу	17
РОЗДІЛ 2 . МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1 Характеристика господарства.....	26
2.2 Ґрунтові умови території досліджень.....	28
2.3 Кліматичні та погодні умови території досліджень	29
2.4 Методика проведення досліджень.....	30
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
3.1 Гранулометричний склад чорнозему типового малогумусного на лесі....	35
3.2 Основні фізико-хімічні властивості чорнозему типового малогумусного на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява	37
3.3 Вміст мінерального азоту у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява.....	39
3.4. Вміст рухомих сполук фосфору і калію у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява	41
3.5 Вміст мезоелементів у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява.....	45
3.6 Вміст мікроелементів у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява.....	47
3.7 Картографічний аналіз агрохімічних показників сільськогосподарських угідь	49
3.8 Урожайність основних культур у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява та економічна ефективність їх вирощування.....	56
ВИСНОВКИ.....	58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
---------------------------------	----

ВСТУП

Актуальність теми дослідження: Агрохімічний моніторинг ґрунтів є важливою складовою сучасного землекористування та базисною частиною для прийняття науково обґрунтованих рішень стосовно управління родючістю ґрунтів. В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та зростаючого антропогенного навантаження на агроекосистеми особливого значення набуває систематичне агрохімічне обстеження ґрунтів.

Застосування агрохімічного моніторингу включає систему довгострокових спостережень, оцінки та прогнозування змін показників родючості ґрунтів під впливом різних факторів. Дослідники стверджують, що систематичний моніторинг дозволяє не лише мати інформацію про поточний стан земельних угідь, але й прогнозувати їх майбутні зміни, що є важливим для сталого розвитку агровиробництва [1]. Особливо актуальним ця проблематика характерна для сільськогосподарських підприємств Черкаської області, яка характеризується чорноземними ґрунтами із традиційно високою продуктивністю. Однак вони сьогодні потребують уваги через тривалу інтенсивну експлуатацію.

Система агрохімічного моніторингу зазнала суттєвих трансформацій. У 1970-1980-х роках було удосконалено методологію обстежень, розширено перелік контрольованих показників та збільшено частоту проведення аналізів. Але за період економічних трансформацій 1990-х років відбулося значне скорочення масштабів моніторингових досліджень, що негативно позначилось на інформаційному забезпеченні аграрного виробництва.

Сучасний етап розвитку агрохімічного моніторингу характеризується відновленням системи контролю та впровадженням нових технологій. Дослідники звертають увагу на важливість застосування геоінформаційних систем, дистанційного зондування та цифрових технологій у агрохімічному моніторингу ґрунтів [3].

Мета дослідження: здійснити агрохімічний моніторинг агрохімічний моніторинг ґрунтів у ТОВ НВФ "Урожай" на Черкащині для встановлення їх родючості.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. Проаналізувати основні фізико-хімічні показники ґрунту.
2. Визначити агрохімічні показники ґрунту.
3. Провести картографічні роботи на полі із кукурудзою.
4. Розрахувати економічну ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

Об'єкт дослідження – агрохімічний моніторинг чорнозему типового малогумусного на лесі, економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур.

Предмет дослідження – основні фізико-хімічні показники родючості чорнозему типового малогумусного на лесі, вміст елементів живлення у ґрунті, урожайність сільськогосподарських культур, економічні показники.

Методи дослідження: польовий, лабораторний, розрахунковий.

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».

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ (АГРОХІМІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ГРУНТІВ)

1.1 Основи агрохімічного моніторингу ґрунтів

Аналіз результатів агрохімічних обстежень за останні десятиліття свідчить про тенденції зміни родючості ґрунтів. Христенко А. О. [9] зазначає, що за період з 2000-2015 рр. загальна тенденція змін агрохімічних показників характеризувалась повільним зниженням вмісту гумусу, помірним зростанням забезпеченості рухомими фосфатами у господарствах із інтенсивним землеробством та диференціацією калійного режиму залежно від структури посівних площ.

Особливості змін агрохімічних показників значною мірою визначаються типом господарювання, спеціалізацією виробництва та рівнем застосування добрив. Наприклад, у Черкаській області, де переважають високопродуктивні чорноземи та розвинуте інтенсивне землеробство, спостерігається відносно стабільний агрохімічний стан ґрунтів порівняно з іншими регіонами, але проблема збереження родючості залишається актуальною.

Система удобрення є основним фактором, що впливає на динаміку агрохімічних показників ґрунтів. Багаторічні стаціонарні дослідження, проведені в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, дозволили встановити закономірності впливу різних систем удобрення на показники родючості ґрунтів.

Балюк С. А., Греков В. О. та Величко В. А. на основі узагальнення результатів тривалих польових досліджень визначили, що найбільш ефективною для підтримання та підвищення родючості чорноземів є органо-мінеральна система удобрення [10]. Застосування органічних добрив у дозі 10-15 т/га у поєднанні з науково обґрунтованими нормами мінеральних

добрив дозволяє не лише забезпечити високу продуктивність культур, але й сприяє відтворенню гумусу та поліпшенню агрохімічних властивостей ґрунту.

Помірне застосування мінеральних добрив у науково обґрунтованих дозах позитивно впливає на продуктивність культур без погіршення агрохімічних показників ґрунтів.

Носко Б. С., Христенко А. О. та Максимова В. Ф. підкреслюють важливість збалансованого застосування макро- та мікродобрив для оптимізації мінерального живлення рослин [11]. Особливу увагу автори приділяють необхідності врахування співвідношень між основними елементами живлення, оскільки дисбаланс негативно позначається як на продуктивності культур, так і на агрохімічних показниках ґрунтів.

На сьогодні ефективність агрохімічного моніторингу значною мірою залежить від інформаційного забезпечення. Сучасні інформаційні системи дозволяють накопичувати, обробляти та аналізувати великі масиви даних про агрохімічний стан ґрунтів, забезпечуючи підтримку прийняття управлінських рішень на різних рівнях.

Створення та ведення баз даних агрохімічної інформації є важливою складовою системи моніторингу. Лактіонов М. І., Медведєв В. В. та Шейко С. М. розробили концептуальні основи створення національної системи моніторингу ґрунтів, яка передбачає інтеграцію даних різних рівнів та забезпечення доступу до інформації для широкого кола користувачів [13].

Геоінформаційні технології дозволяють створювати візуалізації та аналіз просторового розподілу агрохімічних показників. Створення картограм агрохімічного забезпечення ґрунтів дозволяє оптимізувати систему удобрення, впроваджувати технології точного землеробства та підвищувати ефективність використання матеріально-технічних ресурсів.

Розвиток технологій точного землеробства обумовлює принципово новий підхід до організації агрохімічного моніторингу. Замість середніх характеристик по полю в цілому, пропонується детальна інформація про

просторову нерівномірність агрохімічних показників у межах кожного поля. Це потребує значного збільшення деталізації відбору проб та застосування сучасних технологій позиціонування.

Медведєв В. В., Булігін С. Ю. та Лактіонов М. І. обґрунтували методологічні підходи для проведення агрохімічного обстеження ґрунтів у точному землеробстві [14]. Автори рекомендують використовувати регулярну сітку відбору проб з кроком 50-100 метрів залежно від ступеня нерівномірності ґрунтового покриву, що дозволяє створювати детальні цифрові карти агрохімічних властивостей.

Впровадження технологій диференційованого внесення добрив на основі даних агрохімічного моніторингу показує високу економічну та екологічну ефективність. Оптимізація доз добрив відповідно до просторової неоднорідності ґрунтів поживними елементами дозволяє не лише підвищити врожайність, але й знизити непродуктивні втрати елементів живлення та їх використання.

Для сільськогосподарських підприємств створення власної системи агрохімічного моніторингу є важливим елементом управління родючістю ґрунтів. Її ефективна система моніторингу у господарстві має забезпечувати регулярне отримання інформації про стан ґрунтів та її використання для агротехнічних рішень, зокрема розробку системи удобрення.

Періодичність агрохімічного обстеження визначається фінансовими можливостями підприємства та динамікою змін агрохімічних показників. Для господарств із інтенсивними системами господарювання рекомендується проводити повне агрохімічне обстеження кожні 3 роки, що відповідає одній ротатії сівозміни. Додатково можуть проводитись щорічні експрес-аналізи окремих показників на критичних ділянках. Балюк С. А., Ромащенко М. І. та Вергунов В. А. у своїх працях підкреслюють важливість комплексного підходу до організації агрохімічного моніторингу, який передбачає не лише лабораторні аналізи, але й систематичні польові спостереження, облік урожайності культур, норм внесення добрив та інших агротехнічних заходів

[15]. Інтеграція всієї цієї інформації у аналітичні системи дозволяє отримати цілісну картину стану полів господарства та тенденцій їх змін.

1.2. Особливості агрохімічного моніторингу чорноземів

Чорноземні ґрунти є найбільш родючими в Україні та основою її аграрного потенціалу. Черкаська область характеризується високим поширенням чорноземів різних типів, які при раціональному використанні забезпечують стабільні високі врожаї сільськогосподарських культур. Проте багаторічна інтенсифікація агровиробництва на цих ґрунтах призводить до поступової зміни їх агрохімічних, агрофізичних властивостей, що привертає особливу увагу до моніторингу їх стану.

Дослідники Медведєв В. В. та Лактіонов М. І. провели детальне дослідження змін властивостей чорноземів за тривалий період їх сільськогосподарського використання [16]. Дослідження показали, що найбільш негативними процесами є зниження вмісту гумусу, погіршення структурного стану ґрунту, зростання щільності орного шару та зниження біологічної активності. Водночас при застосуванні науково обґрунтованих систем агровиробництва вплив цих негативних тенденцій можна мінімізувати або навіть і призупинити.

Специфіка агрохімічного моніторингу чорноземів полягає у контролі загального вмісту гумусу, а також важливо контролювати його якісний склад, співвідношення макро- та мікроелементів у ґрунті. Ці показники дозволяють оцінити не лише кількісні, але й якісні зміни стану ґрунтів.

Важливим також є структура сівозміни, яка суттєво впливає на динаміку агрохімічних показників ґрунтів. Різні сільськогосподарські культури у структурі сівозміни характеризуються неоднаковим виносом поживних елементів та створюють відмінні умови для розвитку ґрунтової

мікрофлори. Науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні сприяє збалансованому використанню елементів живлення та підтриманню оптимального агрохімічного стану ґрунтів.

Важливим є включення бобових культур у сівозміну, це позитивно впливає на вміст азоту у ґрунті. Завдяки симбіотичній азотфіксації бобові здатні накопичувати у ґрунті значні кількості біологічного азоту, який може використовуватись наступними культурами сівозміни.

Такі дослідники, як Сайко В. Ф., Малієнко А. М. та Грищенко О. М. досліджували вплив різних типів сівозмін на динаміку агрохімічних показників чорноземів і ними було встановлено, що найбільш сприятливі умови для підтримання родючості створюються у плодозмінних сівозмінах з оптимальним співвідношенням зернових, технічних, кормових культур та чистих парів [23]. Заразом спрощені зерново-просапні сівозміни, які переважають у багатьох господарствах, більш інтенсивного характеру обумовлюють застосування добрив для підтримання родючості ґрунтів.

Агрохімічний стан ґрунтів безпосередньо впливає не лише на продуктивність культур, але й на якість отриманої продукції. Збалансоване мінеральне живлення забезпечує оптимальний вміст білка у зерні, цукру у коренеплодах, олії в олійних культурах та інших показників якості. Водночас надлишок або нестача окремих елементів може погіршувати технологічні та харчові властивості продукції.

Особливе значення має забезпеченість рослин мікроелементами, які часто відіграють ключову роль у формуванні якісних показників. Наприклад, достатнє забезпечення цинком покращує якість зерна пшениці, підвищує стійкість рослин до грибкових захворювань. Бор необхідний для нормального розвитку цукрових буряків та підвищення вмісту цукру у коренеплодах. Молібден покращує якість бобових культур через його участь у процесах азотфіксації.

Господаренко Д. Г., Прокопчук І. В. та Любич В. В. досліджували вплив агрохімічних факторів на якість зерна пшениці озимої та встановили,

що оптимальні показники якості забезпечуються при збалансованому застосуванні азотних, фосфорних та калійних добрив на фоні достатньої забезпеченості ґрунтів органічною речовиною [25]. Автори підкреслюють, що надмірне азотне живлення може призводити до вилягання посівів та погіршення технологічних властивостей зерна, тоді як збалансоване удобрення з врахуванням даних агрохімічного моніторингу дозволяє отримувати високоякісну продукцію.

1.3 Перспективи розвитку агрохімічного моніторингу

Розвиток системи агрохімічного моніторингу пов'язаний із впровадженням сучасних технологій дистанційного зондування, автоматизованого відбору та аналізу проб, розширенням використання геоінформаційних систем та технологій штучного інтелекту для обробки та інтерпретації його даних.

Перспективним напрямком є розвиток експрес методів аналізу ґрунтів безпосередньо в полі із використанням портативних аналізаторів. Ці технології дозволяють значно знизити вартість та терміни проведення агрохімічного обстежень, що є особливо важливим для оперативного управління системою удобрення в період вегетаційного періоду. Такі дослідники, як Лактіонов М. І. та Медведєв В. В. розглядають можливості використання різних сенсорів для оцінки агрохімічних властивостей ґрунтів [18].

Інтеграція даних агрохімічного моніторингу з іншими видами інформації про стан посівів, метеорологічними даними, результатами дистанційного зондування дає нові можливості для застосування прецизійного управління процесами вирощування сільськогосподарських культур. Створювати комплексні системи керування і прийняття рішень на

основі інтеграції та узагальнення різної інформації з поля. Це все є важливим напрямком розвитку прецизійного агровиробництва.

1.4 Використання дистанційного зондування в агрохімічному моніторингу

Технології дистанційного зондування відкривають нові можливості для оцінки стану посівів та можливої діагностики агрохімічних властивостей ґрунту. Використання спектральних знімків рослинного покриву досить точно корелюють із забезпеченістю елементами живлення рослин. Це дозволяє на основі аналізу супутникових чи фотознімків виявляти зони неоднорідності поля.

Використання таких знімків дозволяє визначати різні вегетаційні індекси, які характеризують стан посівів. Найпоширенішим є нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI), який відображає інтенсивність фотосинтезу та розвиток біомаси рослин. Зони з низькими значеннями індекса NDVI часто відповідають ділянкам з дефіцитом елементів живлення, що сприяє додаткового обстеженню цих територій.

Булігіним С. Ю., Барвінським А. В. та Демиденком О. В. було розроблено методичні підходи до використання даних дистанційного зондування для оптимізації агрохімічного обстеження земель [22]. Автори пропонують використовувати аналіз супутникових знімків для попереднього виділення однорідних агрохімічних контурів та спрямованого розміщення точок відбору ґрунтових проб, що дозволяє значно підвищити інформативність обстеження при зменшенні загальної кількості проб.

Для отримання загальної картини стану полів у господарствах необхідна інтеграція даних агрохімічного моніторингу з результатами інших видів досліджень. Комплексний підхід передбачає поєднання агрохімічної

інформації з даними про фізичні, водно-фізичні, еколого-токсикологічні властивості ґрунтів, та інформацію про стан посівів, урожайність культур, метеорологічні умови.

Фізичні властивості ґрунту, зокрема структурний стан, щільність, пористість, тісно пов'язані з його агрохімічними характеристиками. Погіршення структури та збільшення щільності орного шару знижує доступність поживних елементів для рослин навіть за їх достатнього вмісту у ґрунті. Тому комплексний моніторинг повинен включати контроль як агрохімічних, так і агрофізичних показників.

1.5 Моніторинг врожайності та картографування в точному землеробстві: ключові концепції та переваги

Моніторинг та картографування врожайності у точному агровиробництві вимірює врожайність сільськогосподарських культур на полях за допомогою датчиків, вбудованих у машину, та GPS. Ці елементи надають миттєву інформацію про врожайність конкретної ділянки поля, допомагаючи фермерам визначати закономірності між урожаєм та факторами, які на це впливають. Із цими даними, фермери можуть планувати застосування добрив, насіння для кожної зони, а не вносити їх на все поле. Це обумовлює збільшення прибутку за менші витрати. Для максимальної ефективності моніторингу та картографування важливо розуміти, як працює технологія та яку інформацію вона надає [32].

Основна концепція картографування врожайності — внутрішньо польова мінливість — пояснює, як і чому врожайність може відрізнитися — часто суттєво — від однієї невеликої ділянки до іншої. Ця строкатість виникає в результаті відмінностей у ґрунті елементів живлення, води, кліматі та попередньому управлінні. Моніторинг врожайності виявляє ці зміни і миттєво фіксує зібраний врожай. Це дозволяє виробникам візуалізувати, де

потрібно приділити більше уваги, а де менше. Знання першопричини, будь то нестача елементів, розвиток хвороб чи якість ґрунту, дозволяє виробникам вносити корективи, що сприяють сталому розвитку. Відстеження цієї строкатості з часом створює здорове та збалансованіше поле [34,35].

Моніторинг та картографування врожайності використовують комбінацію датчиків, реєстраторів даних і програмного забезпечення для моніторингу врожайності та якості сільськогосподарських культур у режимі реального часу. Ці системи пов'язують дані про врожайність з точним місцезнаходженням полів за допомогою GPS, що дозволяє фермерам розуміти, як змінюється врожайність. Головна мета — отримати детальне географічне зображення як врожайності, так і характеристик культури, таких як вологість тощо [36, 37].

Сучасний моніторинг врожайності складається з датчиків, GPS-приймачів та бортових комп'ютерів, встановлених на зернозбиральних комбайнах. Датчики комбайна відстежують потік зерна, вологість та іноді якість під час збирання врожаю. GPS позначає місця розташування даних у межах кількох метрів. Інші датчики, такі як оптичні та ближній інфрачервоний діапазон, надають додаткову інформацію. Калібрування є ключовим. Якщо неправильно відкалібровані датчики, дані будуть неточними, що може призвести до прийняття неправильних рішень [38, 39].

Збір даних ініціюється після початку збирання комбайном. Датчики фіксують врожайність та положення кожні кілька секунд, генеруючи щільний потік інформації. Ця інформація спочатку записується на комбайні, а потім передається на сільськогосподарські комп'ютери для очищення, усуваючи будь-які помилки чи прогалини. Після очищення аналіз виявляє закономірності та відхилення, допомагаючи виробникам планувати свої наступні дії і точно налаштувати стратегії [40, 41].

Карти врожайності перетворюють ці необроблені дані на зручні для сприйняття візуальні зведення, зазвичай кольорово кодовані на сітках або згладжені в контури. Геореференція пов'язує кожне значення врожайності з

фактичним місцем розташування на полі. Багаторічні карти забезпечують узгоджені закономірності та уникають помилки, пов'язаної з одноразовими результатами. Фермери використовують ці карти для визначення зон високої та низької врожайності, спрямовуючи точні польові операції та внесення препаратів [42, 43].

Моніторинг врожайності стосується не лише зернових культур. Тепер він включає підтримку спеціалізованих культур, гідропоніки та землеробства в контрольованому середовищі. Незернові результати, такі як біомаса або кількість плодів, можна відображати за допомогою аналогічних методів. Ці методи забезпечують ширший контекст виробництва, допомагаючи господарствам будь-якого типу оптимізувати свої процеси [45, 46, 47].

Більшість систем моніторингу врожайності використовують комбінацію датчиків, кожен з яких має спеціалізоване завдання. Датчики потоку зерна підраховують та контролюють, скільки врожаю проходить через обладнання, тоді як датчики вологості фіксують вміст води, що є критичним компонентом якості після збору врожаю. Поєднання цих двох показників забезпечує повний знімок врожайності та стану зерна. Деякі системи вищого класу додають оптичні або ближні інфрачервоні датчики для оцінки врожайності шляхом вимірювання того, як культури відбивають світло, метод, який також використовується на супутникових картах [48, 49, 50].

Калібрування є основою точності моніторингу врожайності. Кожен датчик калібрується відносно фактичної ваги та вмісту вологи, зазвичай шляхом зважування зразків вантажів або зіврки за допомогою сертифікованих ваг. Наприклад, сільськогосподарські техніки використовують зернозбиральний бункер із вбудованими вагами для швидкої перевірки. Якщо пропустити цей крок або використовувати старі калібрування, можна легко допустити серйозні помилки на картах врожайності [52].

Часті перевірки калібрування є важливими, оскільки такі компоненти, як ланцюги елеватора, можуть видовжуватися або погіршуватися, спотворюючи вимірювання. У гідропонних або вертикальних господарствах коригування калібрування відповідно до нових культур або зміни умов вирощування забезпечує точність даних. Правильно калібрована система – єдиний спосіб контролювати фактичні зміни врожайності з року в рік.

Дані про врожайність самі по собі мають обмеження. Поєднання їх з картами ґрунтів, метеорологічними даними та супутниковими знімками забезпечує ширше уявлення про те, що впливає на розвиток сільськогосподарських культур. Більшість новітніх систем використовують інструменти ГІС для пов'язування точок врожайності з картами полів, що дозволяє легко виявляти проблемні місця, які неефективні або реагують на зміни [50, 53].

Поєднання кількох типів даних допомагає менеджерам закритих господарств визначити, де потрібно налаштувати клімат-контроль, скоригувати густоту рослин або ввести більш цілеспрямоване живлення. Протягом сезонів і циклів вирощування культур відстеження даних про врожайність допомагає виявляти тенденції, навіть якщо карта врожайності за один рік не є передвісником наступного. Інтегровані системи – це новий стандарт для виробників, які прагнуть підвищити точність.

Картування врожайності – це фундаментальний інструмент точного землеробства, який дозволяє фермерам у режимі реального часу та протягом сезонів візуалізувати стан своїх полів. Це сприяє розумнішому вибору, економить ресурси та сприяє сталому розвитку. Воно дозволяє здійснювати управління з урахуванням особливостей ділянки, що зараз є важливим для вирощування в приміщеннях, теплицях та гідропонних системах.

Карти дають командам можливість вжити заходів до того, як дрібні проблеми перетворюються на великі. Це призводить до зменшення кількості відходів, використання хімікатів та здоровішого врожаю.

Це спрощує моніторинг того, чи плани введення ресурсів відповідають графіку. Команди можуть спостерігати, чи корисні зміни в системі зрошення або освітлення [28].

Постійне картографування протягом багатьох років дозволяє фермерам постійно вдосконалюватися. Воно перетворює припущення на плани.

Картування врожайності допомагає фермерам застосовувати саме ту кількість води та добрив. Озброєні точною інформацією, вони можуть використовувати менше там, де рослини добре ростуть, і більше там, де вони мають труднощі. Такий контроль вхідних даних економить кошти та скорочує втрати. Внесення змінної норми простіше, коли карти показують, де потрібно зосередитися.

Карти врожайності додають дані до кожного рішення. Вони дозволяють виробникам спостерігати за впливом змін у практиці, таких як нові системи клімат-контролю та вдосконалені осушувачі повітря, що призводить до швидкого отримання прибутку [30].

Моніторинг врожайності та картографування стали центральними елементами сучасного управління польовими ділянками. Вони забезпечують чітке та детальне уявлення про продуктивність сільськогосподарських культур на різних ділянках поля. Завдяки точності GPS до 1 см, фермери можуть виявляти закономірності та швидко реагувати. Цей метод може збільшити врожайність на 10 %. Карти врожайності допомагають ефективно використовувати менше води, добрив та хімікатів, вказуючи, де вони найбільше потрібні, тим самим зменшуючи втрати та сприяючи сталому розвитку. Багаторічні карти врожайності відображають закономірності, які допомагають уникнути помилок, спричинених дивною погодою або одноразовими подіями, оскільки для впевненого планування потрібна інформація щонайменше за п'ять років.

Картування врожайності дозволяє розділити поля на зони управління відповідно до показників попередніх культур. Деякі ділянки завжди можуть давати більше врожаю, інші – менше. Наявність цих зон на карті дозволяє

адаптувати типи насіння, норми добрив та зрошення до того, що дійсно потрібно кожній ділянці поля.

Завдяки адаптації дій до кожної зони, добрива потрапляють лише туди, де вони є важливими. Високоврожайні ділянки отримують додаткові добрива, тоді як низьковрожайні - можуть потребувати іншого обробітку або навіть нової культури. Такий зональний підхід допомагає максимізувати продуктивність кожного квадратного метра [34].

Це означає менше марнотратства та покращення кінцевого результату. Вхідні дані розподіляються не рівномірно, а на основі даних, тому скорочуються витрати та зменшуються ризики забруднення. Зони управління роблять всю систему ефективною.

Карти врожайності вказують, де відбирати проби ґрунту, щоб отримати правильну інформацію про поживні речовини. Ділянки з високою та низькою врожайністю часто демонструють різні характеристики ґрунту. Якщо відібрати проби випадковим чином, можна пропустити важливі питання.

Спрямовуючи ділянки відбору проб за допомогою карт врожайності, можна виявити проблеми з поживними речовинами, ущільненням або дренажем. Можна вирішити незначні проблеми, перш ніж вони загострюватимуться. Налаштовуючи дані відповідно до цих висновків, можна досягти здоровіших і вищих врожаїв. Відбір проб ґрунту в поєднанні з даними про врожайність надає повну картину, яка допоможе приймати більш розумні рішення [37].

За такого підходу процвітають лише найкращі способи. З часом карти врожайності показують, які випробування допомагають найбільше. Це призводить до поступових покращень та інновацій у сільському господарстві. Випробування у господарствах є більш значущими за наявності належних даних про врожайність для їх кількісної оцінки.

Ключем є довгострокова історія врожайності. Карти за п'ять років дозволяють бачити фактичні тенденції та адаптуватися до змін погодних чи ґрунтових умов. Карти врожайності спрямовують рішення щодо внесення

засобів, гарантуючи, що вони застосовуються там, де вони приносять найбільшу користь. Маючи цю інформацію, можна реагувати на коливання ринку та зміни температури з більшою впевненістю [41].

Моніторинг врожайності та картографування в точному землеробстві є дуже перспективними. Низка реальних проблем може перешкоджати їхній ефективності. Ці проблеми варіюються від точності даних до вартості обладнання, дефіциту експертних знань та екологічних перешкод.

Хороші дані – це те, що робить моніторинг врожайності цінним. Якщо датчики врожайності погано відкалібровані, показники можуть бути неточними. Помилки часто починаються з самих датчиків – пилу, вібрації, компонентів, покусаних блохами, або навіть користувача. Калібрування часто пропускається, тому обладнання виходить за рамки специфікацій. Просторова мінливість ще більше ускладнює ситуацію, оскільки помилки в одному місці можуть відображатися на всій карті поля. Неправильні дані можуть збити фермерів з правильного шляху в прийнятті рішень щодо зрошення, удобрення або збору врожаю, марнуючи ресурси та знижуючи врожайність. Періодичні аудити та ручні калібрування допомагають, але ці заходи вимагають зусиль та досвіду, а іноді й не вдаються до їх реалізації в періоди підвищеної напруженості [44].

Інструменти точного землеробства не є універсальними. Доводиться вивчати нове програмне забезпечення, керувати даними та налаштовувати обладнання від культури до культури чи від сезону до сезону. Навчання займає багато часу, а помилки під час навчання можуть призвести до зниження надійності результатів. Існують допоміжні ресурси — онлайн-посібники, служби поширення знань, групи колег — але не кожен має до них легкий доступ або може собі їх дозволити. З часом фермери зможуть використовувати карти врожайності, щоб виявляти закономірності та швидше вирішувати проблеми. Початкова крива навчання зазвичай крута та нестабільна [49]

Систематичне спостереження за динамікою агрохімічних показників дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни та вживати відповідних заходів щодо збереження та підвищення родючості ґрунтів [50].

Для сільськогосподарських підприємств, зокрема для ТОВ НВФ Урожай Черкаси, впровадження ефективної системи агрохімічного моніторингу має важливе практичне значення. Використання результатів моніторингу для розробки системи удобрення, планування сівозмін та інших агротехнічних заходів дозволяє оптимізувати використання матеріальних ресурсів, підвищити продуктивність земельних угідь та забезпечити екологічну безпеку виробництва.

Подальший розвиток системи агрохімічного моніторингу повинен відбуватись у напрямку впровадження сучасних технологій збору та обробки інформації, інтеграції різних видів даних та створення комплексних систем підтримки прийняття рішень. Варто звернути увагу на поєднання традиційних методів агрохімічного аналізу з новими технологіями точного землеробства, що дозволить максимально реалізувати потенціал родючості ґрунтів при мінімальному екологічному навантаженні на агроєкосистеми [52].

РОЗДІЛ 2 . МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика господарства

ТОВ «НВФ «Урожай»» входить до агрохолдингу МХП із 2006 р. Головний офіс розміщений у м. Черкаси. Потужності господарства розміщені в Київській і Черкаській областях (рис. 2.1). Земельний банк становить 80 тис. га орних земель. Господарство займається рослинництвом та тваринництвом.

Серед основних напрямів діяльності товариства є рослинництво. Компанія вирощує широкий спектр культур. Серед зернових – це пшениця озима і кукурудза. Також у структурі посівних площ є олійні і технічні культури: ріпак озимий, соняшник, соя. Широкий спектри кормових культур, що вирощуються на корм худобі: кукурудза на силос, люцерна, багаторічні і однорічні трави на зелений корм.

Також потужним напрямком у господарстві є тваринництво. Поголов'я нараховує 5000 голів ВРХ (з них 2400 – молочні корови). Виробництво молока становить 56 т. на добу, 18600 т у рік. Зернові культури використовуються для виготовлення комбікормів для худоби.

У господарстві є комплекси для обробітку, очищення, зберігання та сушіння зерна. Потужності зберігання зерна становлять 112 тис. м² складських приміщень та критих токів, які передбачають розміщення 85,6 тис. т. кукурудзи, або 50,6 тис. т. соняшника.

Також у господарстві є 2 автотранспортні виробничі підрозділи та понад 730 одиниць техніки. Серед них:

Трактори: John Deere 8335R, John Deere-8430, МТЗ-1221.2, МТЗ-1025, Fendt 936, Fendt 942. Самохідний обприскувач John Deere-4730. Навантажувач телескопічний Manitou. Грунтообробна техніка: Борони дискові Horsch-Joker 6RT. Культиватори: Waderstad Will Rich LX2. Розкидачі добрив: Bogalle-24.

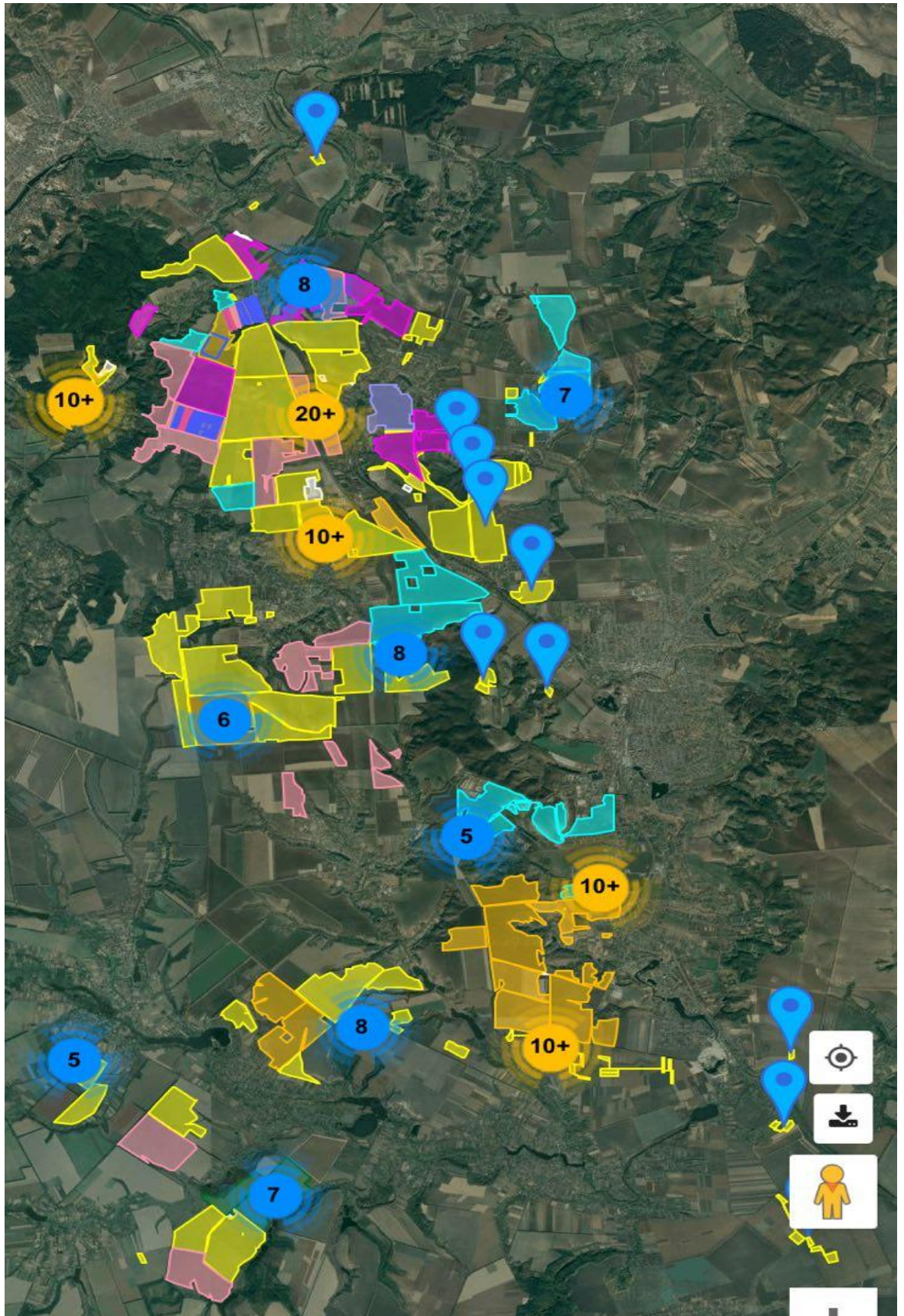


Рис. 2.1 Карта полів ТОВ «НВФ «Урожай»»

Сівалки: Challenger-8186 11,2 Harvest-Ultraplant -11,2, Pottinger Terrasem V

8000, тощо.

ТОВ «НВФ «Урожай» є успішним у своїй галузі і має гарні перспективи розвитку.

2.2 Ґрунтові умови території досліджень

Ґрунт території досліджень – чорноземи типові малогумусні.

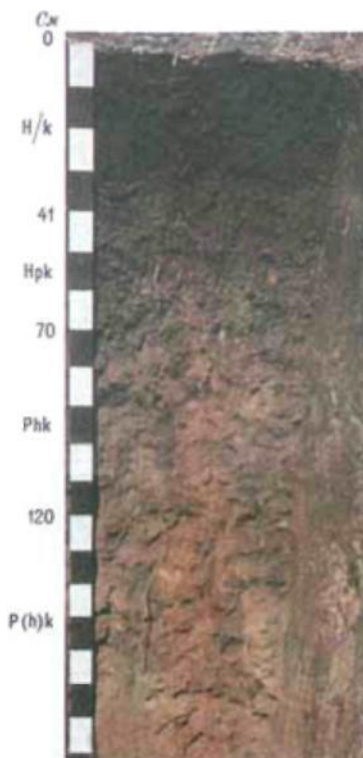


Рис. 2.2. Чорнозем типовий малогумусний на лесі

Нк – гумусний, глибина 45-55 см., темно-сірий, порошисто-грудкуватий або зернистий, пухкий, слабо ущільнений, унизу карбонатний, поодинокі кроовини, черворієни, перехід поступовий.

Нрк – гумусовий перехідний, 35-45 см., рівномірно гумусовий, темно-сірий, неміцно грудкуватий, слабо ущільнений, черворієни, кротовини, перехід поступовий.

Phk – перехідний горизонт, 30-40 см., мало гумусований, землерієни, сірий, неміцно грудкуватий, карбонати, перехід поступовий.

P(h)k – кротовинний лес, 30-80 см., гумусові кротовини, плямистий, карбонати, нещільно грудкуватий, пухкий, перехід поступовий.

Рк – лес.

Завданням магістерської кваліфікаційної роботи є дослідження агрохімічних показників ґрунту.

2.3 Кліматичні та погодні умови території досліджень

Клімат території досліджень ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява є помірно континентальним. Середня річна температура $+7,7^{\circ}\text{C}$, середня кількість опадів – 517 мм.

Зима стала м'якою, теплішою із частими відлигами. Максимально низька температура спостерігається у лютому і у середньому становить -29°C . найхолодніший місяць – січень із середньою температурою $-5,9^{\circ}\text{C}$.

Літо стало більш спекотним. Найбільше стало випадати опадів у червні, а липень став найбільш спекотним. Середня температура у липні становить $+19,8^{\circ}\text{C}$, а максимальна сягає $+38^{\circ}\text{C}$.

Температура повітря у рік досліджень представлена на малюнку 2.3.

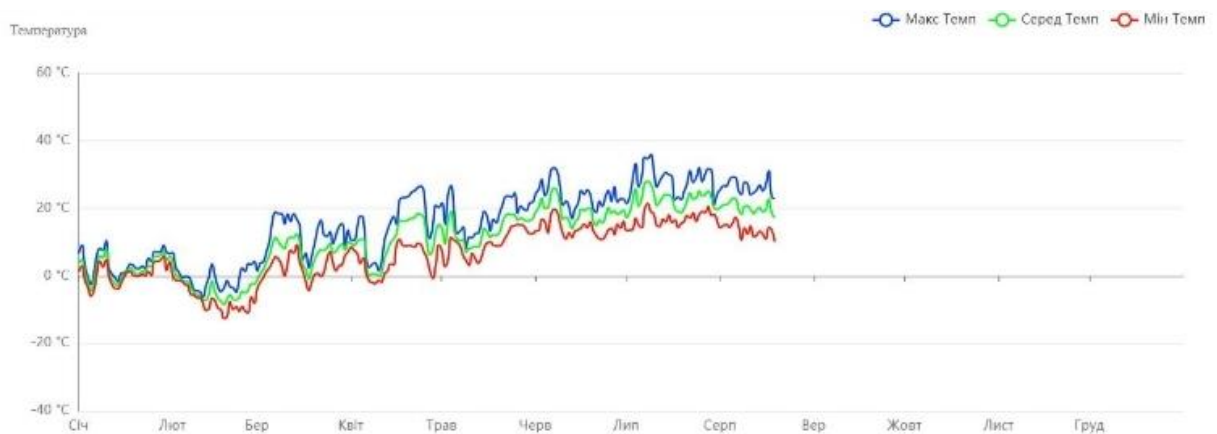


Рис. 2.3. Температура повітря у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява.

2025 рік характеризувався відносно теплою зимою. У січні-лютому спостерігалися підвищення температури вище 0°C . Також були із зниження температури повітря нижче 0°C у березні, які були досить суттєвими, перевищували -10°C і майже сягали -20°C . У квітні і травні були заморозки. Далі температура піднялася вище 0°C і, починаючи із червня, максимальні підняття температури майже сягали $+40^{\circ}\text{C}$.

Зміни кількості опадів за 2025 рік представлені на малюнку 2.4.



Рис. 2.4. Кількість опадів у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява.

2025 рік характеризувався значною нерівномірною кількістю опадів. Спостерігали опади у квітні періодами понад 10 мм за один прийом, аналогічно характеризувався травень. Було одноразове випадання до 15 мм, також був пік у серпні – до 20 мм опадів. Станом на середину серпня накопичилося до 250 мм опадів, що є досить хорошим показником для сучасних кліматичних умов.

Тож, 2025 рік спостерігався нерівномірністю розподілу як температур так і опадів із значними перепадами.

2.4 Методика проведення досліджень

Метою досліджень було встановити агрохімічні показники полів у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява.

Нами було досліджено 19 полів (табл. 2.1). Площа елементарної ділянки відповідала площі поля. Відбір зразків був виконаний відповідно до методики відбору зразків ґрунту відповідно наступних стандартів: складання

програм відбору проб (ДСТУ ISO 10381-1:2004), загальні настанови з методів (ДСТУ ISO 10381-2:2004), дослідження природних ділянок (ДСТУ ISO 10381-4:2005).

Таблиця 2.1.

Поля та їх площі, що досліджувались

№ поля	Площа, га
1	4,56
2	4,24
3	5,20
4	4,71
5	4,86
6	5,12
7	4,27
8	5,17
9	4,30
10	4,86
11	4,97
12	5,37
13	5,48
14	5,17
15	5,19
16	4,90
17	3,01
18	3,67
19	4,50

Відібрані зразки ґрунту були проаналізовані і досліджені на:

Гранулометричний склад ґрунту - ДСТУ 4730:2007 ("Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу методом піпетки в модифікації Н. А. Качинського").

Ємність катіонного обміну - ДСТУ 8345:2015 «Якість ґрунту. Методи визначення ємності катіонного обміну», ступінь насиченості основами.

pH ґрунту - ДСТУ ISO 10390:2022.

Органічна речовина ґрунту - ДСТУ 4289:2004 «Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини».

Вміст амонійного і нітратного азоту - ДСТУ 4729:2007.

Вміст рухомих сполук фосфору та калію - ДСТУ 4115-2002,

Вміст рухомої сірки - ДСТУ 8347:2015 ,

Вміст рухомого магнію і кальцію - ДСТУ 7861:2015.

Вміст мікроелементів, таких як мідь (ДСТУ 7831:2015), цинк (ДСТУ 7853:2015), залізо (ДСТУ 7913:2015), марганець (ДСТУ 4770.1:2007) і бор.

Картографічний аналіз агрохімічних показників здійснювався на основі цифрових картограм, створених за результатами моніторингу сільськогосподарських угідь у 2025 році для культури кукурудзи. Картограми побудовані з використанням технологій точного землеробства та ГІС-аналізу, що забезпечило високу точність просторової інформації та можливість диференційованого підходу до управління агроценозами.

Урожайність визначена прямим комбайнуванням, економічна ефективність розрахована за цінами 2025 року.

2.4 Структура посівних площ у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява та технологія вирощування кукурудзи

Структура посівних площ у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява представлена у таблиці 2.2. За останні 3 роки вона змінювалася. Площі під

пшеницею озимою зросли у 2004 році і незначно зменшились у 2025 році. Площі під соняшником зросли у 2025 році. Також поступово зростали площі під ріпаком озимим. У той час як під кукурудзою вони зменшувалися. Площі під соєю зросли у 2024 році, оскільки розглянули її як перспективну, у 2025 році зменшили.

Таблиця 2.2.

Структура посівних площ за останні 3 роки ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП
Валява

Сільськогосподарські культури	Роки/га		
	2023	2024	2025
Пшениця озима	771.87	1803.86	1588.41
Соняшник	2161.67	2161.67	2426.09
Ріпак озимий	729	771.87	1060.92
Кукурудза	5694.62	5585	4888.14
Соя	806.68	1620.22	1333.96
Всього	10163.84	11942.62	11297.52

Такі коливання площ під культурами пов'язані із привабливістю ціни на продукцію, можливостей та перспектив збуту продукції, а також технологічних питань їх вирощування, залежності рівня врожаю від нестабільності погодних умов.

Основні площі у господарстві займає саме кукурудза. Тож, розглянемо технологію її вирощування.

Попередником кукурудзи є соняшник. Обробіток ґрунту передбачає дискування на глибину до 10 см дисковою бороною Rubin-6, щільування на

глибини 40 см глибокорозпушувачем Gregoire Besson-Helios DVB-48-8S, закриття вологи зчіпкою Green-Star 9м і передпосівну культивуацію Wil-Rich-9,8.

Виївали гібрид ДКС 3972 (ФАО 300) із нормою 70 тис./га.

Система застосування добрив передбачала наступне внесення:

Компост– 5 т/га – під обробіток ґрунту.

РКД Віта Комплекс 5-20-5 – 45 л/га + Хелат Цинк ЕДТЕА 110 – 1,2 л/га - при сівбі.

КАС-32 120 кг/га – міжрядне підживлення.

Система захисту рослин:

Гербицид Віжн, водорозчинні гранули концентрат емульсії (мезотріон +амікарбазон + пропізохлор) – 0,167 комплекта/га.

Гербицид Лаудіс, вододисперсні гранули– 0,5 кг/га.

Поверхнево-активна речовина Мєро концентрат емульсії– 1,5 л/га.

Інсектицид Кораген 20 концентрат суспензії– 0,15 л/га.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Гранулометричний склад чорнозему типового малогумусного на лесі

Гранулометричний склад ґрунту має важливе значення, адже співвідношення часточок ґрунту різного розміру визначають водні, фізичні, повітряні та інші властивості ґрунту. Це у свою чергу безпосередньо впливає на поживний режим ґрунту та умови росту і розвитку рослин.

Ми дослідили гранулометричний склад ґрунту на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява, який представлений на рисунку 3.1. Результати аналізу є презентабельними. Сума фракцій піску, глини і мулу дорівнює 100%, у деяких варіантах коливається у межах похибки. На всіх полях, крім 17-го, переважає мул у фракційному складі ґрунту і у середньому становить 58, 61 %. Фракція глини становить 22, 26, 29 %, крім 17 поля. Вміст піску становить в основному 13, 17 %, крім 17 поля. 17 поле має основну масу саме піску.

Тож, ґрунти у господарстві із часткою мулу понад 50%. Такі ґрунти характеризуються високою пластичністю, можуть швидко змінювати свою форму. Вони мають високу липкість і здатні швидко утворювати кірку за умов надмірного перезволоження у результаті нерівномірності випадання опадів і значних перепадів температур, що часто спостерігається на території досліджень. Ґрунти водночас володіють високою водоутримуючою здатністю, але в умовах нерівномірності кількості за умов випадання великої кількості опадів схильні до заболочення. І водночас утворюють кірку при підсиханні, що перешкоджає нормальному проходженню води і повітря у ґрунт.

Для покращення структури ґрунту в умовах господарства рекомендуємо відходи тваринництва, які є у господарстві, використовувати як органічні добрива.

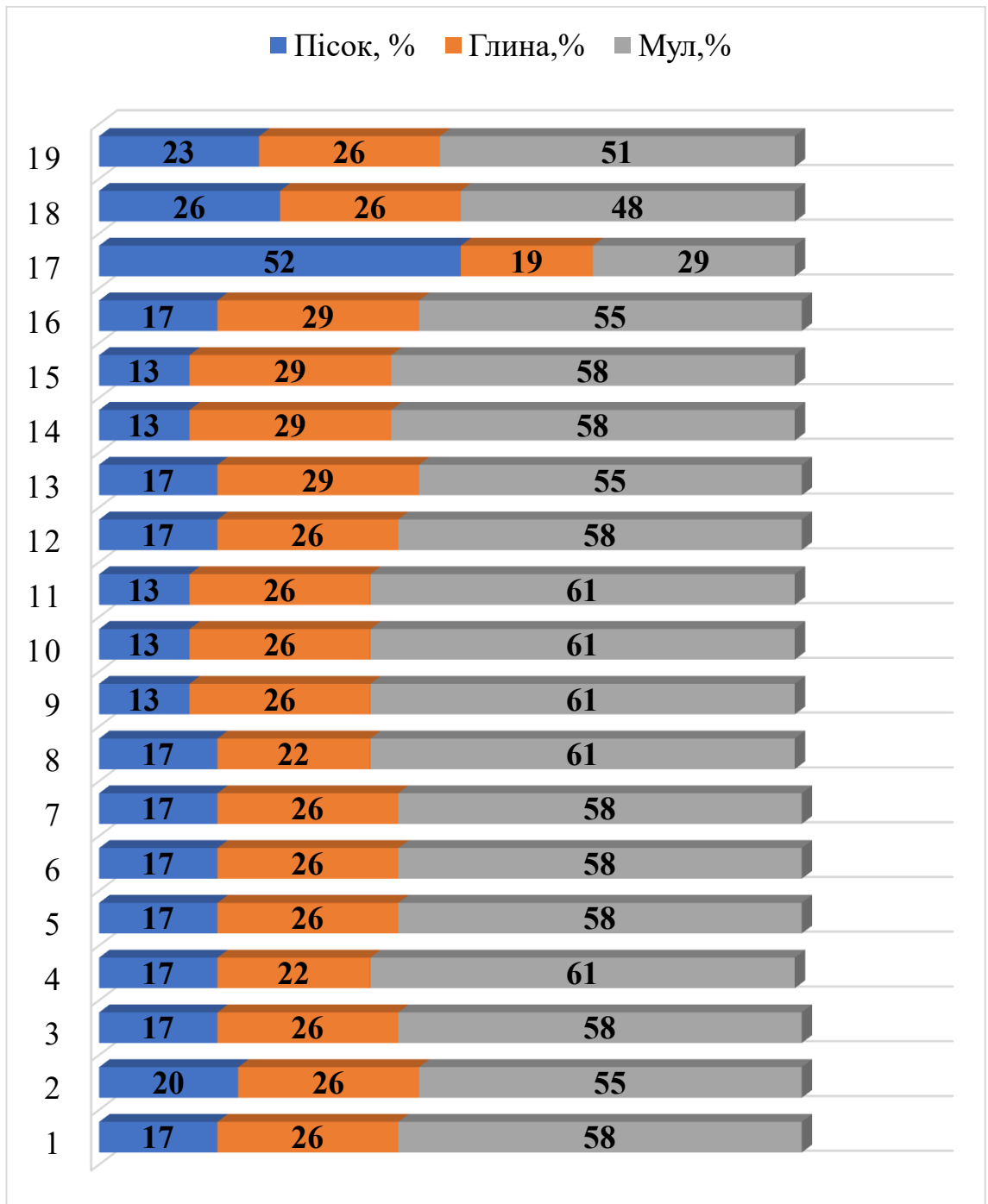


Рис. 3.1 Гранулометричний склад чорнозему типового малогумусного на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

3.2 Основні фізико-хімічні властивості чорнозему типового малогумусного на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

Вміст органічної речовини у ґрунті та стан колоїду має дуже важливе значення для забезпечення основної властивості ґрунту – його родючості. Тож, ми дослідили ці показники (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Основні показники родючості чорнозему типового малогумусного на лесі у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

Номер поля	Вміст органічної речовини, %	Ємність катіонного обміну, мг-екв/100 г ґрунту	Ступінь насиченості основами, %
1	3,7	18,8	94
2	3,8	17,9	93
3	3,9	19,4	91
4	3,8	20,9	86
5	3,9	19,7	89
6	3,7	18,7	90
7	3,0	25,9	100
8	3,7	18,0	100
9	3,5	18,9	100
10	3,9	21,1	94
11	3,7	18,7	96
12	3,7	19,5	94
13	3,7	18,8	95
14	3,5	20,1	88
15	3,9	19,6	90
16	3,7	18,5	95
17	3,7	11,2	88
18	3,7	16,6	91
19	3,6	17,4	95

Грунти на полях господарства характеризуються високим вмістом гумусу, властивою для мулистих ґрунтів ємністю катіонного обміну, ґрунтовий колоїд добре насичений основними катіонами.

Таблиця 3.2.

Реакція ґрунтового розчину чорнозему типового малогумусного на лесі
у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

Поле	pH_KCl	pH_H ₂ O
1	5,7	6,7
2	5,7	6,6
3	5,6	6,6
4	5,5	6,4
5	5,6	6,5
6	5,5	6,5
7	7,7	8
8	6	7
9	6,5	7,1
10	5,9	6,8
11	5,7	6,7
12	5,6	6,6
13	5,7	6,7
14	5,5	6,6
15	5,5	6,5
16	5,7	6,7
17	5,3	6,4
18	5,6	6,4
19	5,6	6,7

Реакція ґрунтового розчину характеризується як слабокисла (поле №4, 6, 14, 15, 17) і близька до нейтральної (основний масив) (табл. 3.2), сприятлива для вирощування більшості сільськогосподарських культур.

Тож, можна стверджувати, що основні фізико-хімічні властивості чорнозему типового малогумусного на лесі є оптимальними для даного типу ґрунту і сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур за правильної агротехнології.

3.3 Вміст мінерального азоту у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

Ґрунт – це складне динамічне тіло, яке характеризується безліччю властивостей. Із позиції живлення рослин дуже важливе значення має вміст рухомих форм елементів живлення у ньому, особливо азоту.

Азот є незамінним макроелементом у живленні рослин. Він виступає будівельним матеріалом для їхніх тіл, є незамінним у процесі фотосинтезу, синтезу та накопичення білків, тощо. Від його кількості прямо пропорційно залежить ріст і розвиток рослин.

Ми дослідили поля ТОВ «ФВК «Урожай»» на вміст мінерального азоту у ґрунті (рис. 3.2). І у результаті встановили, що за рівнем забезпеченості цією формою азоту поля розподілилися у градації як дуже низько забезпечені, низько забезпечені і середньо забезпечені.

Середньо забезпеченими мінеральними формами азоту виявилися поля №1, 6, 7, 10, 11, 16, 19. Вміст мінерального азоту тут коливався від 15,8 мг/кг ґрунту до 22,9 мг/кг. Найбільший масив полів характеризувався як низько забезпечений. У них вміст мінерального азоту становив від 10,4 мг/кг до 14,2 мг/кг ґрунту. І два поля виявилися дуже низько забезпеченими мінеральним азотом із містом 9,8-9,9 мг/кг ґрунту. Вміст амонійного азоту на

всіх досліджуваних полях низький, вміст нітратів коливається у досить широких межах.

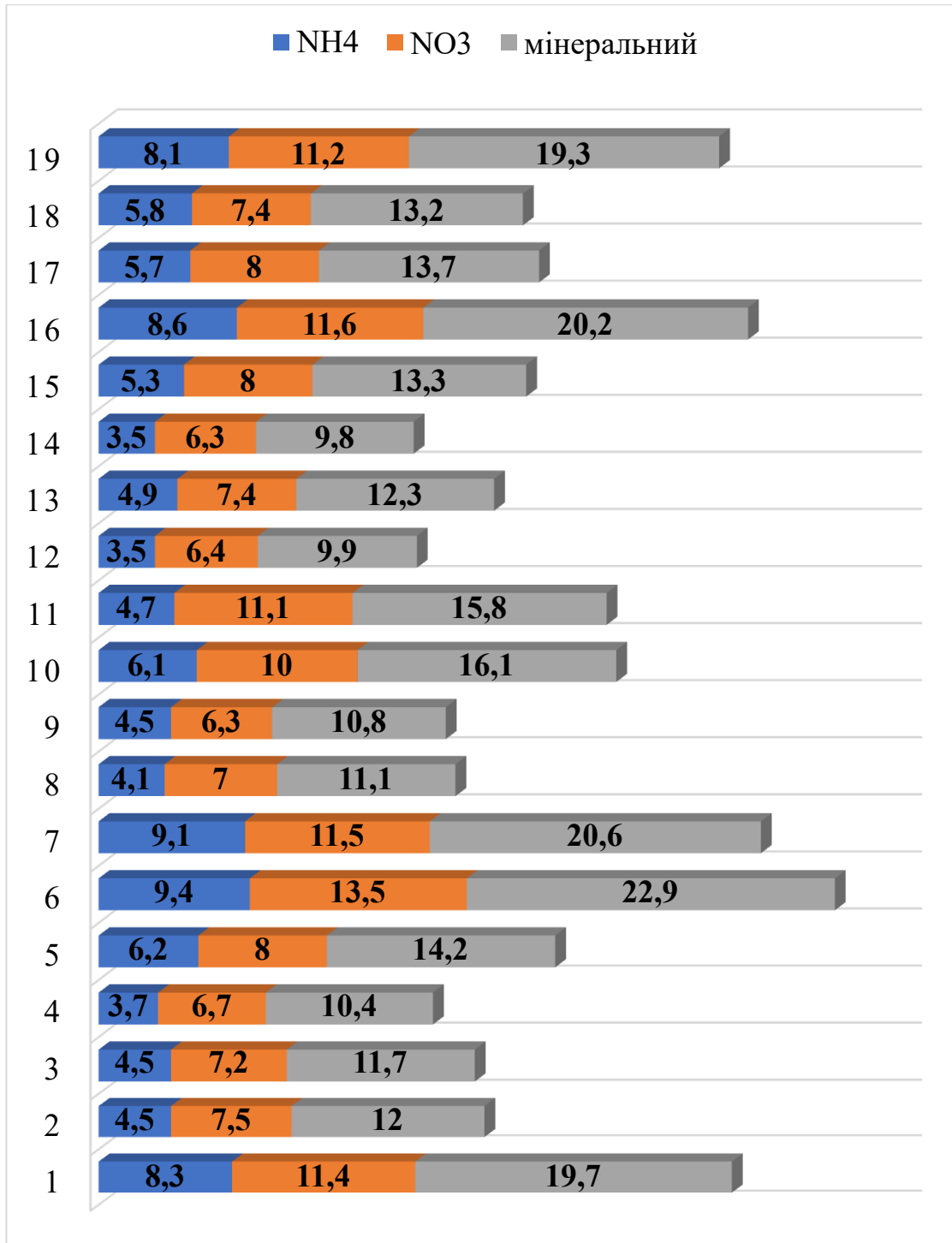


Рис. 3.2. Вміст мінерального азоту у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

З метою забезпечення бездефіцитного мінерального живлення рослин азотом радимо господарству диференційовано підходити до розрахунку норм

азотних добрив на кожне поле, враховуючи визначену забезпеченість ґрунту мінеральним азотом, уважно підбирати форму азоту у добриві, можливо звертати увагу на добрива із аміачною або амонійною формою азоту з метою затримання азоту у ґрунті.

3.4. Вміст рухомих сполук фосфору і калію у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

Фосфор є важливим елементом у живленні рослин. Від його кількості прямо пропорційно залежать енергетичні перетворення у клітинах, адже саме він входить до складу таких енергоємких сполук у рослинах як АТФ і АДФ, які трансформуються одна в одну і забезпечують весь енергообмін клітин.

Фосфор у ґрунті знаходиться як в органічній так і у мінеральній формі, при чому у різному ступені доступності для рослин. Нас цікавлять саме рухомі його форм, які здатна поглинути рослина. Це дигідрофосфат-іони.

Ми дослідили поля ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява на вміст рухомих форм фосфору (рис.3.3). Встановили, що основний масив характеризується високою забезпеченістю цієї форми фосфору, три поля – підвищеною. Це поля № 6 (163 мг/кг ґрунту рухомого фосфору), №18 – 149 мг/кг і поле № 19, де вміст рухомих сполук цього елемента становила 168 мг/кг ґрунту. І одне поле характеризувалося дуже високим вмістом. Це поле № 8, де вміст рухомого фосфору був 297 мг/кг ґрунту.

Тож, враховуючи результати аналізу, внесення фосфору у вигляді добрив може бути помірним.

Калій – це макроелемент, який необхідний у живленні рослин. Він входить до складу понад 60 ферментів і впливає на весь метаболізм рослин. Саме він визначає такі важливі характеристики рослин як холодостійкість, морозостійкість, жаростійкість, посухостійкість, міцність стебла.

У ґрунті він міститься у мінеральній формі у складі мінералів, фіксується у прошарках вторинних мінералів, закріплюється на колоїдах, перебуває у обмінній та водорозчинній формі.

Ми дослідили вміст саме доступних форм калію для рослин. Вміст рухомих сполук калію на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява розподілився у 2 кластера (рис.3.4). Основна кількість полів розмістилася у групі забезпеченості – підвищений вміст, де він коливався від 122 до 150 мг/кг. П'ять полів були охарактеризовані високою забезпеченістю рухомими сполуками калію. Вміст був від 151 до 177 мг/кг ґрунту.

Тож, норми калійних добрив теж можуть бути помірними.

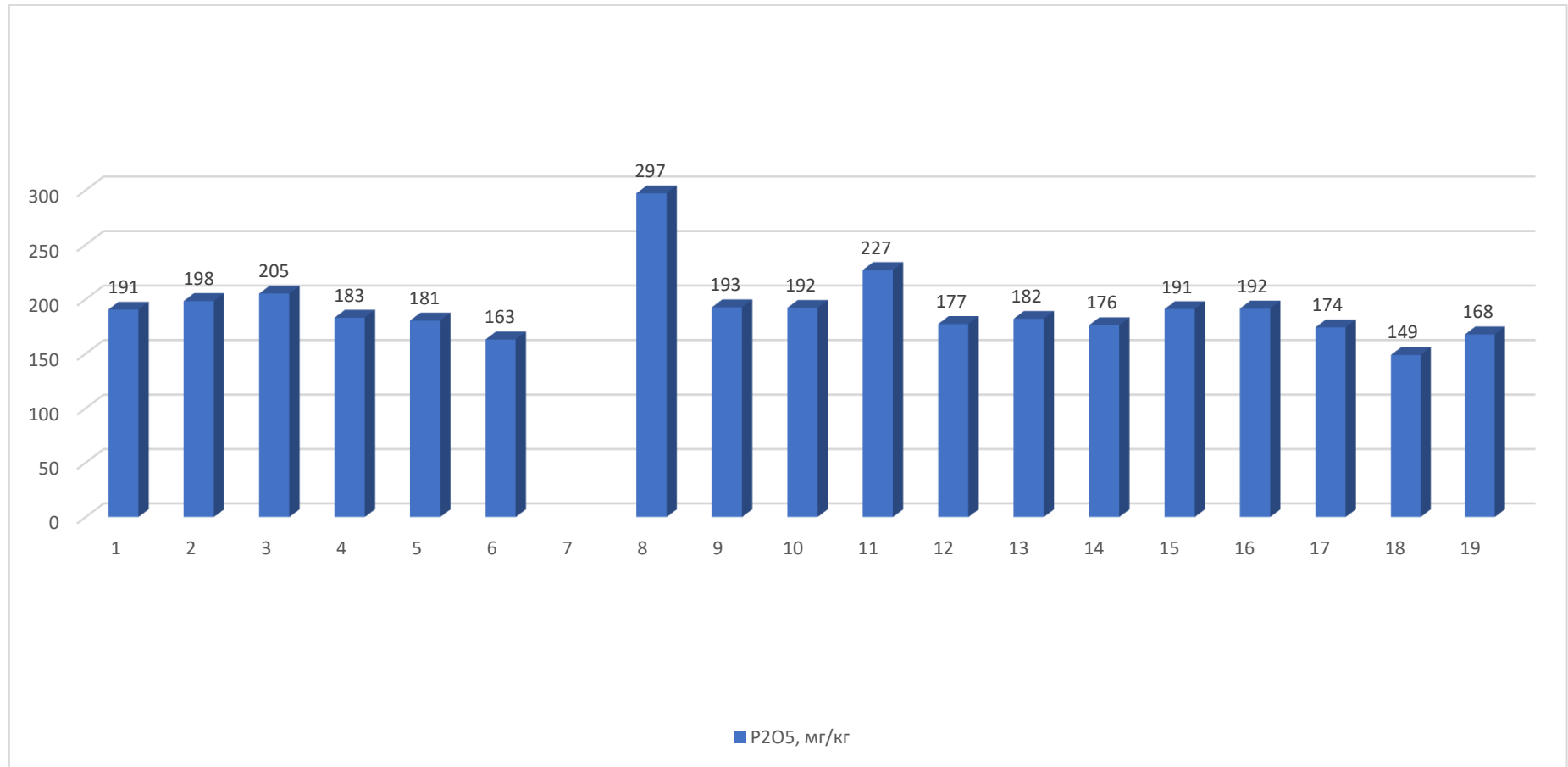


Рис. 3.3. Вміст рухомих сполук фосфору у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

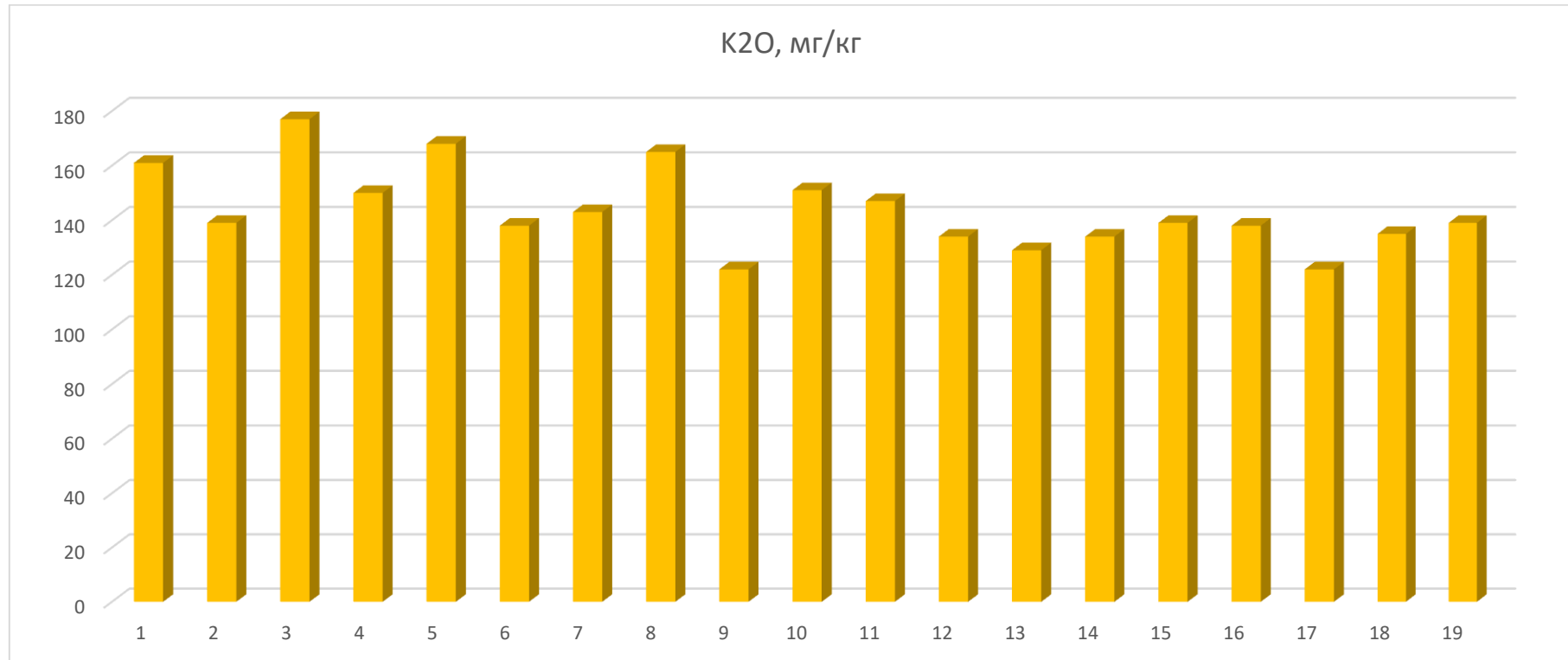


Рис. 3.3. Вміст рухомих сполук калію у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

3.5 Вміст мезоелементів у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

Мезоелементи не менш важливі у живленні рослин. Вони теж мають свої незамінні функції. Так, кальцій відіграє велику роль у функціонуванні продохів та захисних систем рослини. Він зміцнює стінки клітин, формує міцну шкірку на бульбах, тощо.

У ґрунтах кальцій є у доступній та недоступній формі для рослин. За міжнародною градацією ґрунти групуються за забезпеченістю кальцієм на 5 груп. Дуже низька забезпеченість – вміст рухомих сполук кальцію становить менше 250 ppm. Низько забезпечені ґрунти містять його у кількості 251-500 ppm, середньо забезпечені – 501 – 2000 ppm, високо забезпечені – 2001 – 4500 ppm, дуже високо забезпечені – понад 4500 ppm.

Досліджений нами кластер полів високо забезпечений сполуками кальцію, поле № 7 є дуже високо забезпеченим, а поле № 17 – середньо забезпеченим (табл. 3.3).

Наступний елемент, який має вагоме значення у живленні рослин і якості ґрунту – це магній. Він є структурним елементом хлорофілу, впливає на фотосинтез, бере участь у азотному, білковому, вуглеводному і інших обмінах у рослині.

У ґрунті магній разом із кальцієм насичує ґрунтовий колоїд, покращуючи його ступінь насиченості основами. Він міститься у ґрунті у вигляді різних сполук, доступних і недоступних рослинам.

За забезпеченістю ґрунти у світі групують на 3 групи: високо забезпечені містять вміст рухомого магнію у кількості понад 250 ppm, середньо забезпечені – 100-250 ppm, і низько забезпечені – менше 100 ppm.

Ми визначили вміст рухомого магнію на полях нашого господарства. Поля розподілилися по двох рівнях забезпеченості. Основа маса полів була

високо забезпечена, поля № 7, 9, 13, 17, 18, 19 – середньо забезпечені цим елементом.

Таблиця 3.3.

Вміст рухомих форм мезоелементів у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява, ррп

ID_Zone	Soil_Ca	Soil_Mg	Soil_S
1	2969	274	5,1
2	2805	257	4,5
3	2936	293	5,6
4	3022	282	4,7
5	2939	275	4,5
6	2853	259	3,8
7	4714	217	4,9
8	3062	260	4,5
9	3291	238	3,7
10	3369	303	4,4
11	3006	269	6,6
12	3151	261	4,2
13	3052	250	4
14	2999	262	3,8
15	2981	268	4,6
16	2995	253	4,6
17	1642	154	4
18	2564	221	3,8
19	2812	242	3,7

Значну увагу зараз фермери приділяють вмісту рухомих форм сірки у ґрунтах. Причиною дефіциту її є дефіцит органіки, відсутність внесення

великих норм твердих комплексних добрив, де сірка була баластом. Крім того, змінилася структура посівних площ, де нині велика кількість сірколюбивих культур, до того ж урожаї зросли, що збільшило винос цього елемента. Тож, рослини часто відчувають його дефіцит.

Грунти, які містять менше 15 ppm рухомої сірки у ґрунті, потребують внесення сірковмісних добрив. Досліджені нами поля товариства всі містять низький вміст сірки і потребують негайної корекції у вигляді добрив.

Тож, поля ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява характеризуються в основному високою забезпеченістю кальцієм і магнієм та мають дефіцит сірки.

3.6 Вміст мікроелементів у чорноземі типовому малогумусному на лесі на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

Мікроелементи містяться у ґрунті і у рослинах у невеликих кількостях, проте вони мають дуже важливу роль у живленні рослин. Вони виступають каталізаторами багатьох реакцій, беруть участь у фотосинтезі, диханні, біосинтезі білків, жирів, вуглеводів, гормонів, тощо. Підвищують стійкості рослин до біотичних і абіотичних стресів.

Ми дослідили поля ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява на вміст мікроелементів у ґрунті, зокрема міді, заліза, цинку, бору і марганцю (табл. 3.4).

У результаті досліджень ми встановили, що вміст міді дуже низький. Він і близько не наближається до кількості 36 ppm. Вміст цинку також низький, вміст бору близький до низького. Низький вміст заліза на полі №7.

Тож, ми встановили, що поля низько забезпечені мікроелементами.

Таблиця 3.4

Вміст мікроелементів у чорноземі типовому малогумусному на лесі
на полях ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява, ppm

ID_Zone	Soil_Cu	Soil_Zn	Soil_Fe	Soil_Mn	Soil_B
1	0,4	0,6	35,7	8	1,6
2	0,3	0,5	30,6	6,5	1,6
3	0,4	0,8	36,3	8,7	1,6
4	0,4	0,6	43,7	11,2	1,7
5	0,3	0,5	37,1	9,1	1,6
6	0,3	0,4	34,2	8	1,5
7	0,2	0,4	7,3	2,1	1,4
8	0,3	0,9	30,5	6,2	1,7
9	0,2	0,4	13	4,1	1,6
10	0,3	0,6	30,7	5,9	1,6
11	0,3	0,6	29,7	6,2	1,5
12	0,3	0,5	30,3	8,2	1,4
13	0,3	0,4	29,3	7,7	1,4
14	0,4	0,5	35,7	9,2	1,4
15	0,3	0,5	35,1	10	1,4
16	0,3	0,5	30,3	8,5	1,6
17	0,3	0,4	45,6	7,1	0,8
18	0,3	0,4	34,8	8	1,1
19	0,3	0,4	31,9	7,9	1,4

3.7 Картографічний аналіз агрохімічних показників сільськогосподарських угідь

Картографічний аналіз агрохімічних показників здійснювався на основі цифрових картограм, створених за результатами моніторингу сільськогосподарських угідь у 2025 році для культури кукурудзи. Картограми побудовані з використанням технологій точного землеробства та ГІС-аналізу, що забезпечило високу точність просторової інформації та можливість диференційованого підходу до управління агроценозами. Досліджуваний масив характеризується неоднорідністю агрохімічних показників, що типово для великих сільськогосподарських угідь регіону. Загальна площа обстеженої території становить приблизно 50-60 гектарів.

Картограма густоти посіву відображає просторовий розподіл густоти стояння рослин кукурудзи на момент обстеження, виражений у тисячах насінин на гектар (рис. 3.4).

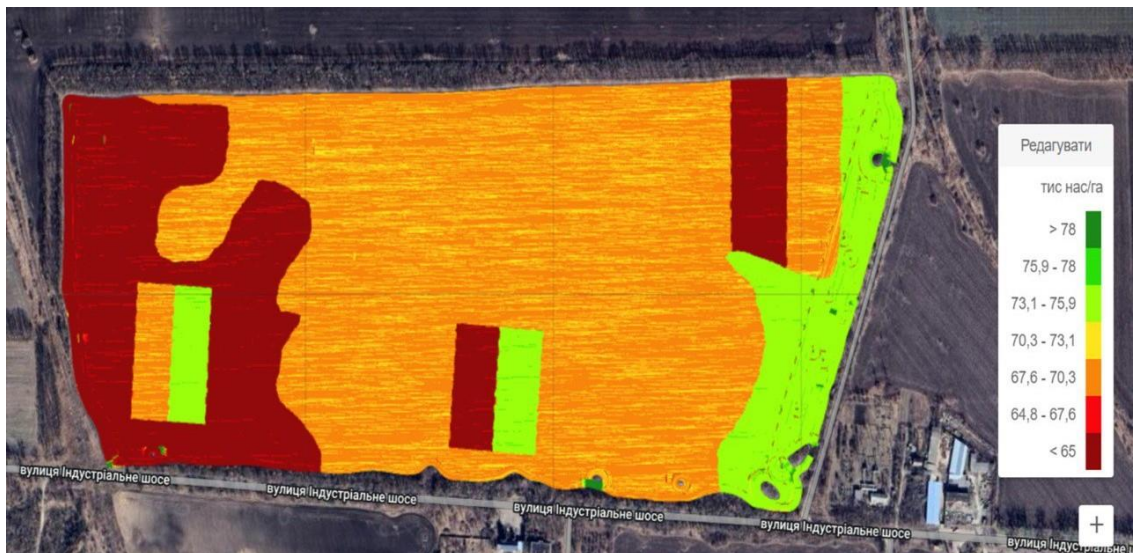


Рис. 3.4 Картограма густоти посіву кукурудзи

Шкала градації включає діапазон від менше 65 до більше 78 тис. нас./га. Аналіз картограми виявляє значну просторову варіабельність показників. Зони з високою густиною посіву, що перевищує 78 тис. нас./га,

позначені зеленим кольором і займають переважно центральну та східну частини поля. Ці зони характеризуються оптимальними умовами для проростання та розвитку рослин, що може бути пов'язано з кращими агрофізичними властивостями ґрунту, оптимальним вологозабезпеченням та якісним посівним матеріалом. Зони з середньою густрою від 73,1 до 78 тис. нас./га позначені жовто-оранжевим кольором і домінують на більшій частині масиву. Такі показники є прийнятними для товарного вирощування кукурудзи, проте вказують на можливість оптимізації норм висіву та підготовки ґрунту.

Зони з низькою густрою, що становить менше 65 тис. нас./га, позначені червоним кольором і локалізуються в західній частині поля, а також у вигляді окремих включень по всій території. Площа таких зон становить приблизно 15-20% від загальної площі. Причинами зниженої густоти можуть бути погіршені агрофізичні властивості ґрунту, такі як ущільнення та погана структура, нерівномірність висіву внаслідок несправності посівної техніки, пошкодження проростків шкідниками або хворобами, локальне перезволоження або пересихання ґрунту, а також наявність прихованих деградаційних процесів. Наявність чітких геометричних меж між зонами різної густоти вказує на технологічні причини варіабельності, пов'язані з роботою посівного обладнання або попередньою обробкою ґрунту.

Картограма врожайності представляє фактичні показники урожаю кукурудзи, отримані внаслідок прямого вимірювання під час збирання комбайном, обладнаним системою GPS-моніторингу. Шкала врожайності варіює від менше 8 до більше 12 т/га (рис. 3.5). Просторовий розподіл врожайності характеризується наявністю високопродуктивних зон, що перевищують 12 т/га, позначених темно-зеленим кольором і локалізованих у центральній та східній частинах поля. Загальна площа таких зон становить близько 25-30 % від загальної площі масиву. Високі показники врожайності в цих зонах корелюють з оптимальною густрою посіву та свідчать про

сприятливі агроекологічні умови. Зони з середньою врожайністю від 9 до 12 т/га позначені жовто-зеленим кольором і займають найбільшу частину поля, приблизно 50-55 %. Такі показники відповідають середньостатистичній врожайності кукурудзи в регіоні за умов дотримання базової агротехніки.

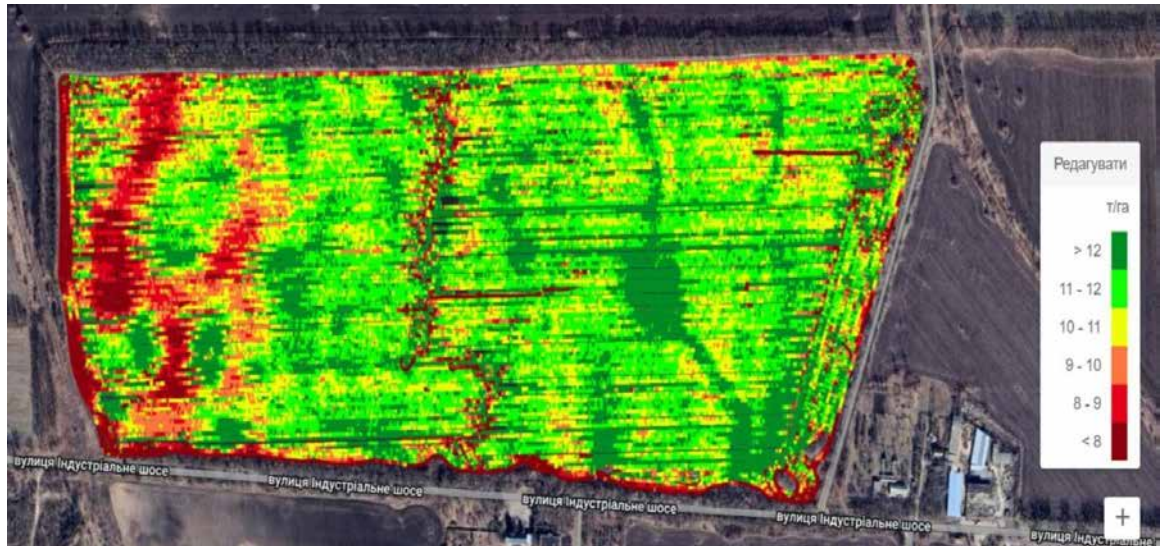


Рис. 3.5 Картограма врожайності кукурудзи

Низькопродуктивні зони з врожайністю менше 8 т/га позначені червоним кольором і займають західну частину поля та окремі ділянки по всій території. Площа таких зон становить 20-25 % від загальної площі. Характерною особливістю є збіг локалізації низькопродуктивних зон з ділянками зниженої густоти посіву, що підтверджує причинно-наслідковий зв'язок між цими показниками. Картограма врожайності має більш детальну просторову структуру порівняно з картограмою густоти посіву, що зумовлено впливом додаткових факторів на формування врожаю протягом вегетаційного періоду, зокрема варіабельності забезпечення елементами живлення, нерівномірності вологозабезпечення, мікрокліматичних особливостей різних частин поля та неоднорідності фітосанітарного стану.

Картограми внесення добрив відображають фактичні норми внесення мінеральних добрив. Картограма демонструє широкий діапазон норм внесення рідких добрив від менше 193 до більше 413 л/га. Зони

максимального внесення, що перевищують 413 л/га, позначені темно-зеленим кольором і локалізуються переважно в правій східній частині поля. Це може бути пов'язано з виснаженням поживних речовин у ґрунті або підвищеними нормами для досягнення запланованої врожайності. Зони помірного внесення від 281 до 413 л/га позначені жовто-зеленими відтінками і займають центральну частину масиву, відображаючи середні агрохімічні показники ґрунту. Зони мінімального внесення менше 193 л/га позначені червоно-коричневим кольором і локалізуються у західній частині та окремих ділянках поля.

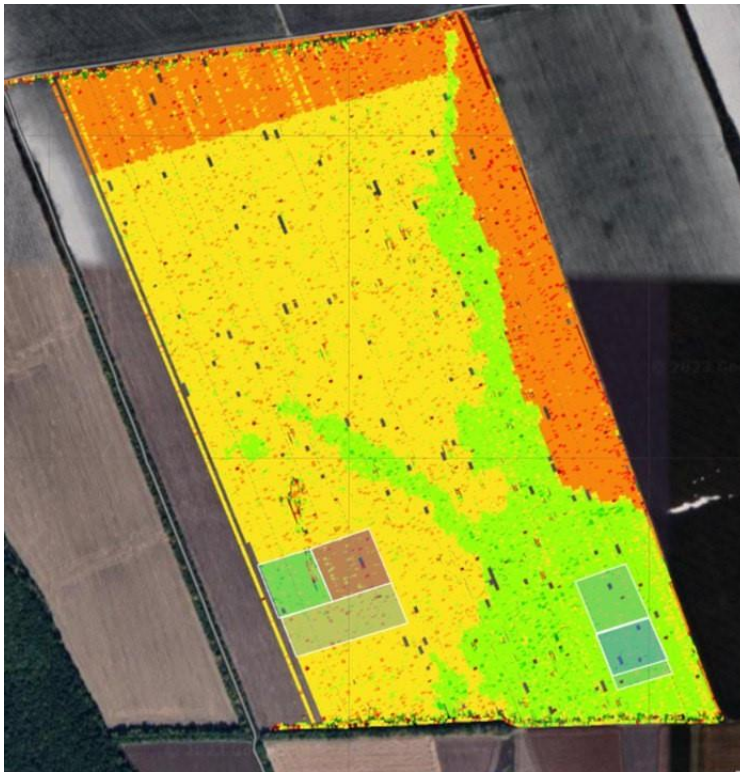


Рис. 3.6. Картограма внесення рідких добрив

Друга картограма показує розподіл урожайності у діапазоні від менше 8 до більше 12 т/га (рис. 3.7). Високий урожай, що перевищують 12 т/га, переважають у верхній та центральній частинах поля, що може відповідати внесенню органічних добрив або комплексних мінеральних добрив для підвищення родючості ґрунту. Середні врожайність від 9 до 12 т/га представлені жовто-зеленими зонами по всій території масиву. Низька -

менше 8 т/га локалізуються смугами, що може відобразити технологічні особливості роботи обладнання або диференційований підхід на основі попереднього агрохімічного обстеження.

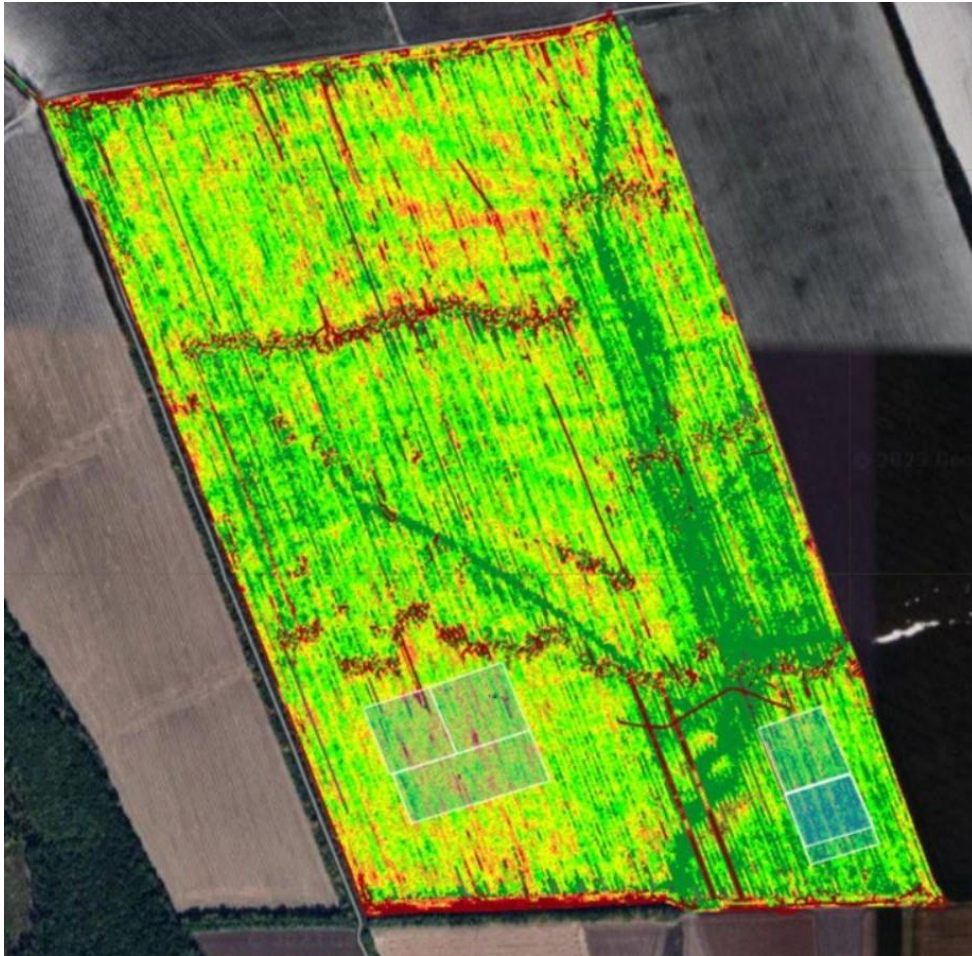


Рис. 3.7 Картограма врожайності кукурудзи

Порівняльний аналіз усіх картограм виявляє значну кореляцію між агрохімічними показниками. По-перше, спостерігається просторова кореляція густоти посіву та врожайності, де зони з оптимальною густиною стояння рослин більше 75 тис. нас./га характеризуються підвищеною врожайністю більше 10 т/га. Коефіцієнт просторової кореляції оцінюється як високий і перевищує 0,7. По-друге, встановлено залежність урожайності від норм внесення добрив, де ділянки з підвищеними нормами внесення добрив демонструють тенденцію до формування більшої врожайності, хоча взаємозв'язок не є прямолінійним, що свідчить про комплексний вплив інших

чинників, таких як агрофізичні властивості ґрунту, водний режим та фітосанітарний стан. По-третє, виявлено чітку зональність у розподілі всіх показників із виділенням трьох основних зон: східної зони з високою густиною посіву, високою врожайністю та підвищеними нормами добрив; центральної зони із середніми показниками за всіма параметрами; та західної зони зі знизеними показниками густоти та врожайності і варіабельністю норм внесення добрив.

На основі картографічного аналізу можна зробити висновки щодо стану агроценозу та перспектив оптимізації технологічних процесів. Неоднорідність продуктивності поля характеризується значною варіабельністю показників, де коефіцієнт варіації для врожайності перевищує 25%, що вказує на необхідність диференційованого підходу до управління агротехнологіями. Західна частина масиву характеризується стабільно низькими показниками за всіма параметрами, що може бути обумовлено несприятливими агрофізичними властивостями ґрунту, порушенням водного режиму через застійне перезволоження або недостатнє зволоження, підвищеною кислотністю або засоленістю, а також деградаційними процесами.

Ефективність застосування технологій точного землеробства підтверджується тим, що наявність детальних картограм дозволяє оптимізувати норми висіву насіння залежно від потенціалу ділянки, проводити диференційоване внесення добрив з урахуванням просторової варіабельності агрохімічних показників, раціонально використовувати ресурси за рахунок зниження норм на низькопродуктивних ділянках та прогнозувати очікувану врожайність на ранніх стадіях розвитку культури. Економічна доцільність впровадження систем точного землеробства на основі картографічного моніторингу забезпечує зниження витрат на насіння та добрива на 10-15%, підвищення середньої врожайності на 8-12 % за рахунок оптимізації агротехнологій та покращення екологічної ситуації через зменшення надлишкового внесення агрохімікатів.

На основі аналізу картографічного матеріалу пропонуються диференційовані заходи для різних зон поля. Для зон з високим потенціалом у східній частині рекомендується застосування інтенсивних технологій вирощування, підвищені норми внесення добрив для реалізації потенціалу врожайності та оптимальна густина посіву 75-80 тис. нас./га. Для зон середнього потенціалу в центральній частині доцільне збалансоване мінеральне живлення за результатами агрохімічного аналізу, норми висіву 70-75 тис. нас./га та профілактика дефіциту поживних елементів. Для проблемних зон у західній частині необхідне детальне агрохімічне та агрофізичне обстеження ґрунту, застосування заходів меліорації, таких як вапнування, гіпсування та внесення органічних добрив, підбір стійких гібридів кукурудзи, зниження норм висіву до 60-65 тис. нас./га для уникнення непродуктивних витрат та розгляд можливості вирощування альтернативних культур.

До загальних рекомендацій належить щорічний моніторинг агрохімічних показників для відстеження динаміки, калібрування обладнання для точного землеробства, впровадження систем GPS-навігації на всіх видах польових робіт та створення електронних архівів картограм для ретроспективного аналізу.

Таким чином, картографічний аналіз агрохімічних показників сільськогосподарських угідь є потужним інструментом для оптимізації технологій вирощування кукурудзи. Виявлена значна просторова варіабельність густоти посіву від менше 65 до більше 78 тис. нас./га, врожайності від менше 8 до більше 12 т/га та норм внесення добрив від менше 193 до більше 413 л/га обґрунтовує необхідність застосування диференційованого підходу до управління агротехнологіями.

3.8 Урожайність основних культур у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява та економічна ефективність їх вирощування

ТОВ «НВФ «Урожай»» має у структурі посівних площ основні провідні культури. Це кукурудза, соняшник, ріпак, пшениця озима і соя. Ці культури є перспективними і вирощуються по всій країні. Їхня продукція має попит як на внутрішньому так і на зовнішньому ринку. Товариство вирощує продукцію в основному на корм худобі. Урожайність цих культур досить на високому рівні (табл.3.5).

Таблиця 3.5.

Урожайність основних сільськогосподарських культур

Сільськогосподарські культури	Урожайність, т/га, 2024	Урожайність, т/га, 2025	Середня урожайність, т/га
Пшениця озима	7,5	7,9	7,7
Соняшник	3,1	3,5	3,3
Ріпак озимий	4,2	4,6	4,4
Кукурудза	8,0	10,4	9,2
Соя	2,2	3,0	2,6

Так, урожайність пшениці озимої сягає у середньому 7,7 т/га, що є високим показником. Соняшник збирають на рівні 3,3 т/га, ріпак озимий – 4,4 т/га, що вважається високим рівнем. Кукурудза на рівні 9,2 т/га, соя – 2,6 т/га.

Тож, урожайність сільськогосподарських культур у господарстві є достатніми або високими.

Вирощування сільськогосподарських культур у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява є економічно ефективним (табл. 3.6). кожна культура є прибутковою, вартість врожаю значно переважає виробничі витрати на кожному гектарі.

Таблиця 3.6.

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур у ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява

Сільськогосподарські культури	Урожайність, т/га	Ціна 1 т, \$	Загальні витрати, \$/га	Прибуток, \$/га	Рентабельність, %
Пшениця озима	7,9	196	933	615	66
Соняшник	3,5	560	927	1033	111
Ріпак озимий	4,6	538	815	1660	204
Кукурудза	10,4	174	1206	604	50
Соя	3,0	385	837	318	38

Рентабельність вирощування сої є найнижчою і становить 38 %, пшениці озимої – 66 %. Рентабельність вирощування кукурудзи складає 50%. Найбільш прибутковими є соняшник, його рентабельність складає 111 %, і ріпаку озимого – 204 %, враховуючи його високу врожайність у господарстві.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Агрохімічний моніторинг ґрунтів у ТОВ НВФ "Урожай" на Черкащині» було встановлено наступні результати:

1. Ґрунти у господарстві із часткою мулу понад 50% схильні до заболочення в умовах перезволоження і утворення кірки за умов засух. Основні фізико-хімічні властивості (вміст гумусу, ємність катіонного обміну, ступінь насиченості основами і реакція ґрунтового розчину) чорнозему типового малогумусного на лесі є оптимальними для даного типу ґрунту і сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур за правильної агротехнології.

2. Поля ТОВ «ФВК «Урожай»» за рівнем забезпеченості мінеральним азотом розподілилися у градації як дуже низько забезпечені, низько забезпечені і середньо забезпечені. Основний масив полів характеризується високою забезпеченістю рухомих форм фосфору, три поля – підвищеною. Основна кількість полів по вмісту рухомих сполук калію розмістилася у групі забезпеченості – підвищений вміст, п'ять полів були охарактеризовані високою забезпеченістю.

3. Поля ТОВ «НВФ «Урожай»» ВП Валява характеризуються в основному високою забезпеченістю кальцієм і магнієм та мають дефіцит сірки; низько забезпечені мікроелементами: мідь, цинк, бор, марганець.

4. Картографічний аналіз агрохімічних показників сільськогосподарських угідь є потужним інструментом для оптимізації технологій вирощування кукурудзи. Виявлена значна просторова варіабельність густоти посіву від менше 65 до більше 78 тис. нас./га, врожайності від менше 8 до більше 12 т/га та норм внесення добрив від менше 193 до більше 413 л/га обґрунтовує необхідність застосування диференційованого підходу до управління агротехнологіями.

5. Культури є високоврожайними: урожайність пшениці озимої сягає у середньому 7,7 т/га, що є високим показником. Соняшник збирають на рівні 3,3 т/га, ріпак озимий – 4,4 т/га, що вважається високим рівнем. Кукурудза на рівні 9,2 т/га, соя – 2,6 т/га. Їх вирощування є економічно вигідним: рентабельність вирощування сої - 38 %, пшениці озимої – 66 %, кукурудзи - 50%, соняшника - 111 % і ріпаку озимого – 204 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Медведєв В. В. Моніторинг ґрунтів України. Концепція. Результати. Завдання. Харків: Антиква, 2002. 428 с.
2. Балюк С. А., Медведєв В. В., Тараріко О. Г. та ін. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. Київ: ТОВ «ВІК ПРІНТ», 2010. 111 с.
3. Лактіонов М. І. Геоінформаційні системи в агрохімічних дослідженнях. Харків: Смугаста типографія, 2015. 238 с.
4. Носко Б. С. Агрохімічна оцінка ґрунтового покриву України: стан та перспективи. Вісник аграрної науки. 2017. № 11. С. 10–17.
5. Христенко А. О. Результати агрохімічної паспортизації ріллі України. Вісник аграрної науки. 2018. № 7. С. 57–64.
6. Медведєв В. В., Пліско І. В. Бонітування ґрунтів і економічна оцінка земель сільськогосподарського призначення. Харків: ВД «Райдер», 2006. 252 с.
7. Носко Б. С., Бабинін В. І. Наукові основи удосконалення мінерального живлення сільськогосподарських культур. Київ: Логос, 2012. 456 с.
8. Балюк С. А., Ромащенко М. І., Трускавецький Р. С. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. Київ: Аграрна наука, 2018. 624 с.
9. Христенко А. О., Полупан М. І. Динаміка агрохімічних показників родючості ґрунтів України за результатами моніторингових досліджень. Агрохімія і ґрунтознавство. 2016. Вип. 85. С. 15–22.
10. Балюк С. А., Греков В. О., Величко В. А. Агрохімічна паспортизація як основа управління родючістю ґрунтів у сучасних умовах. Вісник аграрної науки. 2016. № 3. С. 11–15.

11. Носко Б. С., Христенко А. О., Максимова В. Ф. Оптимізація мінерального живлення сільськогосподарських культур на основі агрохімічного моніторингу. Агрохімія і ґрунтознавство. 2019. Вип. 89. С. 25–33.
12. Фатєєв А. І., Пащенко Я. В. Екологічна безпека ґрунтів та продукції рослинництва. Харків: Смугаста типографія, 2017. 371 с.
13. Лактіонов М. І., Медведєв В. В., Шейко С. М. Концептуальні засади створення національної системи моніторингу ґрунтів. Агрохімія і ґрунтознавство. 2018. Вип. 88. С. 7–14.
14. Медведєв В. В., Булигін С. Ю., Лактіонов М. І. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення для цілей точного землеробства. Харків: ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського, 2010. 87 с.
15. Балюк С. А., Ромащенко М. І., Вергунов В. А. Сучасні проблеми ґрунтознавства та шляхи їх вирішення. Вісник аграрної науки. 2019. № 9. С. 5–12.
16. Медведєв В. В., Лактіонов М. І. Еволюція ґрунтів та їх раціональне використання. Харків: Апостроф, 2011. 536 с.
17. Христенко А. О. Економічна ефективність застосування добрив на основі агрохімічних карт. Агроекономіка. 2019. № 4. С. 34–41.
18. Лактіонов М. І., Медведєв В. В. Сучасні технології оцінки агрохімічного стану ґрунтів. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «ґрунтознавство, агрохімія, землеробство». 2016. № 1. С. 32–41.
19. Балюк С. А., Медведєв В. В., Мірошніченко М. М. Кліматичні зміни та їх вплив на ґрунтовий покрив. Київ: Аграрна наука, 2012. 256 с.
20. Патика В. П., Тараріко Ю. О., Мельничук Т. М. Роль мікроорганізмів у сучасному землеробстві. Агроекологічний журнал. 2014. № 3. С. 6–12.
21. Фатєєв А. І., Христенко А. О., Долина В. С. Забезпеченість ґрунтів України мікроелементами. Агрохімія і ґрунтознавство. 2015. Вип. 83. С. 42–48.

22. Булигін С. Ю., Барвінський А. В., Демиденко О. В. Використання дистанційного зондування в агрохімічних дослідженнях. Харків: Майдан, 2011. 196 с.
23. Сайко В. Ф., Малієнко А. М., Грищенко О. М. Сівозміни у землеробстві України. Київ: Аграрна наука, 2013. 358 с.
24. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є., Глущенко Л. Д. Вплив систем обробітку ґрунту на його агрофізичні та агрохімічні властивості. Вісник аграрної науки. 2015. № 6. С. 11–16.
25. Господаренко Д. Г., Прокопчук І. В., Любич В. В. Агрохімічні фактори формування якості зерна пшениці озимої. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2016. № 2. С. 23–28.
26. Пати́ка В. П., Іути́нська Г. О. Мікробні препарати у землеробстві. Київ: Наукова думка, 2015. 312 с.
27. Балюк С. А., Войтюк Ю. О. Меліорація солонцюватих ґрунтів України. Харків: Міськдрук, 2013. 286 с.
28. Медведєв В. В., Пліско І. В., Бігун О. М. Інтегрована система моніторингу ґрунтів: концепція та практична реалізація. Агрохімія і ґрунтознавство. 2017. Вип. 86. С. 5–11.
29. Шевченко М. С., Desyatnik L. M., Saiko V. Ф. Картографування врожайності сільськогосподарських культур в умовах точного землеробства. Вісник аграрної науки. 2018. № 4. С. 18–24.
30. Адаменко Т. І., Кульбіда М. І., Прокопенко А. Л. Агрометеорологічний моніторинг та прогнозування врожайності зернових культур. Київ: Логос, 2014. 234 с.
31. Жуков О. В., Задорожна Г. О., Андрусевич К. В. Просторова варіабельність агрохімічних показників та врожайності культур. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. № 2. С. 45–52.

32. Кучма Т. Л., Медведєв В. В., Шейко С. М. Геоінформаційне картографування агрохімічних властивостей ґрунтів. Агрохімія і ґрунтознавство. 2015. Вип. 84. С. 112–118.
33. Войтюк Б. Ю., Грицишин М. І., Корсун С. Г. Застосування ГІС-технологій для моніторингу врожайності та родючості ґрунтів. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2016. № 17. С. 89–96.
34. Ачасова А. О., Ачасов А. Б. Використання супутникових даних для прогнозування врожайності зернових культур. Таврійський науковий вісник. 2019. № 108. С. 3–9.
35. Бутенко Є. В., Собко О. М., Бондар В. І. Моніторинг та картографування продуктивності агроценозів на основі NDVI. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 4. С. 12–17.
36. Ткаченко О. В., Опришко О. О. Точне землеробство: картографування неоднорідності полів та диференційоване внесення добрив. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2018. Вип. 92. С. 156–164.
37. Demidov O., Kobets A., Yakushev V. Yield mapping and spatial variability analysis in precision agriculture. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. Vol. 9, № 3. P. 412–419.
38. Pierce F. J., Nowak P. Aspects of precision agriculture. Advances in Agronomy. 1999. Vol. 67. P. 1–85.
39. Stafford J. V. Implementing precision agriculture in the 21st century. Journal of Agricultural Engineering Research. 2000. Vol. 76, № 3. P. 267–275.
40. Mulla D. J. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. Biosystems Engineering. 2013. Vol. 114, № 4. P. 358–371.
41. Blackmore S., Godwin R. J., Fountas S. The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. Biosystems Engineering. 2003. Vol. 84, № 4. P. 455–466.

42. Corwin D. L., Lesch S. M. Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2005. Vol. 46, № 1–3. P. 11–43.
43. Oliver M. A., Carroll Z. L., Container E. et al. Geostatistical methods for mapping the spatial variability of crop yield and soil attributes. *Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives*. 2017. P. 121–136.
44. Bramley R. G. V., Hamilton R. P. Understanding variability in winegrape production systems: 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2004. Vol. 10, № 1. P. 32–45.
45. Taylor J. A., McBratney A. B., Whelan B. M. Establishing management classes for broadacre agricultural production. *Agronomy Journal*. 2007. Vol. 99, № 5. P. 1366–1376.
46. Schepers A. R., Shanahan J. F., Liebig M. A. et al. Appropriateness of management zones for characterizing spatial variability of soil properties and irrigated corn yields across years. *Agronomy Journal*. 2004. Vol. 96, № 1. P. 195–203.
47. Dobermann A., Ping J. L. Geostatistical integration of yield monitor data and remote sensing improves yield maps. *Agronomy Journal*. 2004. Vol. 96, № 1. P. 285–297.
48. Maestrini B., Basso B. Predicting spatial patterns of within-field crop yield variability. *Field Crops Research*. 2018. Vol. 219. P. 106–112.
49. Lobell D. B., Thau D., Seifert C. et al. A scalable satellite-based crop yield mapper. *Remote Sensing of Environment*. 2015. Vol. 164. P. 324–333.
50. Jin Z., Azzari G., Lobell D. B. Improving the accuracy of satellite-based high-resolution yield estimation: A test of multiple scalable approaches. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2017. Vol. 247. P. 207–220.
51. Zhang N., Wang M., Wang N. Precision agriculture: A worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2002. Vol. 36, № 2–3. P. 113–132.

52. Whelan B. M., McBratney A. B. The "null hypothesis" of precision agriculture management. *Precision Agriculture*. 2000. Vol. 2, № 3. P. 265–279.

53. Koch B., Khosla R., Frasier W. M. et al. Economic feasibility of variable-rate nitrogen application utilizing site-specific management zones. *Agronomy Journal*. 2004. Vol. 96, № 6. P. 1572–1580.