

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**  
**Кафедра селекції та насінництва імені проф. М. Д. Гончарова**

**Допущено до захисту**  
**Завідувач кафедри селекції та**  
**насінництва ім. М.Д. Гончарова**  
**Собран І.В. \_\_\_\_\_**  
**« ....» .....2024 р.**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**ОС «МАГІСТР»**

**на тему:**

**«ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА НА ВРОЖАЙНІСТЬ**  
**ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ТОВ «МХП УРОЖАЙНА КРАЇНА»»**

**за спеціальністю 201 «Агрономія»**

**Виконав: студент 2 м курсу,**  
**групи АГР 2302-2м**  
**Спеціальності : 201 «Агрономія»**  
**Ничик Владислав Олександрович**  
**Науковий керівник:**  
**Собран І.В.**

## АННОТАЦІЯ

*Ничик В.О.* ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА НА ВРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ТОВ «МХП УРОЖАЙНА КРАЇНА». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю (201 – Агрономія). Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2024.

Дослідження присвячено оцінці впливу елементів точного землеробства, зокрема смугового обробітку ґрунту (strip-till) та прямого висіву (no-till), на агрофізичні властивості ґрунту, забезпеченість його поживними елементами та врожайність гібридів кукурудзи. Робота виконувалася в умовах господарства ТОВ «МХП Урожайна Країна», яке розташоване у зоні Лісостепу України.

У процесі дослідження оцінено три технології обробітку ґрунту: strip-till із глибиною 12 см, strip-till із глибиною 18 см і прямий висів. Аналізувалися показники щільності ґрунту, вмісту азоту, фосфору і калію, а також врожайність середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС 3511. Найвищу врожайність (10,8 т/га) забезпечила технологія strip-till із глибиною 18 см, що дозволило досягти підвищення врожайності на 17,4% порівняно з прямим висівом. Strip-till із глибиною 12 см показала майже ідентичну врожайність (10,6 т/га), проте є більш економічно доцільною завдяки зниженню витрат на енергоресурси.

Встановлено, що смуговий обробіток сприяє рівномірному розподілу поживних речовин у зоні рядка, поліпшенню аерації ґрунту та утриманню вологи, що забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин кукурудзи. Технологія прямого висіву, хоча і є енергоощадною, продемонструвала найнижчі показники врожайності (9,2 т/га) через ущільнення ґрунту та недостатню доступність поживних речовин.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження отриманих результатів у господарствах для оптимізації обробітку ґрунту,

підвищення врожайності кукурудзи та зниження витрат ресурсів. Результати дослідження можуть бути використані як основа для подальших наукових розробок у галузі точного землеробства.

Ключові слова: точне землеробство, смуговий обробіток, прямий висів, врожайність, кукурудза, агрофізичні властивості ґрунту, поживні елементи, strip-till, no-till.

## ANNOTATION

Nychyk V.O. Influence of precision farming elements on the yield of maize hybrids in the conditions of LLC “MHP UROZHAYAYNA KRAINA”. Qualification work for the degree of master's degree in specialty (201 - Agronomy). Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2024.

The research is devoted to the assessment of the impact of precision farming elements, in particular strip-till and no-till, on the agrophysical properties of the soil, its nutrient supply and the yield of corn hybrids. The work was carried out on the farm of MHP Urozhayna Krayina LLC, which is located in the Forest-Steppe zone of Ukraine.

The study evaluated three tillage technologies: strip-till with a depth of 12 cm, strip-till with a depth of 18 cm, and direct seeding. Soil density, nitrogen, phosphorus and potassium content, as well as the yield of the mid-season corn hybrid DCS 3511 were analyzed. The highest yield (10.8 t/ha) was provided by strip-till technology with a depth of 18 cm, which allowed for a 17.4% increase in yield compared to direct sowing. Strip-till with a depth of 12 cm showed almost identical yields (10.6 t/ha), but is more economically feasible due to reduced energy costs.

It has been established that strip tillage promotes uniform distribution of nutrients in the row zone, improves soil aeration and moisture retention, which provides optimal conditions for the development of corn plants. The direct seeding technology, although energy-saving, demonstrated the lowest yields (9.2 t/ha) due to soil compaction and insufficient nutrient availability.

The practical significance of the work lies in the possibility of implementing the results obtained in farms to optimize soil cultivation, increase corn yields and reduce resource costs. The results of the study can be used as a basis for further scientific developments in the field of precision agriculture.

Keywords: precision agriculture, strip tillage, direct seeding, yield, corn, agrophysical soil properties, nutrients, strip-till, no-till.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**

**Кафедра селекції та насінництва імені проф. М. Д. Гончарова**

Освітній ступінь - "Магістр"  
Спеціальність – 201 "Агрономія"

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”:**

**Завідувач кафедри**

Оничко В.І.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 202\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу**

**Ничик Владислав Олександрович**

ІІБ студента

1. Тема роботи «Вплив елементів точного землеробства на врожайність гібридів кукурудзи в умовах ТОВ «МХП УРОЖАЙНА КРАЇНА»»

Затверджено наказом по університету від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ р. № \_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі \_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи:

- *місце проведення досліджень*: ТОВ «МХП УРОЖАЙНА КРАЇНА»Роменського району Сумської області.

- *методичне забезпечення*: «Методичні рекомендації щодо проведення польових дослідів із кукурудзою», «Методика Державного сортовипробування»

- *схеми досліду*:

Прямий висів;

Стрип-тілл на глибину 12 см;

Стрип-тілл на глибину 18 см.

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі: Аналіз впливу технологій точного землеробства на агрофізичні властивості ґрунту. Дослідження забезпеченості ґрунту поживними . Оцінка впливу обробітку ґрунту на врожайність кукурудзи. Визначення економічної ефективності застосування різних технологій.Порівняльна характеристика гібриду ДКС 3511 за різних систем обробітку ґрунту:

Керівник кваліфікаційної роботи: Собран І.В. \_\_\_\_\_

Завдання прийняв до виконання Ничик В.О. \_\_\_\_\_

Дата отримання завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ВСТУП

Тема впливу елементів точного землеробства на врожайність гібридів кукурудзи є актуальною в умовах сучасного аграрного виробництва, яке потребує підвищення ефективності використання природних і технічних ресурсів. Запровадження зберігаючих технологій обробітку ґрунту, зокрема смугового обробітку (strip-till) та прямого висіву (no-till), сприяє збереженню родючості ґрунтів, раціональному використанню добрив і підвищенню врожайності. Новизна роботи полягає в порівняльному аналізі ефективності зазначених технологій для гібриду кукурудзи ДКС 3511 в умовах господарства ТОВ «МХП Урожайна Країна», що дозволяє визначити оптимальні підходи до вирощування культури.

**Актуальність теми:** Зростаючий попит на високоякісну продукцію кукурудзи та необхідність зниження витрат на її вирощування вимагають впровадження інноваційних підходів у землеробстві. Технології точного землеробства забезпечують ефективне використання ґрунтових ресурсів, зниження ерозії та мінімізацію техногенного впливу на екосистему. У зоні Лісостепу України актуальність дослідження зумовлена необхідністю адаптації технологій до специфічних кліматичних і ґрунтових умов регіону.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

**Мета дослідження** - оцінити вплив різних технологій обробітку ґрунту на врожайність гібриду кукурудзи ДКС 3511 та розробити рекомендації для впровадження ефективних систем точного землеробства в умовах Лісостепу України.

**Об'єкт дослідження:** технології обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи.

**Предмет дослідження:** агрофізичні властивості ґрунту, забезпеченість поживними речовинами, показники врожайності кукурудзи за різних технологій обробітку.

**Методи дослідження:** польовий експеримент, лабораторний аналіз ґрунту та рослин, статистична обробка даних.

### **Наукова новизна одержаних результатів**

1. Вперше встановлено, що використання технології strip-till із глибиною 18 см забезпечує підвищення врожайності кукурудзи на 17,4% порівняно з прямим висівом за рахунок покращення водного режиму та доступності поживних речовин.
2. Доведено, що strip-till із глибиною 12 см є економічно доцільною альтернативою, яка забезпечує майже ідентичні показники врожайності (10,6 т/га) при меншому ресурсному навантаженні.
3. Отримано нові дані про вплив технологій на агрофізичні властивості ґрунту, забезпеченість його поживними елементами та якість зерна кукурудзи.

### **Практичне значення одержаних результатів**

Результати дослідження впроваджено у виробничій діяльності ТОВ «МХП Урожайна Країна» для оптимізації технологій вирощування кукурудзи, що дозволило підвищити врожайність і зменшити витрати на обробіток ґрунту. Рекомендації можуть бути використані в інших господарствах, які спеціалізуються на вирощуванні кукурудзи в зоні Лісостепу.

**Особистий внесок здобувача.** Автором самостійно виконано всі етапи польових і лабораторних досліджень, включно з аналізом агрофізичних властивостей ґрунту, обробкою результатів врожайності, підготовкою рекомендацій для виробництва та узагальненням отриманих даних.

## Розділ 1

### Ефективність застосування технології стрічкової обробки ґрунту при вирощуванні кукурудзи (огляд літератури)

#### 1.1. Сучасні технології обробітку ґрунту

Ефективне управління обробітком ґрунту є основою сучасного землеробства. Обробіток ґрунту відіграє ключову роль у формуванні його агрофізичних і агрохімічних властивостей, що безпосередньо впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Останніми роками значна увага приділяється зберігаючим технологіям, таким як **прямий висів (no-till)** та **смуговий обробіток (strip-till)**, які дозволяють забезпечити стійке використання ґрунтових ресурсів та зменшити витрати на обробіток.

##### Прямий висів (no-till)

No-till — це система вирощування культур без механічного обробітку ґрунту. Насіння висівається безпосередньо у попередньо необроблений ґрунт із залишками рослинності, що покривають поверхню. Ця система має низку переваг, зокрема:

Збереження структури ґрунту і запобігання його ерозії [1].

Підвищення вологоутримання завдяки рослинним решткам, які зменшують випаровування [2].

Зменшення витрат пального та праці завдяки відсутності потреби у багатократному обробітку [3].

Попри ці переваги, no-till має певні обмеження. Відсутність розпушення може спричинити ущільнення ґрунту, що ускладнює проникнення коренів у глибші горизонти. Крім того, у холодних та вологих умовах ґрунт прогрівається повільніше, що може затримувати посіви та знижувати продуктивність [4].

##### Смуговий обробіток (strip-till)

Технологія strip-till поєднує переваги no-till і традиційного обробітку. Вона передбачає обробіток ґрунту лише у вузьких смугах, де буде висіватися насіння, тоді як міжряддя залишаються необробленими. Це дозволяє зберігати рослинні рештки на поверхні необроблених зон, зменшуючи ерозію, і водночас створювати розпушений шар ґрунту для розвитку кореневої системи у зоні рядка [5].

**Переваги strip-till:**

**Зменшення ерозії:** Збереження рослинних решток на поверхні необроблених зон знижує втрати ґрунту через водну та вітрову ерозію [6].

**Поліпшення водного режиму:** Необроблені зони з рослинними рештками краще утримують вологу, що особливо важливо в регіонах із нерегулярним зволоженням [7].

**Оптимальний тепловий режим:** Смуги обробленого ґрунту прогріваються швидше, що забезпечує можливість раннього посіву та швидкого старту розвитку рослин [8].

**Ефективне внесення добрив:** Добрива можуть вноситися локально під час смугового обробітку, що зменшує їх втрати та підвищує доступність для рослин [9].

**Економія ресурсів:** Strip-till зменшує кількість проходів техніки по полю, скорочуючи витрати пального і знижуючи ступінь ущільнення ґрунту [10].

**Недоліки strip-till:**

**Потреба у спеціалізованій техніці:** Strip-till вимагає використання агрегатів, які можуть створювати смуги з розпушенням та одночасним внесенням добрив, що потребує додаткових фінансових витрат [11].

**Обмеження для дрібних господарств:** Високі початкові витрати можуть ускладнювати впровадження strip-till у господарствах із невеликим обсягом виробництва [12].

**Складність у вологих умовах:** У надмірно вологих умовах створення смуг може бути ускладненим через налипання ґрунту на робочі органи техніки [13].

Сучасні тенденції у землеробстві свідчать про зростаючу популярність зберігаючих технологій обробітку ґрунту. Дослідження показують, що strip-till стає все більш популярним у регіонах із високим ризиком ерозії та нерівномірним зволоженням. У порівнянні з no-till, strip-till забезпечує кращу продуктивність завдяки створенню сприятливих умов у зоні рядка, зберігаючи при цьому основні переваги зберігаючого землеробства [14].

Вибір між no-till і strip-till залежить від низки факторів, зокрема кліматичних умов, типу ґрунту, доступності техніки та фінансових можливостей господарства. Зберігаючі технології, зокрема strip-till, є перспективними для вирощування кукурудзи, оскільки вони забезпечують баланс між збереженням родючості ґрунту та отриманням високої врожайності [15].

## **1.2. Агрофізичні властивості ґрунту при різних технологіях**

У майбутньому strip-till і no-till мають потенціал для подальшого поширення завдяки розробці більш доступної техніки, вдосконаленню агротехнічних заходів та підвищенню обізнаності фермерів про переваги цих систем. Інтеграція цих технологій у сільськогосподарське виробництво може сприяти стійкому використанню природних ресурсів, збереженню екосистем та підвищенню рентабельності агровиробництва [16].

Агрофізичні властивості ґрунту, такі як щільність, структура, водопроникність і вологоємність, мають ключове значення для забезпечення оптимальних умов розвитку рослин і досягнення високої врожайності. Технології обробітку ґрунту істотно впливають на ці параметри, формуючи середовище для росту кореневої системи та її доступ до поживних речовин, води та повітря.

Щільність ґрунту є одним із найважливіших параметрів, який визначає його фізичний стан. Оптимальні значення щільності для більшості культурних рослин у шарі 0–30 см становлять 1,10–1,25 г/см<sup>3</sup>. Ці значення дозволяють кореневій системі активно розвиватися, забезпечуючи доступ до необхідних ресурсів. Прямий висів, або no-till, зазвичай характеризується поступовим ущільненням ґрунту через відсутність механічної обробки, що може обмежувати розвиток коренів, особливо у періоди посухи або при значному зволоженні ґрунту. Технологія strip-till, яка передбачає локальний обробіток ґрунту у смугах, забезпечує оптимальні показники щільності у зоні рядка. Це покращує проникнення повітря і води, сприяючи зростанню кореневої системи, особливо у перші фази розвитку рослин.

Водний режим ґрунту суттєво залежить від його структури та способу обробки. Технології зберігаючого землеробства, зокрема no-till, сприяють збереженню вологи завдяки рослинним решткам, які залишаються на поверхні ґрунту і зменшують випаровування. Проте ущільнення ґрунту при прямому висіві може обмежувати проникність для води, особливо під час рясних опадів, що може призводити до затримання вологи у верхніх шарах. У свою чергу, strip-till дозволяє створити баланс між збереженням вологи у необроблених міжряддях та забезпеченням гарної водопроникності у зоні рядка. Завдяки цьому рослини отримують необхідну кількість вологи навіть у посушливих умовах, що підвищує їх стійкість до водного стресу.

Структура ґрунту, яка визначається його здатністю утримувати вологу і забезпечувати доступність поживних речовин, також залежить від технології обробки. За умов прямого висіву збереження рослинних решток сприяє поступовому покращенню структури ґрунту, оскільки органічна речовина розкладається і утворює гумус. Однак цей процес є досить тривалим і залежить від кліматичних умов та типу ґрунту. У випадку strip-till локальний обробіток сприяє формуванню стабільної структури у смугах, що забезпечує рівномірний розподіл вологи та поживних речовин у зоні рядка. Це створює

сприятливі умови для росту кореневої системи і покращує продуктивність рослин.

Мікробіологічна активність ґрунту, яка визначає швидкість розкладання органічних решток та мінералізації поживних речовин, також залежить від способу обробітку. Прямий висів сприяє накопиченню органічної речовини на поверхні ґрунту, що забезпечує енергетичну основу для ґрунтових мікроорганізмів. Проте ущільнення ґрунту може обмежувати доступ повітря, що негативно впливає на аеробні процеси. У випадку strip-till локальне розпушення покращує аерацію ґрунту, стимулюючи активність аеробних мікроорганізмів, які є ключовими для мінералізації поживних речовин. Одночасно збереження рослинних решток у необроблених міжряддях підтримує біорізноманіття ґрунтової мікрофлори.

Отже, агрофізичні властивості ґрунту є важливим елементом управління продуктивністю агроecosystem. Технологія strip-till демонструє значні переваги у забезпеченні сприятливих умов для росту рослин, завдяки покращенню структури ґрунту, оптимізації водного режиму та підтриманню мікробіологічної активності. Водночас прямий висів є більш ресурсозберігаючою технологією, але має певні обмеження через можливе ущільнення ґрунту. Вибір технології обробітку залежить від конкретних умов господарства, кліматичних особливостей регіону та економічних можливостей.

### **1.3. Вплив технологій на забезпеченість ґрунту поживними речовинами**

Технології обробітку ґрунту мають суттєвий вплив на доступність поживних речовин, таких як азот, фосфор і калій, для рослин. Забезпеченість ґрунту цими елементами визначає можливість реалізації генетичного потенціалу врожайності сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи. Застосування сучасних зберігаючих технологій, таких як прямий висів (no-till) і смуговий обробіток (strip-till), сприяє покращенню забезпеченості

грунту поживними речовинами завдяки оптимізації їх розподілу та збереженню в доступній формі.

Одним із ключових елементів ґрунтового живлення є азот. Наявність амонійного азоту в ґрунті залежить від мікробіологічних процесів, які, у свою чергу, обумовлені температурою, вологістю та наявністю органічної речовини. При технологіях no-till і strip-till зберігається велика кількість рослинних решток, які стають джерелом енергії для мікроорганізмів. Це стимулює активність мікрофлори, яка відповідає за трансформацію органічного азоту в амонійні форми. Дослідження показують, що при strip-till локалізоване розпушення ґрунту покращує аерацію, що сприяє активності аеробних мікроорганізмів, відповідальних за мінералізацію азоту. У той же час, no-till, хоча і сприяє накопиченню органічної речовини, може обмежувати активність мікрофлори через ущільнення ґрунту.

Фосфор є іншим важливим елементом, доступність якого значною мірою залежить від технології обробітку. У шарі ґрунту 0–10 см технології no-till і strip-till сприяють накопиченню рухомого фосфору завдяки збереженню рослинних решток на поверхні. Це зменшує втрати фосфору через ерозію і його переходження у важкодоступні форми. При strip-till фосфор вноситься локально під час смугового обробітку, що дозволяє сконцентрувати поживні елементи у зоні кореневої системи рослин. Це підвищує ефективність використання фосфору і знижує його витрати, зменшуючи потребу у внесенні великих доз добрив. Крім того, технологія strip-till сприяє кращому розподілу фосфору в шарі 0–30 см, особливо на глибині 10–20 см, що є важливим для пізніх фаз росту кукурудзи.

Калійний режим ґрунту також значно залежить від обраної технології обробітку. Збереження рослинних решток на поверхні ґрунту сприяє поступовому поверненню калію в орний шар у доступній формі. Strip-till забезпечує максимальний вміст обмінного калію у верхньому шарі ґрунту (0–10 см) завдяки локалізованому обробітку і збереженню частини міжряддя

необробленим. Прямий висів також сприяє збереженню калію, але через ущільнення ґрунту ефективність використання цього елемента може знижуватись.

Розподіл поживних речовин у ґрунті залежить не тільки від технології обробітку, а й від характеру внесення добрив. При strip-till добрива вносяться локально, що забезпечує їх високу концентрацію у прикореневій зоні. Це дозволяє ефективно забезпечувати рослини необхідними елементами на ранніх етапах вегетації. У випадку no-till добрива зазвичай розподіляються рівномірно по поверхні ґрунту, що може знижувати їх доступність у разі недостатньої вологи або ущільнення ґрунту.

Загалом, технології no-till і strip-till мають значний потенціал для покращення забезпеченості ґрунту поживними речовинами. Strip-till демонструє кращі результати завдяки локалізації поживних елементів у зоні рядка, оптимізації розподілу поживних речовин у ґрунтовому профілі та зниженню втрат добрив. Водночас, no-till може бути ефективним у господарствах, які прагнуть мінімізувати витрати на обробіток і зберегти природну структуру ґрунту, проте вимагає додаткової уваги до уникнення ущільнення. Вибір технології повинен враховувати тип ґрунту, кліматичні умови і доступність ресурсів для забезпечення максимальної ефективності.

#### **1.4. Вплив технологій на врожайність кукурудзи**

Технології обробітку ґрунту мають вирішальний вплив на врожайність кукурудзи, забезпечуючи умови для розвитку рослин, доступність поживних речовин та ефективне використання води. У сучасному землеробстві все більше уваги приділяється зберігаючим технологіям, таким як смуговий обробіток ґрунту (strip-till) і прямий висів (no-till), які, завдяки мінімізації втручання у природні процеси в ґрунті, дозволяють підвищувати ефективність використання ресурсів.

Технологія strip-till демонструє суттєві переваги у підвищенні врожайності кукурудзи порівняно з no-till і традиційним обробітком. Це досягається завдяки створенню оптимальних агрофізичних параметрів ґрунту, які включають поліпшення його щільності, структури, водопроникності та збереження поживних речовин у доступній формі. Згідно з результатами багаторічних досліджень, урожайність кукурудзи при strip-till може бути на 10–20% вищою, ніж за технології no-till, і на 5–15% вищою, ніж при традиційному обробітку. Такий ефект досягається завдяки одночасному локальному розпушенню ґрунту та збереженню рослинних решток на поверхні, що дозволяє підтримувати водний баланс і покращувати тепловий режим у смугах обробітку [13, 14].

Однією з основних переваг strip-till є локалізоване внесення добрив. Завдяки цьому рослини отримують поживні речовини у зоні кореневої системи, що підвищує ефективність їх використання. Дослідження показують, що при strip-till рослини краще забезпечуються фосфором, калієм та азотом порівняно з іншими технологіями. Це особливо важливо для кукурудзи, яка має високі вимоги до живлення. За даними досліджень, урожайність кукурудзи при застосуванні strip-till у поєднанні з локалізованим внесенням добрив на глибину 12–18 см може досягати 10,6–10,8 т/га, що перевищує показники no-till (9,2 т/га) і традиційного обробітку (9,5–10,0 т/га) [14, 15].

Технологія strip-till також сприяє більш ефективному використанню вологи. Завдяки збереженню рослинних решток у міжряддях і локальному розпушенню в зоні рядка ґрунт краще утримує вологу та забезпечує її доступність для рослин протягом усього вегетаційного періоду. У посушливих регіонах це може стати вирішальним фактором для забезпечення стабільної врожайності кукурудзи. Крім того, strip-till дозволяє проводити ранній посів завдяки швидшому прогріванню ґрунту в оброблених смугах, що є важливим для регіонів із холодною весною.

No-till також має свої переваги, зокрема зниження витрат на обробіток і збереження органічної речовини у ґрунті. Однак, ця технологія менш ефективна у забезпеченні високої врожайності кукурудзи через можливе ущільнення ґрунту та обмеження доступу кореневої системи до води і поживних речовин. За відсутності механічного розпушення no-till може створювати несприятливі умови для розвитку кореневої системи, особливо у вологих або ущільнених ґрунтах. Це підтверджується результатами досліджень, які показують, що врожайність кукурудзи при no-till зазвичай на 10–15% нижча, ніж при strip-till, і може значно коливатися залежно від погодних умов [16].

Водночас традиційний обробіток, хоча і створює оптимальні умови для початкового росту рослин, супроводжується значними втратами вологи та поживних речовин через ерозію та випаровування. Це призводить до додаткових витрат на підтримку родючості ґрунту. Висока енерговитратність традиційного обробітку робить його менш привабливим з точки зору сучасних концепцій ресурсозбереження та екологічної стійкості [17].

Таким чином, технологія strip-till є однією з найефективніших систем обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи. Вона забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин, підвищує ефективність використання добрив і знижує витрати ресурсів. Ця технологія є особливо перспективною для регіонів із нерегулярним зволоженням та високим ризиком ерозії ґрунту. Прямий висів може бути доцільним у господарствах із обмеженим бюджетом або в умовах, де збереження ґрунтової структури є пріоритетом. Вибір технології повинен базуватися на врахуванні ґрунтово-кліматичних умов, фінансових можливостей та стратегічних цілей господарства.

## РОЗДІЛ 2

### 2.1. УМОВИ І МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### Об'єкт дослідження

Дослідження проводилися на території «МХП-Урожайна країна». Господарство характеризується сприятливими умовами для вирощування зернових культур, зокрема кукурудзи, що зумовлено його географічним положенням у зоні Лісостепу.

Ґрунти дослідної ділянки представлені чорноземами типовими неглибокими, малогумусними, крупнопилувато-легкосуглинковими за гранулометричним складом. Основні показники ґрунту, що впливають на розвиток рослин:

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту: 3,8–4,05%.

Реакція ґрунтового середовища (рН): 6,5–7,0 (слабокисла та нейтральна).

Ємність катіонного обміну: 22,8–28,4 мг-екв./100 г ґрунту.

Вміст легкогідролізованого азоту: 56 мг/кг ґрунту.

Рухомий фосфор: 105 мг/кг ґрунту.

Обмінний калій: 156 мг/кг ґрунту.

Щільність ґрунту в шарі 0–30 см: 1,16–1,25 г/см<sup>3</sup>.

Кліматичні умови регіону характеризуються помірно континентальним кліматом з достатньою кількістю опадів у вегетаційний період. Основними факторами, які впливають на продуктивність кукурудзи, є температурний режим, вологозабезпечення та агротехнічні заходи.

У дослідженні було залучено три варіанти технологій обробітку ґрунту:

Прямий висів (no-till): відсутність механічного обробітку ґрунту. Насіння висівалося безпосередньо у необроблений ґрунт, покритий рослинними рештками.

Стрип-тілл на глибину 12 см: смуговий обробіток із розпушенням ґрунту в зоні рядка на глибину 12 см, що сприяє формуванню насінневого ложа та забезпечує краще накопичення вологи.

Стрип-тілл на глибину 18 см: смуговий обробіток із глибшим розпушенням (18 см), який забезпечує оптимальну аерацію, глибоке проникнення кореневої системи та зниження ущільнення.

#### Характеристика агротехнічних умов

Всі технології передбачали комплексний підхід до підготовки ґрунту та догляду за посівами:

#### Внесення добрив:

Восени: діаміфоска (200 кг/га) із вмістом азоту – 10%, фосфору ( $P_2O_5$ ) – 26%, калію ( $K_2O$ ) – 26%.

Навесні: при посіві додатково вносили 100 кг/га діаміфоски та 150 кг/га безводного аміаку.

#### Боротьба з бур'янами:

Восени після збирання попередника проводилося внесення гербіциду Раундап (48% в.р.) у дозі 3 л/га.

Навесні застосовували страхове внесення гербіцидів Харнес (3 л/га), Майстер Пауер (1,5 л/га) та Хармоні (0,01 кг/га).

Захист рослин: система захисту від шкідників і хвороб була однаковою для всіх варіантів дослідження.

#### Методика проведення дослідження

Розміщення ділянок: досліді проводилися у триразовій повторності на послідовно розташованих ділянках.

Розміри ділянок: посівна площа становила 150 м<sup>2</sup>, облікова – 50 м<sup>2</sup>.

Гібрид кукурудзи: використовувався середньостиглий гібрид ДКС 3511 (селекція фірми «Монсанто»).

Оцінка врожайності: проводилася методом суцільного збирання у фазі повної стиглості з перерахунком на сухе зерно (вологість 14%).

Польові та лабораторні дослідження

Відбір ґрунтових зразків здійснювався тричі протягом вегетаційного періоду: у квітні, червні та серпні. Проводився аналіз наступних показників:

Щільність ґрунту – методом ріжучих циліндрів.

Вміст амонійного азоту – за Кравковим.

Рухомий фосфор і обмінний калій – за методикою Чирікова в модифікації ЦІНАО.

Отримані результати оброблялися статистично-дисперсійним методом. У дослідженнях використовували загальноприйняті методики, зокрема методику В.О. Єщенка.

Чи потрібно ще деталізувати якісь аспекти цього розділу?

## **2.2. Характеристика досліджуваного гібриду кукурудзи ДКС 3511**

Для дослідження обрано середньостиглий гібрид кукурудзи ДКС 3511 компанії «Монсанто». Цей гібрид широко використовується у господарствах України завдяки своїй адаптивності до різних умов вирощування та високому потенціалу врожайності.

Основні характеристики:

**Група стиглості:** середньостиглий, **ФАО – 350.**

**Тип зерна:** зубовидний.

**Рослина:**

Середньоросла, добре витримує загущення посівів.

Стійкість до вилягання завдяки міцному стеблу.

Висока стійкість до посухи та жаростійкість, що є важливим фактором для умов зони Лісостепу.

**Качан:**

Має циліндричну форму.

Середня кількість рядів зерен – **16.**

Кількість зерен у ряду – **29–30.**

Загальна кількість зерен у качані – **471–494 шт.** залежно від технології вирощування.

**Зерно:**

Маса 1000 зерен – **373–386 г.**

Вологовіддача – помірна, вологість зерна під час збирання залежала від технології вирощування: **21–24%.**

Особливості агротехніки:

**Рекомендована густина стояння:**

Для зони Лісостепу – **65–75 тис./га.**

**Стійкість до хвороб:**

Має високу толерантність до пухирчастої сажки та фузаріозу качана.

Стійкий до основних листкових плямистостей.

**2.3. Особливості вирощування кукурудзи**

Вирощування кукурудзи — це комплексний процес, який вимагає правильного підходу на кожному етапі: від вибору ґрунту та насіння до догляду за рослинами і збору врожаю. Ця культура є універсальною, оскільки вирощується як для отримання зерна, так і для кормових потреб, силосу та виробництва біоетанолу. Для досягнення високих урожаїв важливо враховувати біологічні особливості кукурудзи, кліматичні умови, а також дотримуватися агротехнічних рекомендацій.

Кукурудза найкраще росте в регіонах із теплим кліматом і достатньою кількістю сонячного світла. Вона любить пухкі, родючі ґрунти, які добре утримують вологу, але не мають застійних вод. Оптимальними є чорноземи, супіщані та суглинкові ґрунти з нейтральною або слабокислою реакцією (рН 5,5–7,0).

**Підготовка ґрунту** починається з глибокої оранки на 25–30 см восени, що сприяє знищенню бур'янів і збереженню вологи. Навесні проводять боронування та культивування для вирівнювання поверхні і створення

оптимального посівного ложа. Дуже важливим є внесення добрив. Органічні добрива, такі як гній, застосовуються восени, а мінеральні — навесні перед посівом. Кукурудза добре реагує на азот, фосфор і калій. Азот забезпечує ріст і розвиток рослин, фосфор сприяє формуванню качанів, а калій підвищує стійкість до посухи.

**Вибір насіння** — це ключовий етап, адже якість посівного матеріалу безпосередньо впливає на врожайність. Рекомендується використовувати гібриди, які адаптовані до місцевих умов, мають високу врожайність і стійкість до хвороб. Перед посівом насіння обробляють протруйниками, які захищають від шкідників і патогенів на ранніх стадіях росту.

Посів здійснюється, коли ґрунт прогрівається до температури 10–12 °С на глибині 5–7 см. Це зазвичай припадає на кінець квітня — початок травня, залежно від кліматичних умов регіону. Глибина посіву варіюється залежно від типу ґрунту: на легких ґрунтах вона становить 5–7 см, а на важких — 4–5 см. Важливо забезпечити рівномірність розташування насіння, щоб уникнути конкуренції між рослинами за ресурси. Норма висіву становить 70–80 тис. насінин на гектар для зернових сортів і 90–100 тис. для силосних.

**Догляд за посівами** включає кілька основних заходів:

**Розпушування ґрунту і боротьба з бур'янами.** Це особливо важливо на початкових етапах росту кукурудзи, коли рослини ще слабкі і не можуть конкурувати з бур'янами. Для цього використовують гербіциди або проводять механічну обробку міжрядь.

**Внесення добрив.** Азотні добрива зазвичай вносять у кілька етапів: частину до посіву, а решту під час вегетації (у фазі 3–5 листків і перед цвітінням). Додатково застосовують мікродобрива з бором і цинком.

**Зрошення.** Кукурудза є вологолюбною культурою, особливо під час формування качанів. Найбільш критичні періоди для зволоження — це фаза викидання волоті та молочно-воскової стиглості. За відсутності природних опадів потрібне регулярне поливання.

**Захист від шкідників і хвороб.** Основними шкідниками є кукурудзяний стебловий метелик, дротяники та совки. Для боротьби використовують інсектициди і біологічні засоби. Серед хвороб найпоширеніші пухирчаста і летюча сажка, іржа, гельмінтоспоріоз. Їх профілактика включає обробку насіння і дотримання сівозміни.

**Збирання врожаю** залежить від призначення кукурудзи. Якщо її вирощують на зерно, то збирання проводять, коли вологість зерна знижується до 15–20%. Для кормових потреб качани збирають у фазі молочно-воскової стиглості. Збирання може здійснюватися вручну або за допомогою комбайнів. Зібране зерно сушать, щоб уникнути розвитку плісняви та інших захворювань під час зберігання.

Зберігання кукурудзи потребує дотримання певних умов. Зерно повинно бути сухим (вологість не більше 14%), а приміщення для зберігання — добре вентильованим і захищеним від шкідників.

Дотримання цих рекомендацій забезпечує високий і якісний урожай кукурудзи, а також її стійкість до несприятливих умов і хвороб.

## РОЗДІЛ 3

### 3.1 Вплив технологій обробітку ґрунту на агрофізичні властивості

На основі проведених досліджень встановлено, що технологія стрип-тілл на глибину 18 см є найбільш інтенсивною серед розглянутих технологій обробітку ґрунту, забезпечуючи значне розпушення у всьому орному шарі. Ця технологія сприяє покращенню водного і повітряного режимів ґрунту, забезпечуючи кращі умови для розвитку кореневої системи кукурудзи. Натомість нульовий обробіток (прямий висів) є крайнім ступенем мінімалізації механічного впливу на ґрунт, що призводить до більшого ущільнення та зниження доступності води і поживних речовин у глибоких шарах.

Досліджені технології мали різний вплив на агрофізичні властивості ґрунту, зокрема на його щільність. Як свідчать результати, наведені у таблиці 3.1 щільність ґрунту змінювалася залежно від технології обробітку, глибини впливу і фази вегетації культури.

Таблиця 3.1.

#### Щільність чорнозему типового при різних технологіях вирощування кукурудзи, г/см<sup>3</sup>

Строк визначення		Варіант технології		
Місяці	Шар ґрунту, см	Прямий висів	Стрип-тілл на глибину 12 см	Стрип-тілл на глибину 18 см
квітень	0-10	1,12	1,00	0,99
	10-20	1,14	1,11	1,10
	20-30	1,22	1,19	1,16
	0-30	1,16	1,10	1,08
червень	0-10	1,13	1,09	1,06
	10-20	1,16	1,19	1,11
	20-30	1,20	1,15	1,20

	0-30	1,16	1,14	1,12
серпень	0-10	1,08	1,04	1,02
	10-20	1,15	1,11	1,11
	20-30	1,19	1,16	1,14
	0-30	1,14	1,10	1,09

Спостереження за змінами щільності ґрунту в шарі 0–30 см показали, що найменші значення щільності зафіксовані під час вирощування кукурудзи за технології стрип-тілл на глибину 18 см. У середньому за вегетаційний період щільність становила 1,10 г/см<sup>3</sup>, а на початку сезону вона коливалася в межах 1,08–1,12 г/см<sup>3</sup>. Глибокий обробіток ґрунту сприяє формуванню пухкого орного шару, який створює сприятливі умови для аерації та проникнення води.

У сезонній динаміці виявлено тенденцію до поступового ущільнення ґрунту до червня, що зумовлено природними процесами усадки та інтенсивним використанням техніки на полі. До серпня, завдяки біологічній активності ґрунту, спостерігалось зменшення щільності. Найбільше ущільнення орного шару було характерним для ділянок з прямим висівом, де багаторазові проходи техніки спричиняли його ущільнення, обмежуючи доступ кореневої системи до поживних речовин та води. Прямий висів також характеризувався досягненням рівноважної щільності вже в середині вегетаційного періоду.

Розподіл щільності по профілю орного шару був нерівномірним залежно від технології. Технологія стрип-тілл на глибину 18 см забезпечила найменшу щільність у верхньому шарі ґрунту (0–10 см), що призвело до надмірної пухкості цього шару. Такий стан ґрунту може сприяти непродуктивним втратам вологи через підвищене випаровування. При застосуванні стрип-тілл на глибину 12 см середній шар (10–20 см) мав найвищу щільність (1,19 г/см<sup>3</sup>), що позитивно вплинуло на утримання вологи та її доступність для коренів.

Науковим обґрунтуванням вибору глибини обробітку є відповідність фактичної щільності ґрунту оптимальним параметрам для конкретної культури. Для кукурудзи оптимальний діапазон щільності орного шару становить 1,10–1,25 г/см<sup>3</sup>. Усі технології дослідження забезпечували ці параметри, однак ґрунт при стрип-тілл на глибину 18 см був надмірно пухким у початковий період вегетації (1,08 г/см<sup>3</sup>) та навіть у фазі молочно-воскової стиглості (1,09 г/см<sup>3</sup>).

Таким чином, технологія стрип-тілл на глибину 12 см та нульовий обробіток (прямий висів) забезпечують найбільш стабільну щільність орного шару чорнозему типового, що доводить їх перевагу над стрип-тілл на 18 см. Усі досліджувані технології сприяли стабілізації структури орного шару протягом вегетації, але їх ефективність залежала від особливостей обробітку.

Крім фізичних властивостей ґрунту, технології обробітку суттєво вплинули на азотний режим. У середньому за 2024 рік вміст амонійного азоту збільшився, що було обумовлено особливостями культури кукурудзи та внесенням значних доз азотних добрив. У шарі 0–30 см технологія стрип-тілл на 18 см показала підвищений вміст амонійного азоту на початку вегетації на 1,3% порівняно з іншими технологіями. Проте до кінця вегетації технологія стрип-тілл на 12 см забезпечила перевагу у 4,1%, завдяки кращим умовам для мікробіологічної активності у верхньому шарі ґрунту. Натомість прямий висів характеризувався найнижчим вмістом амонійного азоту протягом усього вегетаційного періоду.

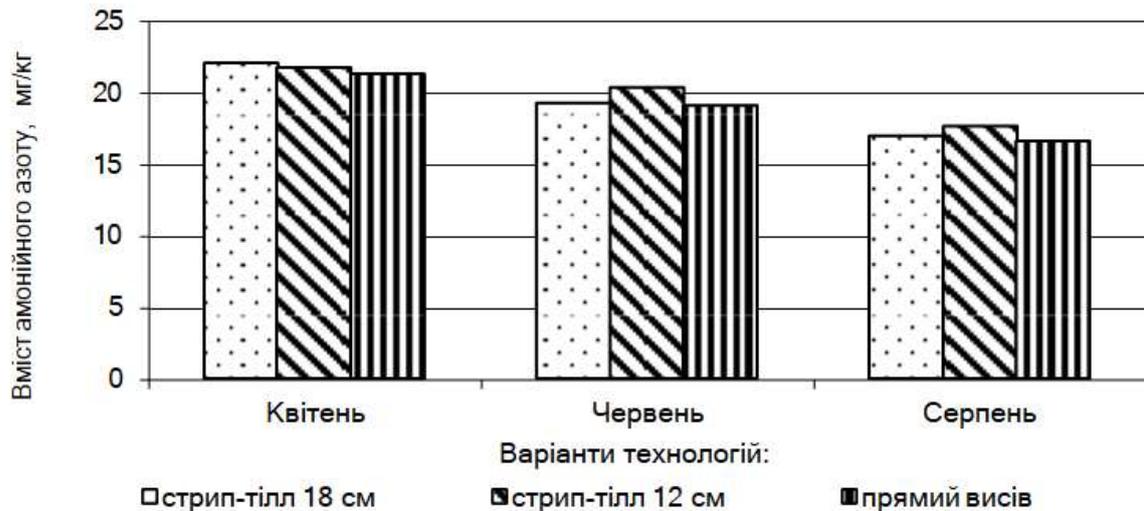


Рис. 1. Динаміка вмісту амонійного азоту в 0-30 см шарі чорнозему типового за різних технологій вирощування кукурудзи на зерно, в середньому за 2015-2016 рр.

Наявність амонійного азоту в ґрунті визначається мікробіологічними процесами, які залежать від умов середовища, зокрема температури, вологості, та наявності органічної речовини, що виступає енергетичним матеріалом для ґрунтової біоти. У технологіях стрип-тілл на глибину 12 см і прямого висіву органічні рештки, що залишаються після збирання попередніх культур, є основним джерелом енергії для мікроорганізмів. Ці рештки сприяють накопиченню амонійного азоту у верхньому шарі орного горизонту за мінімальної обробки ґрунту. Натомість технології, які включають глибоке рихлення, сприяють перенесенню азоту у вигляді амонію до нижніх шарів ґрунту.

Мікробіологічна активність значною мірою залежить від технології обробки ґрунту. Мінімізація обробки, як це відбувається при технології стрип-тілл на глибину 12 см, сприяє більш раціональному використанню фосфору культурними рослинами. Це пояснюється тим, що швидкість вивільнення фосфору з твердої фази ґрунту є нижчою за швидкість його поглинання рослинами, а в умовах дефіциту вологи фосфор переходить у важкодоступні форми.

Технологія стрип-тілл на глибину 12 см забезпечує диференціацію орного шару ґрунту за вмістом поживних речовин, одночасно сприяючи

збільшенню вмісту рухомого фосфору. У шарі 0–30 см ця технологія забезпечила вміст рухомого фосфору на 5 мг/кг (або 4,1%) більше, ніж при стрип-тілл на глибину 18 см, і на 2 мг/кг більше порівняно з прямим висівом. Це свідчить про ефективне збереження фосфору в доступній формі, що є важливим для забезпечення стабільного росту і розвитку рослин кукурудзи.

Таким чином, мікробіологічні процеси і обробіток ґрунту є ключовими чинниками, які впливають на забезпеченість азотом і фосфором. Технології, які враховують мінімальне втручання у структуру ґрунту, забезпечують покращення умов для збереження та використання поживних речовин, підвищуючи продуктивність агроecosистеми.

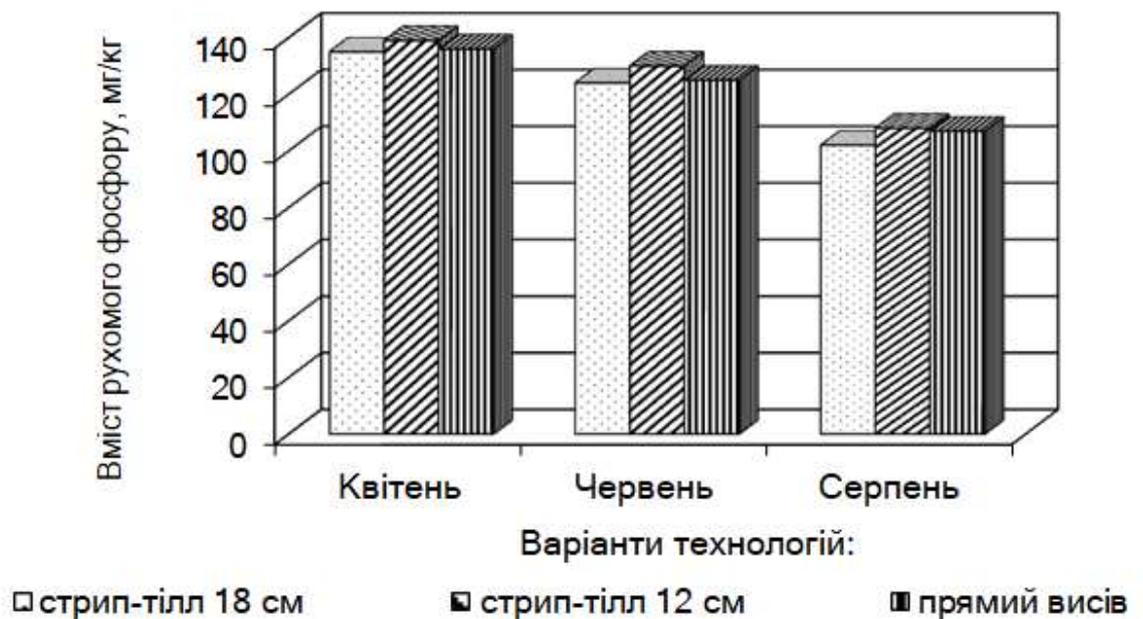


Рис. 2. Динаміка вмісту рухомого фосфору у 0-30 см шарі чорнозему типового

за різних технологій вирощування кукурудзи на зерно, в середньому за 2015-2016 рр.

Мінімізація обробітку ґрунту суттєво впливає на диференціацію орного шару за вмістом поживних речовин. Такі технології, як прямий висів та стрип-тілл на глибину 12 см, сприяють накопиченню рухомого фосфору у верхньому шарі ґрунту (0–10 см). У цих варіантах відзначено збільшення вмісту фосфору у верхньому шарі порівняно зі стрип-тілл на глибину 18 см на 20 і 17 мг/кг відповідно. Найбільша різниця спостерігається на початкових

етапах вегетації, що пояснюється специфікою розподілу органічних залишків, які залишаються після попередника.

Характер внесення добрив також значно впливає на фосфорний режим ґрунту. При стрип-тілл на глибину 12 см добрива здебільшого залишаються у верхньому шарі (0–10 см), забезпечуючи високу доступність фосфору для молодих рослин. У випадку застосування стрип-тілл на глибину 18 см поживні речовини перемішуються у глибшому шарі ґрунту (0–20 см), що сприяє їх рівномірному розподілу. Однак у шарі 20–30 см при стрип-тілл на 18 см спостерігається вищий вміст рухомого фосфору (на 8–14 мг/кг) у порівнянні з іншими технологіями, що може бути корисним для пізніх етапів росту рослин.

З отриманих даних можна зробити висновок, що технологія стрип-тілл на глибину 12 см є більш ефективною для покращення фосфорного режиму ґрунту у верхніх шарах, що забезпечує оптимальні умови для раннього росту кукурудзи. Водночас стрип-тілл на глибину 18 см сприяє накопиченню фосфору у глибоких шарах, забезпечуючи довготривалу доступність поживних речовин.

Крім того, мінімалізація обробітку позитивно впливає на калійний режим ґрунту. За даними досліджень, при технології стрип-тілл на глибину 12 см вміст обмінного калію у шарі 0–30 см був максимальним порівняно з іншими варіантами, що свідчить про ефективність цієї технології для збереження калію у доступній формі. Таким чином, мінімальний обробіток ґрунту створює сприятливі умови для збереження та використання поживних речовин, що позитивно впливає на продуктивність культур.

Таблиця 2

**Вміст обмінного калію (мг/кг) у чорноземі типовому за різних технологій вирощування кукурудзи.**

Технологія	Шар ґрунту, см	Вміст обмінного
------------	----------------	-----------------

ви́рощування		калію, мг/кг
Прямий висів	0-10	188
	10-20	179
	20-30	167
	0-30	180
Стрип-тілл на глибину 12 см	0-10	192
	10-20	180
	20-30	174
	0-30	186
Стрип-тілл на глибину 18 см	0-10	176
	10-20	170
	20-30	161
	0-30	174

За результатами досліджень встановлено, що технологія стрип-тілл на глибину 12 см забезпечує найвищий вміст обмінного калію в шарі ґрунту 0–30 см, який досяг 186 мг/кг. Цей показник перевищує вміст калію при прямому висіві на 6 мг/кг і при стрип-тілл на глибину 18 см на 12 мг/кг. Це свідчить про те, що помірна глибина обробітку ґрунту сприяє збереженню калію у доступній формі у верхньому шарі ґрунту, що є важливим для розвитку рослин на ранніх етапах вегетації.

Аналіз отриманих даних показує, що калійний режим ґрунту значною мірою залежить від обраної технології ви́рощування. Технологія стрип-тілл на глибину 12 см забезпечує оптимальні умови для накопичення калію, що позитивно впливає на врожайність кукурудзи. Прямий висів показує трохи нижчі результати, але його показники залишаються конкурентоспроможними, особливо у випадках, коли ресурсозбереження є пріоритетом.

Дослідження структури врожаю середньостиглого гібриду ДКС 3511 показали, що кількість рядів у качані була однаковою для всіх технологій і становила 16. Кількість зернин у ряду варіювалася залежно від технології: найменший показник (29 зернин) був зафіксований при стрип-тілл на глибину 18 см, тоді як при стрип-тілл на 12 см і прямому висіві цей показник складав 30 зернин.

Кількість зернин в одному качані була найвищою при стрип-тілл на глибину 12 см і становила 494 зернини, що свідчить про високу ефективність цієї технології для формування качанів. Проте маса зерен з одного качана при цій технології була трохи нижчою – 186 г, що на 6 г менше, ніж при стрип-тілл на глибину 18 см, де цей показник досягав 192 г.

Найкращий результат за масою тисячі зерен – 386 г – був досягнутий при стрип-тілл на глибину 18 см. Це на 8 г більше, ніж при стрип-тілл на 12 см, і на 14 г більше, ніж при прямому висіві. Ці дані свідчать про те, що глибший обробіток сприяє формуванню крупнішого зерна, ймовірно, завдяки покращенню умов водозабезпечення на пізніх етапах розвитку рослин.

Таким чином, технологія стрип-тілл на глибину 12 см забезпечує найкращий баланс між кількістю зерен в качані та якістю врожаю, тоді як стрип-тілл на 18 см сприяє формуванню крупнішого зерна завдяки кращому забезпеченню вологою. Прямий висів поступається за цими показниками, але залишається ефективною альтернативою для господарств із обмеженими ресурсами.

Таблиця 3

**Структура врожаю кукурудзи при різних технологіях вирощування.**

Технологія вирощування	Кількість рядів зерен, шт.	Кількість зерен в ряду, шт.	Кількість зерен в качані, шт.	Маса зерна з качана, г	Маса 1000 зерен, г
Прямий висів	16	30	472	175	373

Стрип-тілл на глибину 12 см	16	30	494	186	378
Стрип-тілл на глибину 18 см	16	29	471	192	386

Результати досліджень показали, що продуктивність качана середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС 3511 суттєво залежить від обраної технології обробітку ґрунту. Маса зерен з одного качана варіювалася в межах 186–192 г залежно від технології. За технології стрип-тілл на глибину 12 см маса зерен становила 186 г, тоді як при стрип-тілл на глибину 18 см цей показник був найвищим і досягав 192 г. Аналогічно, маса тисячі зерен становила від 378 г при стрип-тілл на глибину 12 см до 386 г при стрип-тілл на 18 см, що свідчить про те, що глибший обробіток створює сприятливі умови для формування крупнішого зерна.

Вологість зерна при збиранні також суттєво залежала від обраної технології. Середньостиглий гібрид ДКС 3511 мав найменшу вологість зерна (21%) за технології прямого висіву, що на 2–3% менше, ніж при технологіях стрип-тілл. Це пояснюється тим, що мінімальний обробіток ґрунту сприяє швидшій втраті вологи зерном. При стрип-тілл на глибину 12 см вологість зерна становила 23%, тоді як при стрип-тілл на глибину 18 см – 24%. Підвищена вологість у варіантах із стрип-тілл пов'язана з кращим водозабезпеченням рослин, що дозволяє зерну довше зберігати вологу.

Таким чином, технології стрип-тілл мають переваги у формуванні більшої маси зерна та забезпеченні його високої якості, тоді як прямий висів сприяє зниженню вологості при збиранні, що може бути важливим фактором у регіонах із підвищеною вологістю під час збирання врожаю. Кожна технологія має свої переваги, які потрібно враховувати при виборі системи обробітку ґрунту для конкретних умов господарства.

**Урожайність зерна кукурудзи при різних технологіях  
вирощування, т/га**

Технологія вирощування	Вологість при збиранні, %	Урожайність		В % до контролю
		Бункерна, т/га	Залікова, т/га	
Прямий висів (контроль)	21	10,1	9,2	
Стрип-тілл на глибину 12 см	23	11,7	10,6	115,2
Стрип-тілл на глибину 18 см	24	12,0	10,8	117,4
НІР 05		1,83	1,74	

Дослідження показали, що середньостиглий гібрид кукурудзи ДКС 3511 демонструє значні варіації у врожайності залежно від технології обробітку ґрунту. Найвищу залікову врожайність було досягнуто за технології стрип-тілл на глибину 18 см, яка склала 10,8 т/га. Це на 17,4% більше порівняно з прямим висівом, який використовувався як контрольний варіант. Технологія стрип-тілл на глибину 12 см забезпечила врожайність 10,6 т/га, що на 15,2% перевищує показник прямого висіву. Прямий висів продемонстрував найменшу залікову врожайність – 9,2 т/га.

Аналіз отриманих результатів підтверджує, що урожайність кукурудзи значною мірою залежить як від кліматичних умов, так і від обраної технології обробітку ґрунту. Технології стрип-тілл забезпечують більш сприятливі умови для розвитку рослин, створюючи оптимальний баланс між аерацією, водозабезпеченням і доступністю поживних речовин. Глибокий обробіток (18 см) виявився найефективнішим для покращення цих параметрів, тоді як помірний обробіток (12 см) показав майже ідентичні результати з точки зору продуктивності, але з меншою витратою ресурсів.

Водночас, урожайність за прямого висіву була найменшою через ущільнення ґрунту, обмежену аерацію та знижену доступність води і поживних речовин у глибоких шарах. Це підтверджує, що мінімальний

обробіток є менш ефективним у досягненні високих показників врожайності, але може бути прийнятним вибором у випадках, коли зниження витрат є пріоритетом.

Таким чином, урожайність кукурудзи ДКС 3511 за умов різних технологій вирощування коливається в межах 9,2–10,8 т/га. Ці результати свідчать про суттєву залежність продуктивності від обраної технології обробітку ґрунту та доводять переваги технології стрип-тілл, особливо на глибину 18 см, для підвищення врожайності у регіонах із сприятливими умовами для вирощування кукурудзи.

## ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень з порівняльної оцінки технологій прямого висіву та стрип-тілл при вирощуванні кукурудзи можна зробити наступні висновки:

### **Ефективність технології стрип-тілл (Strip-till):**

Технологія стрип-тілл є зберігаючою системою землеробства, що поєднує мінімальний обробіток ґрунту з формуванням смужки обробленого ґрунту, яка краще прогривається і висихає. Це дозволяє проводити посів на ранніх етапах навіть за умов перезволоження ґрунту. Вона поєднує функції основного і передпосівного обробітку ґрунту, а також внесення добрив та сівбу, що значно знижує кількість проходів техніки по полю, скорочуючи витрати праці, пального і фінансових ресурсів.

### **Агрофізичні параметри ґрунту:**

Технології стрип-тілл на глибину 12 і 18 см створюють сприятливі умови для розвитку кукурудзи, покращують родючість ґрунту, підвищують його продуктивність і забезпечують стабільні врожаї. Такі технології є енерго- та ресурсозберігаючими, що дозволяє ефективно використовувати природні та технічні ресурси.

### **Щільність ґрунту:**

Технологія стрип-тілл на глибину 12 см та прямий висів забезпечують оптимальну щільність шару ґрунту 0–30 см для кукурудзи (1,10–1,25 г/см<sup>3</sup>), що є ключовим фактором для формування сприятливого середовища для розвитку рослин. Незважаючи на це, всі досліджені технології сприяли стабілізації структури орного шару чорнозему протягом вегетаційного періоду.

### **Накопичення поживних речовин:**

Технологія стрип-тілл на глибину 12 см сприяє збільшенню вмісту рухомих форм фосфору та обмінного калію у шарі 0–30 см. Зокрема, вміст

фосфору підвищується на 2 мг/кг порівняно з прямим висівом, а калію – на 6 мг/кг. Вміст амонійного азоту не зазнавав суттєвих змін між технологіями.

#### **Продуктивність качана:**

Середньостиглий гібрид кукурудзи ДКС 3511 демонстрував масу зерен з качана у межах 186–192 г залежно від технології обробітку, а маса тисячі зерен коливалася від 378 до 386 г. Найвища маса тисячі зерен була зафіксована при технології стрип-тілл на глибину 18 см (386 г), що на 8 г більше порівняно зі стрип-тілл на 12 см і на 14 г більше, ніж за прямого висіву.

#### **Врожайність кукурудзи:**

Найвищу залікову врожайність середньостиглий гібрид ДКС 3511 забезпечив за технології стрип-тілл на глибину 18 см – 10,8 т/га, що на 17,4% перевищує врожайність при прямому висіві (9,2 т/га). Технологія стрип-тілл на глибину 12 см забезпечила врожайність 10,6 т/га, що на 15,2% більше порівняно з прямим висівом.

#### **Вологість зерна при збиранні:**

Найменшу вологість зерна при збиранні було зафіксовано за прямого висіву (21%), що на 2–3% менше, ніж при технологіях стрип-тілл, які забезпечили кращу водозабезпеченість рослин протягом вегетації (23–24%).

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.

На основі проведених досліджень і отриманих результатів пропонуємо наступні рекомендації для господарства з вирощування кукурудзи:

- Для максимізації врожайності та підвищення ефективності використання поживних речовин рекомендується застосовувати технологію стрип-тілл на глибину 18 см. Вона забезпечує найвищу врожайність кукурудзи (10,8 т/га), сприяє формуванню крупнішого зерна та створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи в глибших шарах ґрунту.
- Для зменшення витрат ресурсів (паливного, праці) при незначному зниженні врожайності рекомендується технологія стрип-тілл на глибину 12 см, яка є більш енерго- та ресурсозберігаючою. Вона також сприяє накопиченню поживних речовин у верхньому шарі ґрунту, що важливо для ранніх етапів росту рослин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bishop, R. H. (2002). The Mechatronics Handbook. CRC Press, Boca Raton, 1229.
2. Dnes, V., Kudrynetskyi, R., Skibchuk, V. (2021). Методичні засади визначення ефективності використання техніки під час обробітку ґрунту, внесення добрив і сівби ярих культур за енергетичним показником. Агроінженерні дослідження, 24, 77-82.
3. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2020.24.077>
4. HORSCH MAESTRO. URL: <https://www.horsch.com/ru/produkty/mashiny-dlja-poseva/diskovye-posevnye-kompleksy/pronto-dc>. (дата звернення: 04.03.2021р.).
5. Products and services mobility [Электронный ресурс] : Режим доступу: [www https://ua.bosch-automotive.com/uk/parts\\_and\\_accessories/motor\\_and\\_systems/diesel/engine\\_management\\_2/engine\\_control\\_unit\\_1](http://www.https://ua.bosch-automotive.com/uk/parts_and_accessories/motor_and_systems/diesel/engine_management_2/engine_control_unit_1)
6. \_and\_systems/diesel/engine\_management\_2/engine\_control\_unit\_1
7. Адамчук В. В ., Грицишин М. І.. Система техніко –технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва. Аграрна наука, Київ, 2012. 416 с.
8. Аніскевич Л. В. Тенденції та шляхи розвитку машин для внесення технологічних матеріалів. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2000. Вип. 1. С. 130–133
9. Аніскевич Л. В.. Управління системами високоточного дозування технологічних матеріалів. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК, 196, 2014. С. 264–277.
10. Аулин В. В. Панков А.А., Черновол М.И., Стахорская А. Г.. Автоматизация регулирования нормы высева на основе мехатронной реализации программно-аппаратного обеспечения. Вісник інженерної академії України, 3, 2017. С. 240 – 244.

11. Безпека життєдіяльності [Текст] : підруч. для студ. с.-г. вузів / І. П. Пістун [та ін.]. – Львів : Світ, 1995. 288 с.
12. Березівський П.С., Більський Б.В., Дудаш Я.Я., Березівський З.П. Організаційно-економічні параметри ресурсо-ощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва. Львів: Українські технології, 2000. 223 с.
13. Воронов А. К. Навколишнє середовище та розвиток, К.: Наукова думка, – 1995.
14. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навч. пос. 2006. 292 с.
15. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. К.: Держстандарт України, 1995. 123 с. 21.
16. ДСТУ 3433-96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення. К.: Держстандарт України, 1998. –42 с. 22.
17. ДСТУ 3524-97. Надійність техніки. Проектна оцінка надійності складних систем з урахуванням технічного і програмного забезпечення та оперативного персоналу. Основні положення. К.: Держстандарт України, 1999. 21 с. 23.
18. ДСТУ 3942-2000. Надійність техніки. Плани випробувань для контролю середнього наробітку до відмови (на відмову). К.: Держстандарт України, 2000. 30 с.
19. Лупенко Ю.О., Малік М.Й., Шпикуляк О.Г. Інноваційне забезпечення розвитку сільського господарства України: проблеми та перспективи. ННЦ ІАЕ, Київ, 2014 516 с.
20. Мигаль, В.Д.. Системы контроля и диагностирования автомобиля: учеб. пособие. Изд-во Майдан, Харьков, 2017. 605 с.
21. Мигаль, В.Д. Мехатронні та телематичні системи: монографія. Вид-во Майдан, Харків, 2017. 307 с.

22. Міляєв Ю. П. Нечипоренко О. М. Основи надійності технічних систем: навч. посіб. К.: Видавн.-полігр. центр Акад. муніцип. управління, 2008. 246 с.
23. Пастухов В.І. Бакум,Н.В., Михайлов А.Д., Кириченко, Р.В. До розробки мехатронних систем посівних машин. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка, 156, 2015. С. 156-162.
24. Попович О.М. Автоматичні системи управління посівними машинами. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК, 144, 2010. С. 118–125.
25. Сало В.М., Лузан П.Г. Напрями вдосконалення технічного забезпечення новітніх технологій прямої сівби зернових культур. Техніка і технології АПК, 9, 2014. С. 14-17.
26. Сівалку оцінюють за сходами.  
URL:[https://www.poettinger.at/uk\\_UA/Newsroom/Artikel/11618](https://www.poettinger.at/uk_UA/Newsroom/Artikel/11618). (дата звернення: 04.03.2021р.).
27. Хітров І.О., Бундза О.З., Бабич, О.Я. Організація технічного сервісу машин дилерським підприємством. Сільськогосподарські машини, 2018. С. 40, 121-130.
28. Шевчук В, Сукач О. Використання стенда для дослідження пневматичної гальмівної системи автомобіля. Проблеми з транспортними потоками і напрями їх розв'язання. Третя Всеукраїнська науково-теоретична конференція. (м. Львів, Україна). Посвіт. Дрогобич, 2019. 20 – 21.
29. Шевчук Р. С. Крупич О.М. Економічна оцінка спеціалізованої сільсько-подарської техніки: Методичні рекомендації. М. Львів, 1994. 27 с.

## **ДОДАТКИ**