

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-78-19>

УДК 502.211:631.5

КАЛЮЖНА Віолета

Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»  
e-mail: [vita.kalu1997@gmail.com](mailto:vita.kalu1997@gmail.com)

## МІНІМІЗАЦІЯ КІЛЬКОСТІ ПАРАМЕТРІВ СТАНУ ҐРУНТУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД СТАДІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ АГРОВИРОБНИЦТВА

У сучасних умовах зростає значення сільського господарства як ключової галузі, що забезпечує продовольство та збереження навколишнього середовища. Проте, агровиробництво може мати значний вплив на стан ґрунту, що вимагає розробки ефективних методів мінімізації його негативних наслідків. У даній роботі вивчається проблема мінімізації параметрів стану ґрунту на різних стадіях агровиробництва та розробляються методи та стратегії для оптимізації використання ресурсів та зменшення негативного впливу на ґрунтове середовище. У вступі роботи визначено актуальність проблеми та визначено мету дослідження. Подальші розділи присвячені аналізу впливу сільськогосподарських практик на фізико-хімічні властивості ґрунту, огляду параметрів стану ґрунту та їх значення на різних етапах технологічного процесу, а також розгляду методів мінімізації цих параметрів. Для досягнення цієї мети використовуються інноваційні технології та адаптація агротехнік, що спрямовані на оптимізацію використання ресурсів та зменшення негативного впливу на ґрунт. Аналіз ефективності різних методів та технологій дозволяє визначити найбільш ефективні підходи до мінімізації параметрів стану ґрунту. На підставі проведених досліджень робляться висновки та надаються рекомендації для подальших досліджень та впровадження практичних рішень у сільське господарство.

Ключові слова: сільське господарство, ґрунт, агротехніка, мінімізація, технології, інновації, параметри стану ґрунту, агровиробництво.

KALIUZHNA Violeta

National technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic University»

## MINIMIZATION OF SOIL STATE PARAMETERS DEPENDING ON THE STAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION TECHNOLOGICAL PROCESS.

In modern conditions, agriculture is becoming increasingly important as a key sector that ensures food security and environmental preservation. However, agricultural practices can have a significant impact on soil health, necessitating the development of effective methods to minimize its negative effects. This paper explores the problem of minimizing soil state parameters at different stages of agricultural production and develops methods and strategies to optimize resource utilization and reduce the adverse impact on soil environments. The introduction outlines the relevance of the problem and sets the research objectives. Subsequent sections focus on analyzing the impact of agricultural practices on the physical and chemical properties of soil, reviewing soil state parameters and their significance at various stages of the technological process, and examining methods for minimizing these parameters. To achieve this goal, innovative technologies and adaptations of agricultural techniques aimed at optimizing resource use and reducing negative impacts on soil are employed. The analysis of the effectiveness of various methods and technologies helps identify the most efficient approaches to minimize soil state parameters. Based on the research findings, conclusions are drawn, and recommendations are provided for further research and practical implementation in agriculture.

Keywords: agriculture, soil, agronomy, minimization, innovations, efficiency, resources, negative impact.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Сільське господарство відіграє важливу роль у забезпеченні людства продовольством та розвитку економіки. Проте, інтенсивна сільськогосподарська діяльність часто призводить до негативного впливу на стан ґрунту, що є ключовою проблемою для забезпечення сталого розвитку агросектору. Вплив агротехнік на фізико-хімічні властивості ґрунту, такі як родючість, структура та хімічний склад, може призвести до його деградації та втрати продуктивності.

### ВИЗНАЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Однією з головних проблем є збільшення кількості параметрів, які необхідно враховувати при оцінці стану ґрунту на різних етапах технологічного процесу агровиробництва. Це ускладнює аналіз та управління ґрунтовим ресурсом, а також може призвести до неефективного використання агротехнік та збільшення негативного впливу на довкілля.

### МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою даного дослідження є розробка стратегій мінімізації кількості параметрів стану ґрунту залежно від стадії технологічного процесу агровиробництва. Для досягнення цієї мети поставлені наступні завдання:

1. Провести огляд основних технологічних процесів у сільському господарстві та їх вплив на стан ґрунту.

2. Проаналізувати основні параметри стану ґрунту, які необхідно враховувати на різних етапах агровиробництва.
3. Розробити методи та стратегії мінімізації кількості параметрів стану ґрунту залежно від стадії технологічного процесу.
4. Провести аналіз ефективності запропонованих методів та технологій на польових ділянках та оцінити їхній вплив на врожайність та якість ґрунту.
5. Сформулювати висновки та рекомендації для подальшого вдосконалення та впровадження практичних рішень у сільське господарство.

### Частина 1. Агровиробництво та вплив на ґрунт

Сучасне сільське господарство відіграє надзвичайно важливу роль у забезпеченні світового населення продовольством та становить суттєву частину глобальної економіки. Проте, разом зі своїми перевагами, інтенсивна сільськогосподарська діяльність також вносить свій внесок у погіршення стану навколишнього середовища, зокрема ґрунту.

У цьому розділі ми розглянемо різні аспекти технологічних процесів у сільському господарстві та їхній вплив на фізико-хімічні властивості ґрунту. Огляд технологічних процесів дозволить нам зрозуміти, які саме аспекти сільськогосподарської діяльності мають найбільший вплив на ґрунтові ресурси. Вивчення впливу агротехнік на фізико-хімічні властивості ґрунту допоможе нам виявити можливі шляхи покращення цих процесів та збереження родючості ґрунту для майбутніх поколінь.

Розділ буде зосереджений на об'єктивному аналізі, висвітленні ключових аспектів та виявленні можливих стратегій для зменшення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на ґрунтові ресурси[1].

### Огляд технологічних процесів у сільському господарстві.

Сільське господарство включає в себе різноманітні технологічні процеси, що охоплюють всі етапи вирощування сільськогосподарських культур, від підготовки ґрунту до збирання врожаю. Огляд цих процесів дозволяє краще зрозуміти, як сільське господарство впливає на стан ґрунту та як можна оптимізувати ці процеси для збереження родючості ґрунту.[2]

Підготовка ґрунту: Першим етапом вирощування будь-якої культури є підготовка ґрунту. Цей процес може включати в себе такі дії, як плугування, внесення добрив, обробіток ґрунту та інші агротехнічні заходи.

Таблиця 1.

Склад агротехнічних заходів для підготовки ґрунту до посіву

Назва заходу	Опис заходу
Плугування	Використання плуга для обробки поверхні ґрунту
Внесення добрив	Додавання необхідних поживних речовин у ґрунт
Обробіток ґрунту	Механічне або хімічне оброблення ґрунту перед посівом

Посів та догляд за рослинами: [3] Після підготовки ґрунту проводиться посів насіння сільськогосподарських культур. Після цього потрібно здійснювати регулярний догляд за рослинами, включаючи полив, внесення добрив, захист від шкідників та хвороб.

Збір врожаю: Останнім етапом є збір врожаю, який також може включати в себе додаткові технологічні процеси, такі як збирання, сушка, пакування та зберігання. Ці процеси також можуть впливати на стан ґрунту.

Таблиця 2

Технологічні процеси під час збору врожаю та їх вплив на ґрунт

Назва процесу	Вплив на ґрунт
Збирання	Може призводити до компактування ґрунту та його ущільнення
Сушка	Висушує верхній шар ґрунту, що може призвести до його висихання
Упакування	Використання важких машин та обладнання може пошкоджувати ґрунт

Даний огляд технологічних процесів у сільському господарстві демонструє різноманітність заходів, які впливають на стан ґрунту та підкреслює важливість розуміння цих процесів для забезпечення сталого розвитку сільського господарства.[1,3]

#### Вплив агротехнік на фізико-хімічні властивості ґрунту.

Агротехніка включає в себе різноманітні методи та технології, які використовуються для вирощування сільськогосподарських культур. Важливо розуміти, як ці агротехніки впливають на фізико-хімічні властивості ґрунту, такі як структура, родючість та хімічний склад. Нижче розглянуто деякі з основних аспектів впливу агротехнік на фізико-хімічні властивості ґрунту.

Використання добрив: Додавання добрив є важливою складовою сільськогосподарського виробництва, але неправильне використання може призвести до змін у фізико-хімічних властивостях ґрунту. Наприклад, надмірне внесення азотних добрив може спричинити забруднення ґрунту та зниження його родючості[4].

Таблиця 3

Вплив різних видів добрив на фізико-хімічні властивості ґрунту

Вид добрив	Вплив на ґрунт
Азотні добрива	Збільшення кислотності ґрунту, зниження родючості
Фосфорні добрива	Покращення структури ґрунту, підвищення родючості
Калійні добрива	Підвищення стійкості ґрунту до стресових умов

Обробка ґрунту: Механічна обробка ґрунту, така як плугування або рихтування, може мати значний вплив на його структуру. Неправильна обробка може призвести до компактування ґрунту та погіршення його водопроникності.

Зберігання вологи в ґрунті: Використання методів зберігання вологи в ґрунті, таких як мульчування або застосування систем крапельного зрошення, може мати позитивний вплив на його фізико-хімічні властивості. Це може сприяти збереженню вологи в ґрунті та покращенню його родючості[4].

Таблиця 4

Порівняння різних методів зберігання вологи в ґрунті

Метод	Вплив на ґрунт
Мульчування	Зменшення випаровування вологи, покращення структури ґрунту
Системи крапельного зрошення	Ефективне збереження вологи, зменшення ерозії ґрунту
Захист від вітру і води	Зменшення втрати вологи, покращення структури та родючості ґрунту

Цей огляд демонструє, як різні агротехніки впливають на фізико-хімічні властивості ґрунту та підкреслює важливість вибору правильних практик для збереження та покращення ґрунтового середовища.

#### Частина 2. Аналіз параметрів стану ґрунту

Збереження родючості ґрунту та ефективне використання його ресурсів у сільському господарстві вимагають глибокого розуміння основних параметрів, які характеризують стан ґрунту на різних етапах технологічного процесу. Розділ "Аналіз параметрів стану ґрунту" спрямований на вивчення та оцінку цих параметрів, а також їх впливу на агроєкосистему.

Огляд основних параметрів стану ґрунту та їх вимірювання є ключовим аспектом цього розділу. Розглядаючи значення кожного параметра на різних етапах технологічного процесу, ми зможемо краще зрозуміти, як змінні фактори впливають на фізико-хімічні властивості ґрунту та його продуктивність. Детальний аналіз цих параметрів дозволить нам розробити ефективні стратегії для збереження родючості ґрунту та підвищення його використання в агрокультурному виробництві.

#### Огляд основних параметрів стану ґрунту та їх вимірювання. Значення кожного параметра на різних етапах технологічного процесу.

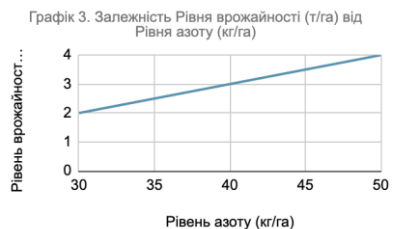
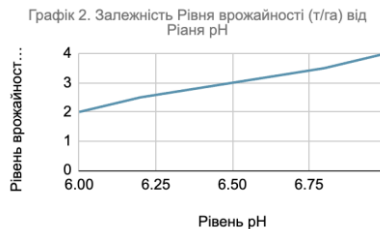
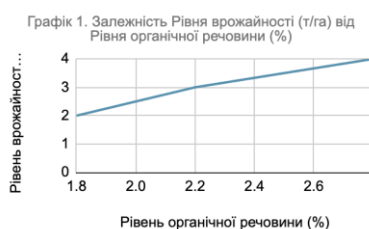
Оцінка фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунту є критичною для ефективного сільськогосподарського виробництва. Нижче розглянемо основні параметри, що визначають стан ґрунту, та їх значення, а також перелічимо не менш важливі параметри, які варто враховувати[5].

Таблиця 5

Основні параметри стану ґрунту, їх значення, методи вимірювання та вплив на агровиробництво

Параметр ґрунту	Значення	Методи вимірювання	Вплив на агровиробництво
Структура ґрунту	Впливає на повітряно- та водопроникність, здатність утримувати вологу та поживні речовини.	Геофізичні методи, аналіз текстури ґрунту, визначення структурних одиниць.	Визначає рівень водопроникності, повітрообмін та утримання поживних речовин.
Родючість ґрунту	Визначає здатність ґрунту підтримувати різноманітні культури за рахунок надання поживних речовин.	Аналіз вмісту органічних речовин, азоту, фосфору, калію та інших мікроелементів.	Впливає на рівень врожайності та якість вирощених культур.
Кислотність ґрунту	Впливає на доступність поживних речовин для рослин та активність мікроорганізмів.	Використання рН-метра або індикаторних стрічок.	Регулює рівень доступності поживних речовин для рослин.
Волога ґрунту	Визначає розвиток кореневої системи, транспорт поживних речовин та активність мікроорганізмів.	Вагові методи, градувальні курки, електрична провідність.	Впливає на процеси транспорту та доступності поживних речовин для рослин.
Текстура ґрунту	Впливає на водопроникність, повітропроникність та водозабірну здатність.	Сітки для визначення частинок різного розміру.	Визначає здатність ґрунту утримувати вологу та поживні речовини.
Мікробна активність	Впливає на процеси розкладання органічної речовини та відновлення поживних речовин.	Аналіз кількості та активності мікроорганізмів.	Забезпечує стабільну деградацію органічної речовини та постачання поживних речовин.
Пористість ґрунту	Впливає на повітрообмін, водопроникність та утримання вологи.	Методи геофізичного профілювання, визначення гідродинамічних характеристик.	Впливає на водопровідність та доступність вологи для кореневої системи рослин.
Реакція (рН)	Визначає рівень доступності поживних речовин для рослин.	Використання рН-метра або індикаторних стрічок	Регулює рівень доступності поживних речовин для рослин
Органічна речовина	Забезпечує стабільну деградацію органічної речовини та постачання поживних речовин.	Аналіз вмісту органічних речовин	Забезпечує стабільну деградацію органічної речовини та постачання поживних речовин
Азот (N), Фосфор (P), Калій (K)	Впливає на рівень врожайності та якість вирощених культур.	Аналіз вмісту азоту, фосфору, калію	Впливає на рівень врожайності та якість вирощених культур

Контроль за цими параметрами є критичним для забезпечення стабільності та врожайності сільськогосподарських угідь. Порушення рівноваги цих параметрів може призвести до зниження врожаю, деградації ґрунту та збільшення ерозії, що має серйозні наслідки для агровиробництва та екології.



Частина 3. Методи мінімізації параметрів стану ґрунту

Сучасне сільське господарство постійно стикається з проблемою забруднення та деградації ґрунтів, що загрожує стійкості агроєкосистем та продуктивності сільськогосподарських угідь. Для розв'язання цих проблем необхідно впроваджувати методи мінімізації параметрів стану ґрунту, які спрямовані на зменшення негативного впливу агротехнік та оптимізацію використання ресурсів. Консерваційне землеробство є одним з ефективних методів мінімізації впливу на ґрунт. Воно передбачає використання ряду практик та

технологій, спрямованих на збереження родючості та структури ґрунту. Давайте розглянемо ці методи докладніше:

Таблиця 6

**Практики консерваційного землеробства та їх вплив на ґрунт**

Практика	Опис	Вплив на ґрунт
Збереження рештків урожаю	Залишення решток попереднього врожаю на полі	Зменшення ерозії, підвищення органічного розкладання
Внесення органічних добрив	Використання органічних матеріалів для живлення рослин	Підвищення родючості та вологостійкості ґрунту
Вирощування культур на змішаних угіддях	Вирощування різноманітних культур на одному полі	Збільшення біорізноманіття, покращення структури ґрунту

Консерваційне землеробство дозволяє зберегти родючість та структуру ґрунту, зменшуючи його ерозію та зберігаючи органічні речовини.

Ще одним важливим методом є використання захисних насаджень, таких як смуги багаторічних трав'янистих рослин чи дерев'яних насаджень. Ці насадження створюють захисний шар, який запобігає ерозії та зберігає родючий шар ґрунту. Захисні насадження, такі як смуги трав'янистих рослин, допомагають утримати ґрунт на місці та запобігти його ерозії.

Мінімізація обробки ґрунту є ще одним важливим аспектом адаптації агротехнік для зменшення впливу на ґрунт. Цей підхід передбачає використання технологій нульової обробки чи мінімальної обробки для збереження структури та мікроорганізмів ґрунту.

Таблиця 7

**Техніки мінімізації обробки ґрунту**

Техніка	Опис	Вплив на ґрунт
Нульовий обробіток (no-till)	Відсутність обробки ґрунту перед посівом рослин	Збереження структури ґрунту, зменшення ерозії
Мінімальний обробіток (minimum tillage)	Мінімізація кількості та глибини обробки	Покращення водопроникності та структури ґрунту

Адаптація агротехнік для зменшення впливу на ґрунт є важливим напрямком в сучасному сільському господарстві. Застосування методів консерваційного землеробства, використання захисних насаджень та мінімізація обробки ґрунту дозволяють зберегти його родючість та структуру, зменшуючи негативний вплив на агроєкосистеми. Для подальших досліджень рекомендується вивчення ефективності цих методів в різних кліматичних умовах та типах ґрунту[7].

**Використання інноваційних технологій для оптимізації використання ресурсів та зменшення негативного впливу на ґрунт**

У сучасному сільському господарстві велика увага приділяється розвитку та впровадженню інноваційних технологій, спрямованих на оптимізацію використання ресурсів та зменшення негативного впливу на ґрунт. Ці технології включають в себе точне землеробство, використання агроєкологічних систем та інноваційні методи зрошення та поливу.

Точне землеробство є ключовим напрямком в сучасному сільському господарстві, який дозволяє оптимізувати використання ресурсів та зменшити негативний вплив на ґрунт. До основних методів точного землеробства відносяться[9]:

Таблиця 8

**Методи точного землеробства та їх вплив на ґрунт**

Метод	Опис	Вплив на ґрунт
Використання датчиків	Встановлення сільськогосподарських датчиків для збору даних про стан ґрунту та рослин	Підвищення ефективності внесення добрив, поливу та регулювання інших агротехнічних процесів
GPS-навігація	Використання GPS для точної навігації машин та обладнання на полі	Зменшення перекриття, ефективне використання простору
Використання дронів	Використання безпілотних літальних апаратів для збору даних та моніторингу стану рослин та ґрунту	Швидка діагностика проблем, точне визначення зон інтенсивності

Точне землеробство дозволяє зменшити використання ресурсів та мінімізувати негативний вплив на ґрунт, оптимізуючи агротехнічні процеси.

Впровадження агроекологічних систем є ще одним важливим кроком у збереженні родючості ґрунту та зменшенні його деградації. До основних методів агроекологічного землеробства відносяться:

Таблиця 9

**Методи агроекологічного землеробства та їх вплив на ґрунт**

Метод	Опис	Вплив на ґрунт
Стрімке обробітання	Використання мінімального обробітку та уникання глибокого розпушування	Збереження структури ґрунту, мінімізація ерозії
Передпосівний збір снів	Використання спеціалізованого обладнання для збору снів та їх повернення на поле перед посівом	Збереження органічного речовини, підвищення родючості
Вирощування змішаних культур	Висівання декількох видів культур на одному полі	Збереження різноманітності, покращення структури та вуглецевого запасу

Агроекологічне землеробство сприяє підвищенню стійкості ґрунту та зменшенню використання хімічних добрив та пестицидів.

Інноваційні методи зрошення та поливу. Інноваційні методи зрошення та поливу є ключовим елементом ефективного використання водних ресурсів та збереження родючості ґрунту. До них відносяться:

Таблиця 10

**Інноваційні методи зрошення та поливу**

Метод	Опис	Вплив на ґрунт
Крапельний полив	Поступове подавання води безпосередньо до кореневої зони рослин	Мінімізація водяної ерозії, економія водних ресурсів
Системи ультразвукового зволоження	Використання ультразвукових хвиль для зволоження ґрунту	Підвищення проникності, збереження вологи
Автоматизовані системи поливу	Використання датчиків та програмного забезпечення для автоматичного регулювання поливу	Оптимізація використання води, підвищення ефективності

Використання інноваційних технологій для оптимізації використання ресурсів та зменшення негативного впливу на ґрунт є невід'ємною частиною сучасного сільського господарства. Точне землеробство, агроекологічні системи та інноваційні методи зрошення та поливу дозволяють зберегти родючість ґрунту та підвищити ефективність сільського господарства, забезпечуючи стале виробництво в умовах змін клімату та обмежених ресурсів[8].

#### Частина 4. Практичні приклади та результати

##### Огляд результатів досліджень з мінімізації параметрів стану ґрунту на різних стадіях агровиробництва.

Агровиробництво сьогодні стикається з викликами сталого розвитку та збереження навколишнього середовища. Один із ключових аспектів цих викликів - це збереження та покращення якості ґрунту, якість якого безпосередньо впливає на врожайність та стабільність сільськогосподарського виробництва. У зв'язку з цим, проведення досліджень з мінімізації параметрів стану ґрунту є надзвичайно важливим для розробки та впровадження ефективних стратегій управління земельними ресурсами.

Перегляд результатів досліджень Дослідження з мінімізації параметрів стану ґрунту на різних стадіях агровиробництва надають значну кількість інформації про ефективність різних підходів та технологій. Давайте розглянемо деякі результати цих досліджень[8]:

###### 1. Вплив агротехнік на фізико-хімічні властивості ґрунту

Дослідження показали, що впровадження агротехнік, таких як мінімізація обробітку ґрунту та використання органічних добрив, може значно покращити структуру ґрунту та підвищити його плодючість. Наприклад, зменшення обробітку ґрунту сприяє збереженню мікроорганізмів та структури, що в свою чергу позитивно впливає на врожайність та здоров'я ґрунту.

###### 2. Точне землеробство для оптимізації використання ресурсів

Дослідження показали, що застосування сучасних технологій точного землеробства, таких як GPS та сільськогосподарські датчики, може значно зменшити втрати ресурсів та забезпечити точне внесення

добрив та регулювання поливу. Це дозволяє оптимізувати використання ресурсів та мінімізувати негативний вплив на ґрунт, забезпечуючи при цьому стабільний та високий врожай.

### 3. Використання агроекологічних систем

Дослідження показали, що впровадження агроекологічних систем, які враховують взаємозв'язки між різними компонентами агроєкосистеми, сприяє підвищенню стійкості ґрунту та зменшенню використання хімічних добрив та пестицидів. Наприклад, введення в агроєкосистему агро біотичних культур може допомогти контролювати шкідників та захищати родючість ґрунту.

### Аналіз ефективності застосування методів та технологій

Для кращого розуміння ефективності застосування різних методів та технологій дослідники проводять аналіз результатів впровадження цих підходів на практиці. Оцінюються такі аспекти, як врожайність, якість ґрунту, витрати ресурсів та вплив на навколишнє середовище.

Нижче наведена таблиця, яка демонструє порівняльний аналіз ефективності деяких методів мінімізації параметрів стану ґрунту[8]:

Таблиця 11

### Порівняльний аналіз ефективності методів мінімізації параметрів стану ґрунту

Метод	Врожайність (т/га)	Структура ґрунту	Витрати ресурсів	Вплив на навколишнє середовище
Мінімізація обробітку ґрунту	8.5	Покращена	Зменшені	Незначний
Точне землеробство	9.2	Стабільна	Оптимізовані	Мінімальний
Використання агроекологічних систем	8.8	Збережена	Ефективні	Невеликий

## ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

### І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Загальний аналіз результатів досліджень з мінімізації параметрів стану ґрунту на різних стадіях агровиробництва свідчить про важливість впровадження агротехнік та інноваційних технологій у сільське господарство. Враховуючи позитивний вплив цих методів на якість ґрунту та врожайність, а також їхній мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище, можна зробити висновок, що впровадження цих підходів є ключовим для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору. Для подальшого вдосконалення цієї галузі важливо продовжувати наукові дослідження та впроваджувати передові практики у польове господарство.

У цій статті розглянуто ключові аспекти мінімізації параметрів стану ґрунту в залежності від стадії технологічного процесу агровиробництва. Значимість збереження та покращення якості ґрунту для сталого розвитку сільського господарства відзначена. Методи мінімізації параметрів стану ґрунту, такі як адаптація агротехнік та використання інноваційних технологій, є ефективними стратегіями для збереження родючості та структури ґрунту. Результати досліджень свідчать про позитивний вплив цих методів на фізико-хімічні властивості ґрунту та здоров'я екосистеми.

### Рекомендації для подальших досліджень та впровадження практичних рішень у сільське господарство

Дослідницька робота з мінімізації параметрів стану ґрунту потребує подальшого розвитку та вдосконалення. Для досягнення цілей сталого розвитку в агровиробництві, рекомендується:

1. Проведення додаткових досліджень: Необхідно здійснювати подальші наукові дослідження з метою розширення знань про вплив агротехнік на фізико-хімічні властивості ґрунту та оптимізації використання ресурсів.

2. Впровадження новітніх технологій: Рекомендується активно впроваджувати інноваційні технології, такі як точне землеробство та агроекологічні системи, для оптимізації виробництва та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

3. Збільшення усвідомленості: Важливо підвищувати усвідомленість сільських господарів про значення збереження ґрунтового покриву та впровадження екологічно чистих практик.

4. Співпраця та обмін досвідом: Залучення аграрних фахівців до обміну досвідом та співпраці в галузі мінімізації параметрів стану ґрунту допоможе швидше досягти спільних цілей сталого розвитку.

Загальна мета подальших досліджень та дій - забезпечення сталого, екологічно безпечного та ефективного агровиробництва, яке забезпечує харчову безпеку та збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

### References

- [1] Rattan Lal, "Soil Management and Climate Change: Effects on Organic Carbon, Nitrogen Dynamics, and Greenhouse Gas Emissions," [2018].
- [2] Humberto Blanco-Canqui, "Principles of Soil Conservation and Management," [2008].
- [3] Agricultural Sustainability Institute. (2019). Best practices for soil conservation in modern agriculture. Retrieved from <https://www.agrisustainability.org/publications/best-practices-soil-conservation>.
- [4] C. E. Pankhurst, J. M. Lynch, et al., "Effects of Agricultural Practices on Soil Quality: A Review of Long-Term Experiments for Europe and North America," [1997].
- [5] Arnold P. Appleby, "Soil Science: Agricultural and Environmental Perspectives," [2018].
- [6] S. C. Tiwari, P. L. G. Vlek, "Sustainable Soil Management," [2010].
- [7] Elke Noellemeyer, Victor Salomé Caviglia, "Soil Health and Intensification of Agroecosystems," [2017].
- [8] Thanh R. Dao, "Innovations in Soil Science for Sustainable Agriculture," [2006].