

**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**  
**Оничко В.І. \_\_\_\_\_**  
**« ....» .....2024 р.**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**ОС «МАГІСТР»**  
**на тему:**  
**«ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ STRIP-TILL**  
**ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-**  
**СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ»**

**за спеціальністю 201 «Агрономія»**

**Виконав: студент 2 м курсу,**  
**групи АГР 2302м ВН**  
**Спеціальності : 201 «Агрономія»**  
**Муленко Максим Юрійович**  
**Науковий керівник:**  
**Собран І.В.**

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
1.1. Застосування прогресивних технологій обробітку ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур	10
1.2. Сільськогосподарська техніка для реалізації смугової технології обробітку сільськогосподарських культур	14
1.3. Тонкощі та нюанси вирощування кукурудзи	17
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Об'єкт та предмет досліджень	20
2.2 Схема досліду	21
РОЗДІЛ 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ В СТОВ «ДРУЖБА-НОВА» (РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ)	23
ВИСНОВКИ	30
ПРОПОЗИЦІЇ	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	32
Додатки	34

## АННОТАЦІЯ

*Муленко М. Ю.* ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ STRIP-TILL ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ В «МІЩЕНКО-АГРО». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю (201 – Агронія). Сумський національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2024.

У кваліфікаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та результати експериментальних досліджень з вивчення безпосереднього впливу запровадження технологій Strip-till на врожайність та економічні складові вирощування кукурудзи.

Результати дослідження показали, що смуговий обробіток ґрунту має перевагу в накопиченні та збереженні вологи на критичних етапах формування тканин кукурудзи порівняно з традиційним обробітком ґрунту.

Врожайність зерна кукурудзи за смугового обробітку ґрунту, включаючи 3-точковий та шаховий посів, на 17,1% та 19,0% вища, ніж за оранки, відповідно.

Порівняно з традиційним обробітком ґрунту, смугова оранка значно зменшує витрати праці (близько 40%), витрати палива (майже 50%) та прямі операційні витрати (24-29%) і в цілому сприяє зниженню собівартості продукції. зерна.

## ANNOTATION

Mulenko M.Y. EFFICIENCY OF STRIP-TILL TECHNOLOGIES ADOPTION IN CULTIVATING MAIZE IN MISHCHENKO-AGRO. Qualification work for the degree of Master in the speciality (201 - Agronomy). Sumy National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2024.

The qualification work provides theoretical substantiation and results of experimental studies on the direct impact of the introduction of strip-till technologies on the yield and economic components of corn cultivation.

The results of the study showed that strip tillage has an advantage in accumulating and preserving moisture at critical stages of corn tissue formation compared to conventional tillage.

The yield of corn grain under strip tillage, including 3. point and staggered sowing, is 17.1% and 19.0% higher than under ploughing, respectively.

Compared to conventional tillage, strip ploughing significantly reduces labour costs (about 40%), fuel consumption (almost 50%) and direct operating costs (24-29%), and overall contributes to lower production costs.

## ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Для того щоб забезпечити населення достатньою кількістю якісних і доступних за ціною продуктів харчування, необхідно підвищити ефективність виробничого процесу і мінімізувати витрати. Враховуючи прогнозоване зростання населення, світ повинен забезпечити подальшу оптимізацію технологій і виробничих процесів і навіть їх адаптацію таким чином, щоб вони максимально відповідали вищевказаним вимогам.

У зв'язку з цим оптимізація технології обробки ґрунту і переробки сільськогосподарських культур є актуальною проблемою. Розумний вибір адаптивних методів обробки ґрунту і технологій обробки врожаю, відповідних ґрунтово-кліматичним особливостям конкретної місцевості, забезпечує цільове використання ресурсів. Зниження інтенсивності обробки ґрунту призводить до підвищення врожайності культури з одиниці площі при її вирощуванні [12].

В Україні широко використовуються різні системи обробки ґрунту, кожна з яких має свої переваги і недоліки. Однак не всі технології обробки ґрунту завжди ефективні з точки зору повного використання добрив і розумної закладення рослинних залишків. Технологія Strip-till поєднує в собі переваги кожної з систем і стала актуальною для вирощування просапних культур.

Технологія Strip-till-saving використовується вже близько 15 років і широко поширена в США, Канаді та європейських країнах. Кукурудза, соя, буряк, бавовна, соняшник, картопля, помідори, капуста і багато овочеві культури вирощуються за цією технологією. На сьогоднішній день найбільший практичний досвід у використанні стрічкової обробки ґрунту накопичений американськими фермерами, які вперше переконалися в її високій ефективності. Саме тому за останні 10-12 років багато фермерські господарства в "кукурудзяному поясі" США перейшли на цю технологію, а

17 вітчизняних компаній організували виробництво обладнання для технології strip-till.

Як показала практика, ця техніка дає відмінні результати, особливо при вирощуванні зернових культур, таких як кукурудза. В даний час популяризація навігаційних систем і рушійних пристроїв на сільськогосподарських підприємствах відкрила нові можливості обробки ґрунту, які дозволяють нам максимально використовувати переваги економічних і точних агротехнологій.

Метою досліджень було з'ясування впливу смугового способу обробки ґрунту на накопичення та збереження вологи у критичних фазах органогенезу кукурудзи порівняно із традиційним обробком, визначення приросту біологічної урожайності, здійснення економічного оцінювання досліджуваних варіантів обробки ґрунту, та вивчити можливість впровадження технології стрічкового обробки ґрунту при вирощуванні кукурудзи в ФГ «Міщенко-Агро».

Відповідно до поставленої мети перед нами були поставлені наступні завдання:

- \* Розглянути можливість використання передових технологій обробки ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур;
- \* Вивчіть тонкощі і нюанси вирощування кукурудзи;
- \* Оцінити ефективність впровадження технології стрічкового обробки ґрунту при вирощуванні кукурудзи в ТзОВ "Міщенко-Агро".

Мета дослідження: технологічний процес стрічкової обробки ґрунту при обробці посівів кукурудзи.

Предмет дослідження: закономірності, які пов'язують параметри обробки ґрунту і врожайність кукурудзи.

Теоретична та практична значимість даної роботи полягає в оцінці рекомендацій щодо підвищення ефективності смугового обробки ґрунту шляхом обґрунтування оптимальних ґрунтообробних агрегатів, глибини обробки ґрунту та дозування мінеральних добрив.

Методологія та методи дослідження. Для вирішення поставленої задачі були використані методи математичної статистики, кореляційно-регресійного аналізу і планування польових дослідів. Результати теоретичних досліджень були підтверджені експериментальною перевіркою. Достовірність отриманих даних заснована на застосуванні програми Statistica 6.0, сучасних методів математичної обробки і статистичного аналізу багатofакторних експериментів з використанням Microsoft Office.

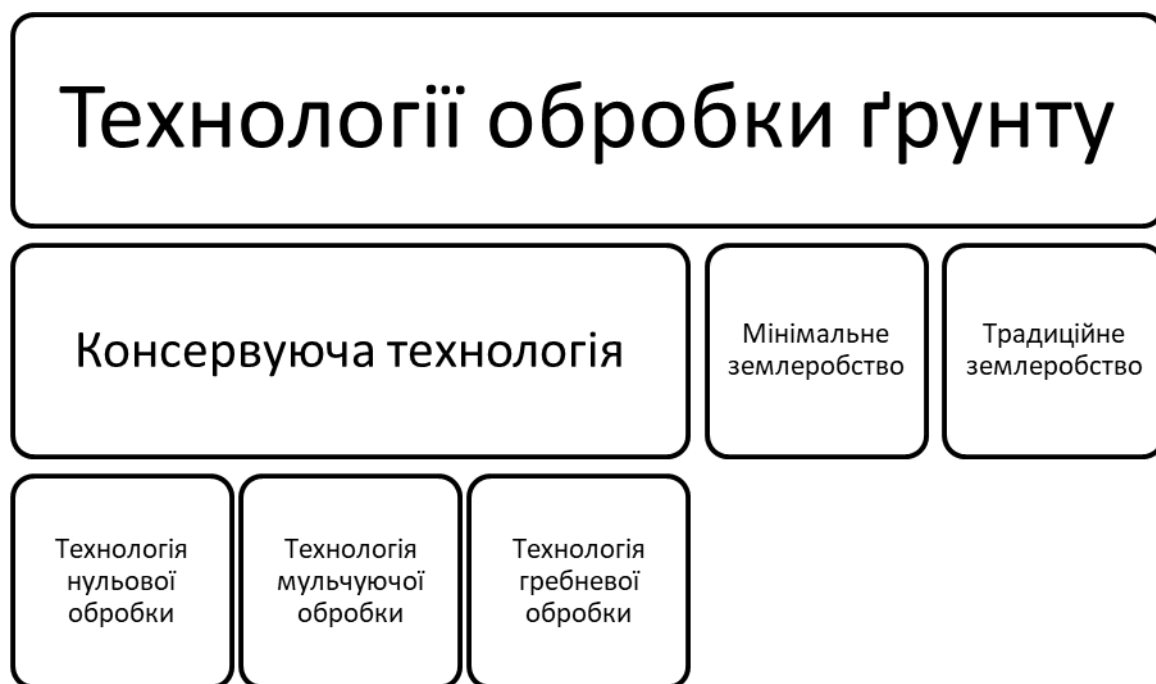
Структура і обсяг робіт. Стаття складається зі вступу, 3 розділів, висновків та списку з 29 літературних джерел. Зміст роботи представлено на 34 сторінках, включаючи 3 діаграми і 3 таблиці і 10 малюнків.

## Розділ 1

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

#### 1.1. Застосування передових методів обробки ґрунту для обробітку сільськогосподарських культур

Відповідно до класифікації центру інтеграції природоохоронних технологій (СТІС), існує 3 різні групи методів обробітку сільськогосподарських культур (3 типи землеробства), залежно від ступеня покриття поверхні ґрунту (рис.1). У більшості випадків ступінь покриття залежить від інтенсивності обробки.



Малюнок 1. Технологія обробки ґрунту [11].

Традиційне землеробство включає методи обробітку, при яких розорується менше 15% поверхні ґрунту. Традиційні методи землеробства включають оранку та інші інтенсивні методи обробітку ґрунту.

Ґрунтозахисне землеробство використовує методи обробітку ґрунту, які залишають 15-30% поверхні ґрунту вкритими рослинними рештками.

Органічна речовина, що залишається на поверхні, запобігає висиханню та ерозії ґрунту. У той же час, ступінь розпушування ґрунту повинен бути зменшений. Це пов'язано з ризиком зменшення вологості ґрунту з кожним наступним технологічним заходом [15].

Мінімальний обробіток ґрунту тісно пов'язаний з розподілом органічної речовини на поверхні ґрунту та в ґрунті (управління вуглецевим балансом (с)). У процесі цього агроєкосистеми унікальним чином зменшують ерозію, очищають питну воду і одночасно підвищують продуктивність [8].

Ґрунтозахисне сільське господарство включає методи обробітку ґрунту (і посіву), які залишають щонайменше 30% поверхні ґрунту вкритими рослинними рештками. Системи ґрунтозахисного землеробства можна розділити на три підсистеми:

Технологія нульового обробітку ґрунту та технологія смугового обробітку ґрунту: методи обробітку ґрунту, при яких ґрунт не обробляється в період між збиранням врожаю та посівом. Однак внесення добрив є винятком. Посів відбувається у вузькі посівні траншеї (стовпчики), створені ґрунтообробними знаряддями, такими як костилі, чизелі, долотоподібні костилі та привідні ротори. При використанні технології смугового обробітку ґрунту обробляється вузька смуга ґрунту. Як правило, це робиться восени, тому цю технічну роботу можна проводити одночасно з внесенням добрив. Навесні на цих рядках проводиться посів. У цій технології використовуються хімічні засоби захисту рослин. Нульовий обробіток ґрунту - це оранка, при якій розорюється менше 25% поверхні ґрунту [2].

2. технологія гребеневого обробітку ґрунту (ridge-till): метод оранки, при якому поле механічно розорюється на гребені. У післязбиральний та передпосівний період гребені не переорюють, а лише вносять добрива на гребеневі грядки. На розсадниках гребенів також проводиться сівба. Верхню частину гребенів орють загостреними лапами, рифленими дисками, костилями або ґрунтообробними знаряддями. Між гребенями залишають

поживні рештки. Захист посівів забезпечується хімічними або механічними засобами під час обробітку ґрунту та формування гребенів.

3. мульчуюча технологія обробітку ґрунту (нім. Multitil): поверхня ґрунту повністю переорюється перед посівом. Для цього використовуються такі сільськогосподарські знаряддя, як глибокорозпушувачі, культиватори, дискові культиватори та плоскорізи. У цій технології можуть застосовуватися хімічні або механічні засоби захисту рослин.

Таким чином, згідно з класифікацією СТІС, варіант класичної технології смугового обробітку ґрунту для вирощування колонних культур, що розглядається в цій статті, є технологією ґрунтозахисного землеробства. У цій класифікації смуговий обробіток ґрунту вважається близьким до нульового обробітку (аж до no-till).

#### Ґрунтозахисний обробіток ґрунту смугами

Із впровадженням методів ґрунтозахисного землеробства вчені Д. Рейкоскі та К. Сакстон також вказали на важливість сівозміни та стабільного ґрунтового покриву, наприклад, при використанні проміжних посівів [8, 10].

На основі цих результатів були розроблені способи смугового обробітку ґрунту, які ще більше знижують рівень обробітку частини оброблюваної поверхні і в той же час зберігають умови, необхідні для росту рослин; за даними О. Макгуайра, при використанні тільки смугового обробітку в межах поля необроблена поверхня ґрунту становить приблизно 60-80% від загальної площі, тому смугова технологія обробітку ґрунту є перспективною. є перспективною [7, 21].

На оброблених смугах повинні бути створені ідеальні умови для розподілу насіння. Рослинні рештки повинні бути видалені, ґрунт розпушений, розбитий, засипаний і, за необхідності, удобрений. Швидке прогрівання гребенів навесні створює оптимальні умови для проростання і оптимального росту рослин. Необроблені міжряддя не змінюють структуру ґрунту, а отже, не впливають на ґрунтову активність, що призводить до збереження ґрунту.

При використанні методів обробітку ґрунту, які дозволяють одночасне внесення добрив, розрізняють поверхневе та підґрунтове внесення добрив. При внесенні добрив за допомогою стрічкової технології обробки гранульовані добрива вносяться безпосередньо за робочим органом (нижче горизонту ґрунту). Сівалки точного висіву з механізмом внесення добрив (нижче горизонту ґрунту) вносять початкову кількість добрив у ґрунт біля рядка посіву [4, 20]. Це пов'язано з тим, що добриво не потрапляє до коріння і не є доступним для рослин у рік його внесення. Вважається, що коли добрива вносяться в ґрунт, вони мають сильніший і триваліший вплив на рослини.

Якщо добрива вносяться занадто близько до посівних (або пагонових) рядів, слід звернути увагу на два важливих моменти. По-перше, токсичність добрива відіграє важливу роль у визначенні "відстані до насіння". По-друге, розподіл і кількість добрив, що вносяться на рослину, дуже важливі, оскільки вони впливають на заплановану врожайність. Вміст вологи в ґрунті дуже важливий. У сухих ґрунтах концентрація мінеральних солей зосереджена на меншій площі, ніж у вологих [9].

## 1.2. Сільськогосподарська техніка для реалізації технології смугового обробітку ґрунту

Концепція обладнання для смугового обробітку ґрунту полягає у встановленні декількох секцій робочого органу одна за одною і виконанні декількох операцій на кожному рядку, що обробляється (рис. 2). Вибір окремих робочих елементів часто визначається місцевими кліматичними та ґрунтовими умовами. Кілька лап встановлюються на рамі. Стрічкові культиватори мають унікальні характеристики, які залежать від їх здатності копіювати контури ґрунту.

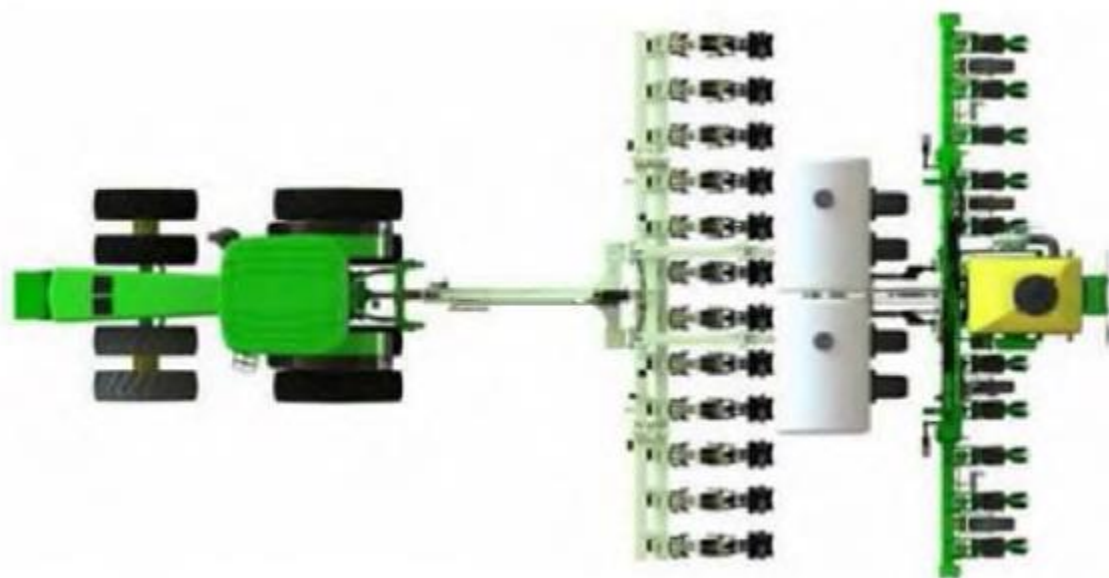
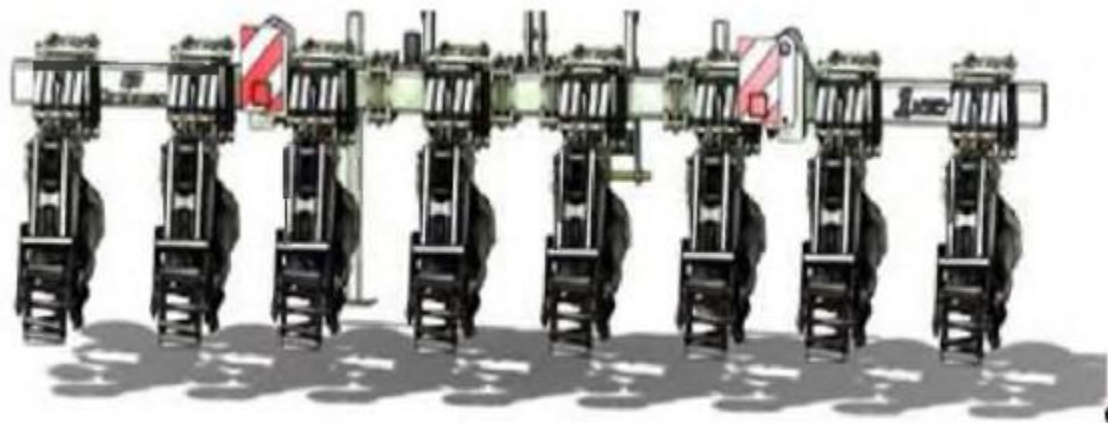


Малюнок 2. Машина Hini[20]

Несуча рама з'єднується з трактором за допомогою тяг і може бути оснащена бункером для добрив на додаток до робочого обладнання. У деяких конфігураціях рама може бути оснащена колісними осями (копіювальними гарматами). В інших випадках рама монтується на причіп трактора. Додаткові підйомні та розсувні механізми, прикріплені до рами робочого обладнання, зменшують транспортну ширину робочого обладнання. На рис.

За показана трисекційна рама з різним поперечним перерізом робочих органів.

Для використання цієї рами кожен робочий орган повинен мати потужність 20-25 к.с. (залежно від типу ґрунту). Можна встановити додаткову колісну вісь, обладнану системою управління.



На малюнку 3. а представлена 3-секційна рама для різних робочих ділянок

А: Концепція рами причепа з органом (машина Ortmann) і В: Точний висів (машина Ortmann).

Розробка цієї машини була спрямована на досягнення більш точного копіювання ґрунтового агента і, відповідно, поліпшення характеристик

технологічного процесу. При цьому робочі органи рухаються окремо по глибині.

Наявні на ринку машини можна класифікувати за цим параметром на три типи [19, 20]:

Тип I: Тип I: Ріжучий і розпушувальний робочий орган жорстко закріплений на жорсткій рамі. Рама заглиблена по всій робочій ширині за допомогою опорних коліс. Механізми миття, кардочесання та подрібнення сконструйовані таким чином, щоб копіювати рельєф ґрунту. Найпопулярніші моделі таких машин виробляють компанії Unverferth, Carotech, Schlagel, John Deere і BlueJet. У деяких випадках назви цих машин вказують на їх функціональне призначення (Carotech - для розпушувального обладнання, Unverferth - для розпушувального обладнання).

Тип II: Кожна секція машини має підрамник, до якого кріпиться інший робочий орган. Підрамники з'єднані з рамою машини за допомогою паралелограмного механізму. Тому цей тип є більш вигідним, ніж перший тип, оскільки дозволяє краще імітувати підйом ґрунту в напрямку обробки секціями машини. На підрамник також можна встановлювати окремі робочі органи. Виробниками цієї моделі є Strip Cat, Orthman, B&H Manufacturer, BighamBrothers, Hiniker, Carter, Yetter, Kongskilde та Sunflower/Agco. Ці моделі в основному продаються виробниками.

Тип III: Завдяки системі Kuhn/Krause Gladiator були розроблені верстати, де ріжучий інструмент закріплений на станині верстата (шліфувальний інструмент - в моделі Krause це стійка, прикріплена до станини верстата паралелограмом (див. Тип II), шліфувальний інструмент - це Оскільки машина використовується для визначення глибини шліфування, шліфувальний інструмент повинен бути стійким і зносостійким. Коли шліфувальний елемент знімається з ділянки, безпосередньо змінюється глибина розпушування оброблюваного елемента.

### 1.3. Тонкощі і нюанси вирощування кукурудзи

Протягом останніх років кукурудза залишається стратегічною культурою в Україні, яку вирощують майже в усіх регіонах, незалежно від кліматичних умов та розміру господарства. Хоча кукурудзу часто вважають дуже легкою та невибагливою у вирощуванні культурою, справа в тому, що для отримання стабільних високих врожаїв потрібно знати, як її вирощувати, і постійно вчитися в процесі. Адже змінюються умови, з'являються гібриди, нові шкідники та хвороби. Тому завжди потрібно бути готовим заздалегідь.

Тепло і вологість мають найбільший вплив на ріст і розвиток кукурудзи і часто є лімітуючими факторами при вирощуванні культури. Оптимальна денна температура для росту кукурудзи становить 24-30°C, але нічна температура повинна бути приблизно вдвічі нижчою. Це пов'язано з тим, що спекотні ночі спричиняють значне випаровування кукурудзи та поступове зменшення її сухої маси. Пороговою температурою для росту і розвитку культури є 10°C, і коли температурний режим опускається нижче цього рівня, кукурудза практично припиняє розвиток [5, 17].

Кукурудза повинна накопичити певну суму ефективних температур протягом сезону, щоб почалася фізіологічна стиглість зерна (вологість 35-40%). Вчені вважають, що для різних груп стиглості сумарна температура повинна становити: стиглість, повна стиглість, ФАО 200-1030-1090°C, ФАО 300-1140-1200°C, ФАО 400-1240-1300°C, ФАО 500-1360-1420°C. Для визначення сумарної ефективної температури за сезон необхідно щоденно збільшувати сумарну ефективну температуру вегетації рослин. Для розрахунку сумарної добової ефективної температури можна використовувати наступну формулу (денна мінімальна температура + денна максимальна температура): сумарна ефективна температура за добу (денна максимальна температура): 2-10 Температура нижче 10°C вважається 10, а

вище 30°C - 30, оскільки температура за межами діапазону 10-30°C не є сприятливою для росту і розвитку кукурудзи [8, 14].

Кукурудза потребує 450-600 мм вологи протягом вегетаційного періоду, а найбільша кількість опадів випадає в сьомий та восьмий місяці. На жаль, нещодавня тенденція до тривалих літніх посух показала, що зазвичай марно очікувати достатньої кількості опадів у сьомому та восьмому місяцях. Доступ вологи до коренів кукурудзи та оптимально підібрана система живлення і обробітку ґрунту, а також густота і хороші системи захисту можуть забезпечити коріння кукурудзи. Звичайно, кукурудза потребує не тільки тепла і вологи, але й родючих, добре структурованих ґрунтів та достатньої кількості поживних речовин. Культуру можна вирощувати на будь-яких ґрунтах, але експерти не рекомендують сіяти на піщаних ґрунтах або на полях, де ґрунтові води знаходяться близько до поверхні. Врожайність кукурудзи висока на ґрунтах з рН від 5,6 до 7,5; врожайність значно знижується, коли рН нижче 5,6, а при рН 4,0 кукурудза навряд чи виживе. При високій кислотності ґрунту коріння рослин починає знебарвлюватися, а нижня частина рослини починає гнити. В ущільнених або твердих сланцевих ґрунтах з низькою водопроникністю кукурудза також формує плоску кореневу систему на поверхні. Такі рослини не витримують посухи і легко вивертаються сильним вітром [15].

Основний обробіток ґрунту під кукурудзу найкраще проводити одразу після збирання попередньої культури. В ідеалі це робиться влітку або на початку осені. Осінній обробіток ґрунту не має переваг перед весняним у вологих і холодних регіонах, особливо в гірських і схилових районах та вздовж річок, які розливаються восени і навесні. Втім, таких територій в Україні небагато. У будь-якому випадку, чим раніше провести основний обробіток ґрунту, тим краще. А конкретні терміни і способи залежать від попередника.

## РОЗДІЛ 2

### 2.1. УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Конотопський район знаходиться в Сумській області України і має власні обґрунтовано-кліматичні умови. Нижче подано загальну інформацію про підстави та клімат цього району:

Ґрунти:

- У Конотопському районі переважають різні типи підстав, такі як чорноземи, сірі лісові підстави, піщані підстави тощо.
- Чорнозем є одними з найбільш родючих обґрунтувань, які забезпечують високу урожайність у регіоні.
- Умови для сільськогосподарського виробництва сприятливі, але ефективне використання підстав вимагає належної агротехніки та організації виробництва.

Клімат:

- Конотопський район має помірний континентальний клімат з впливом атлантичних повітряних мас.
- Зими в районі давно холодні з частими снігопадами. Температури можуть опускатися нижче нуля.
- Літа в Конотопському районі теплі та вологі з середніми температурами, що сприяють розвитку рослин.
- Кількість опадів у районі розподіляється досить рівномірно протягом року.

Загалом, Конотопський район має сприятливі обґрунтовано-кліматичні умови для розвитку сільськогосподарського виробництва, але для досягнення високої ефективності вирощування культури необхідні особливості цих умов і використання відповідних сільськогосподарських технологій.

#### **Кліматичні та погодні умови господарства**

Конотопський район, розташований у Сумській області України, має помірний континентальний клімат із впливом атлантичних повітряних мас.

Нижче подано загальну інформацію про кліматичні та погодні умови, які характерні для цього району:

Температура:

Зими в Конотопському районі можуть бути холодними з середніми температурами від  $-5^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ . У пік холоду температура може опускатися ще нижче.

Літа в районі теплі з середніми температурами від  $+20^{\circ}\text{C}$  до  $+25^{\circ}\text{C}$ . Можливі також спекотні періоди з температурою понад  $+30^{\circ}\text{C}$ .

Опади:

Конотопський район має достатньо рівномірний розподіл опадів протягом року.

Середньорічна кількість опадів у районі становить приблизно 600-700 мм.

Вітер:

У Конотопському районі часто дме вітер, особливо взимку та навесні.

Вітри можуть мати вплив на поширення хмар, температуру та вологість повітря.

Сезонність:

Весна в районі настає досить швидко після зими, якщо з великими коливаннями температура.

Літо в Конотопському районі зараз тепле та вологе.

Осінь може бути прохолодною зі значними опадами, особливо у вересні та жовтні.

## **2.1 Об'єкт та предмет досліджень**

Об'єкт дослідження: технологічний процес смугової обробітки ґрунту при обробітку культури кукурудзи.

Предмет дослідження: закономірності, що пов'язують параметри обробітку ґрунту та врожайність кукурудзи.

## 2.2 Схема досліду

Загальна площа під досвідом, закладеним у триразовій повторності, складала 0,8 га (ширина 33 м, довжина 15 м). Загальна площа ділянки складала - 228 м<sup>2</sup>, а облікової - 182 м<sup>2</sup> повторність триразова.

Перед сходами, посів були оброблені гербіцидом «Аристократ» з дозуванням 2 л/га на 100 л води, амонієвий нітрат був внесений восени на робочу глибину ґрунтообробки. Початкова доза добрив при посіві становила 30 кг/га нітрату амонію (селітра 34,6%), а точний посів у всьому досвіді проводився сівалкою EDX-6000 від Amazone.

Інші заходи з використанням гербіцидів використовувалися на стадії шести листків. Робоча швидкість руху під час ґрунтообробки складала 8 км/год, а під час сівби - 12 км/год. Інші аспекти технології вирощування кукурудзи були стандартними. Збирання врожаю проводилося за допомогою комбайна, ділянки були повністю обмолочені, а потім урожай підвищувався. У рамках дослідження порівнювалися такі варіанти обробки: технологія нульового обробітку ґрунту (No-Till) (без обробки ґрунту), технологія поверхневої обробки мульчування на глибину 6-8 см (Catros), технологія Strip-Till.

Обробка підстави та внесення добрив у дослідному зразку смугової обробки підстави Amazone Strip-Till проводилася восени. У травні наступного року проводився посів кукурудзи сівалкою точного висіву. Для закріплення досвіду використовувалася така сільськогосподарська техніка: трактори Кіровоць (300 к.с.) та New Holland (300 к.с.), компактна дискова борона Catros фірми «Amazone», культиватор-плоскоріз КПШ-9, плоскоріз-глибокорушувач ПГ. -3-5, досвідчений зразок знаряддя Prinzip Amazone .



Зліва - поле, зоране за технологією strip-till, восени було обприскане добривами, а справа - борозна, сформована в травні наступного року, майже перед посівом.

### **Характеристика Гібрида MAS 23.К**

Особливості гібрида MAS 23.К / MAS 23.К:

Група стиглості: рання; ФАО: 220;

Висока врожайність. Чудова адаптація до умов вирощування. Дуже висока терпимість до посухи. Напрямок: зерно, тип зерна: кремнисто-зубоподібне. Середня висота опори качана, сума активних t (колір/ спір, °C): 845/1650;

#### **Основні складові врожайності:**

Кількість рядків зерен: 14-16;

Зерен в ряду: 30-32;

Маса 1000 насінин: 280-300.

#### **Агротехнологічні властивості:**

Енергія проростання: 9;

Стійкість до посухи: 8;

STAY GREEN: 7;

#### **Стійкість до хвороб:**

Фузаріоз качана - 9;

Фузаріоз стебла - 8;

Летюча сажка 9;

Пухирчата сажка - 8.

Рекомендований густина (рослин/га): 80-90 тис. (достаткова вологість), 75-80 тис. (нестійка вологість).

## РОЗДІЛ 3

Смуговий обробіток ґрунту було впроваджено на загальній дослідній площі близько 21 га у фермерському господарстві "Міщенко-Агро". Одночасно з дослідженнями ефективності смугового обробітку ґрунту також вивчалися різні способи сівби, для чого були виділені дослідні ділянки, на яких кукурудзу висівали точковим і рядковим способами. Таким чином, порівняльна оцінка ефективності агротехнічних прийомів (обробіток ґрунту/способи сівби) була проведена у трьох варіантах: 1) стрічково-точкова система, 2) стрічково-щитова система та 3) обробіток ґрунту/точкова система (контроль).

Слід зазначити, що технічні роботи системи смугового обробітку ґрунту можуть виконуватися окремо або в комбінації, якщо процеси формування смуг і посіву розділені в часі. Однак в обох випадках поверхня смуги вкрита рослинними рештками, тому необхідна посівна машина, обладнана пристроєм для очищення смуги, як правило, у вигляді зірчастого диска. Основними машинами для цієї технології є смугоутворювач і сівалка. Повний комплект машин для смугової оранки та сівби показаний на рисунку 1 і використовувався в експерименті.



Рис. 1. Комплекс машин для вирощування культур за смуговим обробітком ґрунту: а – агрегат для нарізання смуг з одночасним внесенням мінеральних добрив СТА-4; б – просапна сівалка ВЕГА-8 з висівними секціями, дообладнаними блоком зірочок для роботи в умовах високого вмісту рослинних решток

Кукурудза має важливі етапи розвитку з точки зору водозабезпечення. На цій діаграмі (рис. 2) показано основні етапи органогенезу та виділено критичні стадії (КФ).

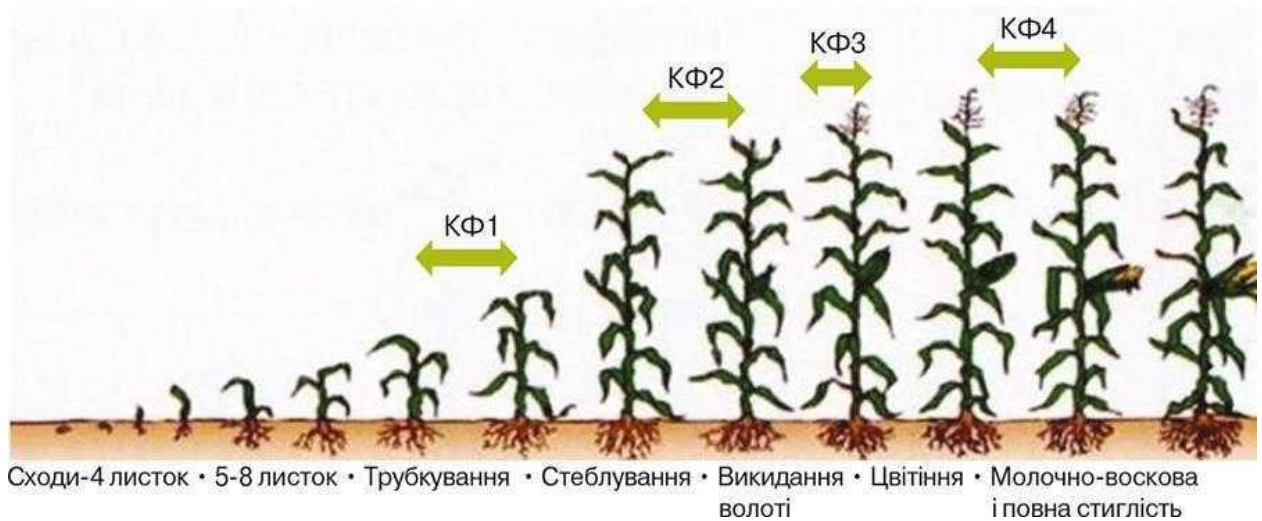


Рис. 2. Критичні періоди вологозабезпечення кукурудзи за фазами розвитку

Загалом, протягом першої половини вегетації кукурудза досить економно використовує ґрунтову вологу: від сходів до п'яти листків використовується 7-8% від загального споживання. Нестача води в період від сьомого листка до викидання волоті мало впливає на врожайність, але після тривалого періоду посухи врожайність знижується на чверть. Після цього потреба у водопостачанні рослини зростає, оскільки швидкість росту починає швидко збільшуватися. Нестача води на стадії онтогенезу (11-13 листків) (КФ1) пригнічує ріст рослин і формування качанів, що призводить до зниження врожайності.

Наступна стадія розвитку (викидання волоті, КФ2) триває 7-12 днів. У цей час завершується утворення пилку, всі суцвіття витягуються і продовжується органогенез жіночих суцвіть. За сприятливих погодних умов цвітіння настає через 5-7 днів після появи сходів з верхнього листкового дзвоника.

З початком цвітіння продуктивність листя досягає максимуму і ріст трави припиняється. До цього моменту інтенсивність росту і швидкість проходження окремих фенологічних стадій сильно залежить від суми

активних температур, кількості опадів до періоду цвітіння чоловічого суцвіття, тривалості сонячного сьйва і густоти посіву.

Індикатором сприятливих умов вирощування є швидкість росту трави. У перші 15 днів після сходів середньодобовий приріст за оптимальних умов становить 1,2-2,4 см, дещо зменшуючись протягом наступних 1-2 тижнів, потім знову поступово зростає, досягаючи максимуму за 7-10 днів до появи волоті.

Від появи волоті до молочної стиглості критичний період для кукурудзи з точки зору вологозабезпеченості (CF3) триває 30 днів. Значне використання вологи пов'язане з інтенсивним накопиченням сухої речовини, цвітінням, заплідненням і початком формування зерна. Від фази 15 листків до середини молочної стиглості кукурудза споживає 69-73% від загального водоспоживання. Нестача води в цей період, особливо в поєднанні з посухою, спричиняє в'янення рослин, передчасне висихання листя, зниження фотосинтетичної активності та пригнічення запліднення і формування зерна, що призводить до зниження врожайності.

Після цього настає період наливу та дозрівання зерна (CF4). У цей період кукурудза потребує менше води. Однак нестача вологи в період молочної стиглості призводить до передчасного припинення наливу. Верхівка качана не гранулюється або утворюються дрібні зерна. Оптимальна потреба рослин в цю пору року задовольняється 70-80% вологості шару ґрунту з корінням.

Важливим аспектом системи strip-till і відповідних агрегатів є те, що необроблені смуги виконують роль своєрідного буфера, з якого вода переноситься на оброблювану ділянку, забезпечуючи таким чином вологообмін, відновлення і нормалізацію ґрунтової біоти. Однією з умов застосування смугового обробітку ґрунту є поводження з рослинними рештками. Залишені на полі пожнивні рештки (стерня, листя, стебла, солома тощо) утворюють шар мульчі, який рівномірно розподіляється на поверхні та оптимізує температуру, вологість і біологічну активність ґрунту.

У початковий період росту і розвитку рослин важливо, щоб продуктивна волога зберігалася у верхньому 0-20 см шарі ґрунту. Недостатній запас води негативно впливає на ріст рослин і перешкоджає ефективному використанню води в глибших шарах ґрунту під час формування зерна. Для оцінки водозабезпеченості кукурудзи в критичний період вегетації було проаналізовано рівні запасів продуктивної води та вологості ґрунту в шарі 0-40 см, де зосереджена більшість коренів (рис. 3 і 4).



Рис. 3. Відбір проб на вологість ґрунту в шарах 0–40 см на обробітку Strip-till: а – не оброблена смуга; б – оброблена смуга (критичний період – фаза стеблуння)

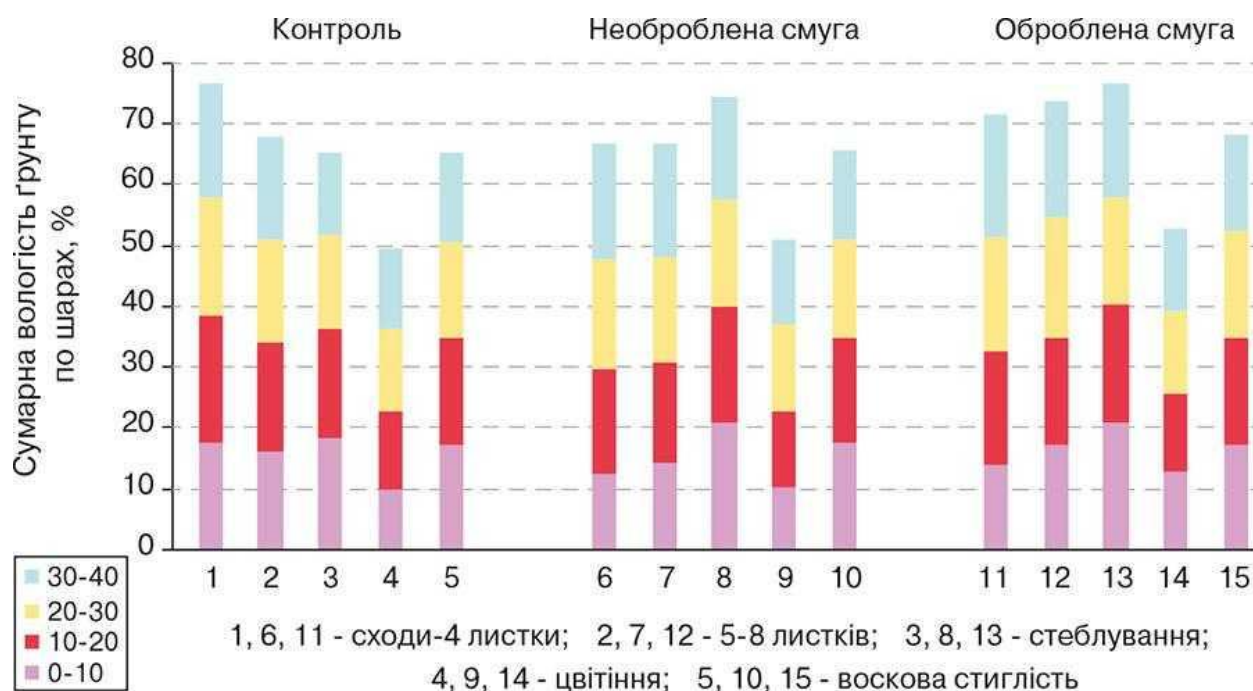


Рис. 4. Зміна вологості ґрунту в кореневмісному шарі 0–40 см за фазами вегетації кукурудзи

Оцінку водогосподарського режиму сівозміни проводили за відповідною шкалою продуктивних запасів води в ґрунті кукурудзи в різні періоди вегетації.

За смугового обробітку ґрунту з посівом кукурудзи в шарі 0-20 см (необроблена смуга, рис. 5) запаси доступної вологи становили 19,4 см, що поступалося показнику контролю і негативно впливало на подальший ріст рослин.

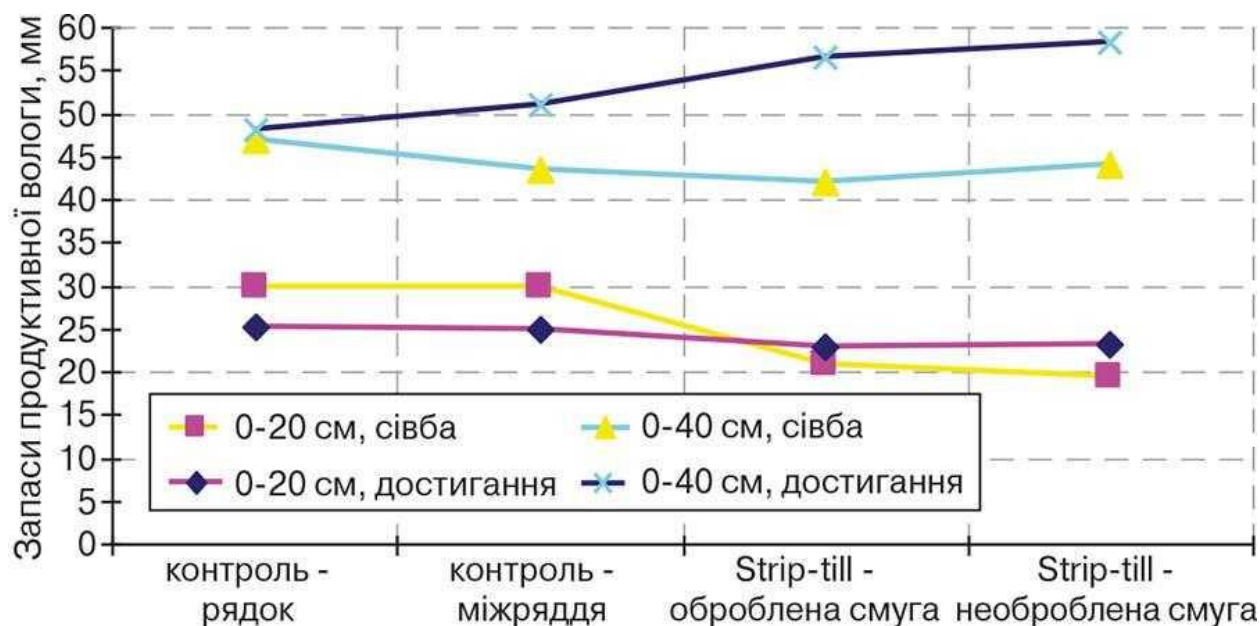


Рис. 5. Динаміка зміни запасів доступної вологи

Дані рис. 5 свідчать, що смуговий обробіток ґрунту (шар ґрунту 0-40 см) збільшував запаси продуктивної вологи на час дозрівання на 14-17% порівняно з контролем.

Динаміка зміни висоти кукурудзи залежно від водозабезпечення на різних етапах органогенезу показана на рис. 6.

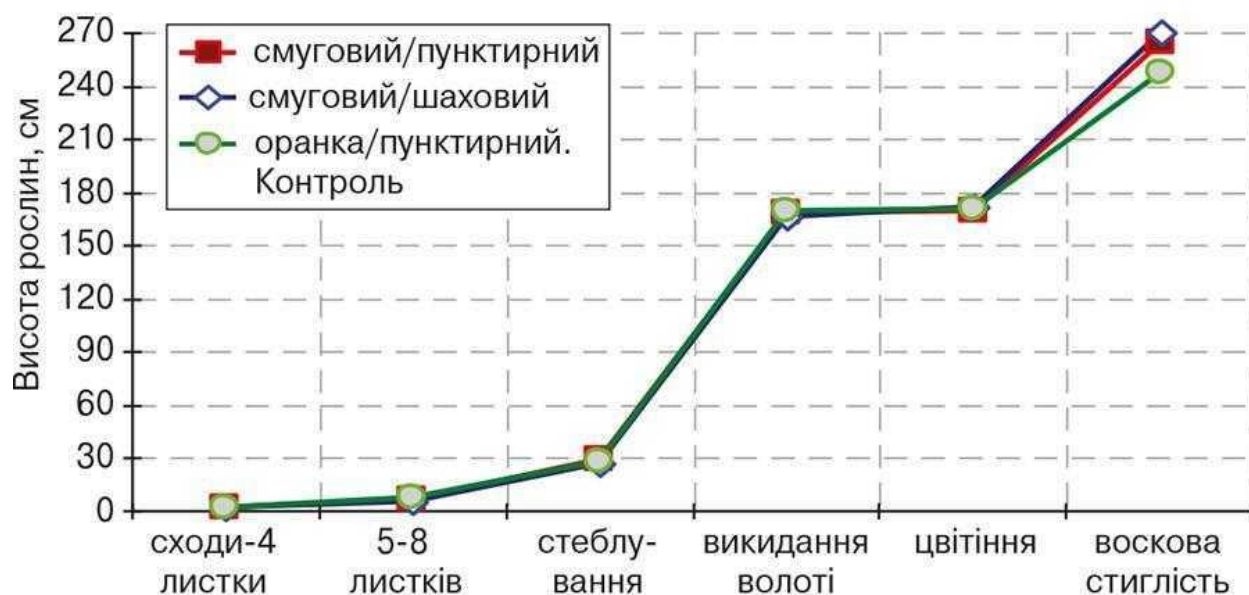


Рис. 6. Динаміка висоти рослин кукурудзи за фазами

Дослідження впливу смугового обробітку ґрунту на зернову продуктивність та біологічну врожайність культур сівозміни проводили шляхом реєстрації кінцевої густоти рослин перед збиранням врожаю та відбору зразків для визначення структури врожаю (Рис. 7).



Рис. 7. Зернова продуктивність кукурудзи (гібрид ЕХРН-002)

Аналіз структури врожаю та біологічних факторів врожайності (табл. 1) показав, що смуговий обробіток ґрунту мав кращий вміст зерна, масу

зерна на стеблі колоса та масу 1000 насінин порівняно з традиційним обробітком ґрунту.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика елементів структури біологічної  
урожайності кукурудзи

Біометричні показники та зернова продуктивність	Смуговий/пунктирний	± % ДО контролю	Смуговий/шаховий	± % ДО контролю	Оранка/пунктирний-контроль
Висота рослин, см	264,3	6,7	269,5	8,8	247,7
Висота кріплення нижнього качана	89,3	-0,7	89,5	-0,4	89,9
Кількість качанів на рослині	1	—	1	—	1
Густота стояння тис.шт /га	62	-11,4	67	-4,3	70
Маса качана, г	176,3	19,5	173,8	17,8	147,5
Довжина качана, см	21,2	7,1	21	6,1	19,8
Діаметр качана, см	43,3	4,6	43,1	4,1	41,4
Кількість рядів зерен в качані, шт	16	—	16	—	16
Кількість зерен в ряду, шт	44	22,2	40	11,1	36
Маса зерна з качана, г	156,7	19,7	153,3	17,1	130,9
Маса 1000 насінин, г	278	3,5	286,2	6,5	268,7
Вологість зерна, %	17,6		17,8		21,2
Біологічна урожайність зерна, ц/га	121,3	12	122,7	13,3	108,3
Урожайність зерна за стандартної вологості, ц/га	116,2	17,1	118,1	19	99,2

Використання смугового обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи дозволило на 40% скоротити витрати праці на оранку та сівбу, на 50%

скоротити використання палива та на 24-29% скоротити прямі витрати на оплату праці порівняно з традиційними методами (Таблиця 2).

Таблиця 2.

**Техніко-економічні показники смугового обробітку з пунктирною та шаховою сівбою**

<b>Показник</b>	<b>Одиниця вимірювання</b>	<b>Обробіток ґрунту Strip-till з одночасним внесенням добрив (пунктирна сівба): МТЗ-1025 + СТА-4; МТЗ-892 + ВЕГА-8</b>	<b>Обробіток ґрунту Strip-till з одночасним внесенням добрив (шахова сівба): МТЗ-1025 + СТА-4; МТЗ-892 + ВЕГА-8 з блоком для шахової сівбитміи TWIN ROW КОМ</b>	<b>Поверхнєве розкидання добрив, оранка, передпосівний обробіток (пунктирна сівба): МТЗ-82 + АХІЗ-30; МТЗ-1025 + ПОН-3; МТЗ-80 + ДЛ-2,5; МТЗ-892 + ВЕГА-8</b>
<b>Затрати праці</b>	люд,-год (%)	1,03 (39%)	1,05 (38%)	1,70 (100%)
<b>Витрати пального</b>	л/га (%)	16,5 (51%)	17,0 (49%)	33,6 (100%)
<b>Прямі експлуатаційні витрати</b>	грн/га	1023	1098	1448
<b>Економічний ефект експлуатаційних витрат порівняно із традиційними</b>	грн/га (%)	425 (29%)	350 (24%)	1448 (100%)
<b>Економія паливомастильних матеріалів</b>	л/га (%)	17,1 (51%)	16,6 (50%)	33.6 (100%)

**Пропозиції виробництво.**

На основі отриманих результатів рекомендуємо об'єктам господарювання вирощувати кукурудзу на зерно технологією Strip-till що дозволить зберегти продуктивну вологу в ґрунті, зменшити економічні затрати на вирощування культури, та зменшувати ерозію ґрунту

## 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\_sytems/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**