

Використання сучасних технологій обробітку ґрунту для підвищення якості кукурудзи

Antonina Drobitko

Doctor of Agriculture, Professor
Mykolaiv National Agrarian University
54008, 9 Georgiy Gongadze Str., Mykolaiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6492-4558>

Tetiana Kachanova

PhD in Agriculture, Associate Professor
Mykolaiv National Agrarian University
54008, 9 Georgiy Gongadze Str., Mykolaiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0032-3996>

Nataliia Markova

PhD in Agriculture, Associate Professor
Mykolaiv National Agrarian University
54008, 9 Georgiy Gongadze Str., Mykolaiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-6169-6978>

Vira Malkina

Doctor of Technical Sciences, Professor
Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University
69063, 66 Zhukovskiy Str., Zaporizhzhia, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2076-2032>

Антоніна Вікторівна Дробітько

Доктор сільськогосподарських наук, професор
Миколаївський національний аграрний університет
54008, вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6492-4558>

Тетяна Володимирівна Качанова

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Миколаївський національний аграрний університет
54008, вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-0032-3996>

Наталія Валентинівна Маркова

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Миколаївський національний аграрний університет
54008, вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-6169-6978>

Віра Михайлівна Малкіна

Доктор технічних наук, професор
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
69063, вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2076-2032>

Анотація. Дослідження розвитку стійких та продуктивних методів вирощування кукурудзи стає актуальним завданням у зв'язку із зростаючим попитом на продовольчі ресурси та необхідністю оптимізації агротехнічних процесів. Мета дослідження – провести порівняльний аналіз вирощування кукурудзи за різних способів обробітку ґрунту. Для досягнення цієї мети було закладено польовий дослід, здійснено фенологічні спостереження за розвитком рослин кукурудзи та вивчено якісні показники зерна. Отримані результати аналізу врожайності кукурудзи свідчать, що за проведення оранки на глибину 30 см формується найбільша врожайність кукурудзи – 91,6 ц/га, а за дискування ґрунту на глибину 15 см встановлено найменшу урожайність – 80,6 ц/га. За результатами дослідження доведено, що спосіб обробітку ґрунту впливає на показники якості зерна, зокрема: вміст сирової клітковини, крохмалю, протеїну та сирого жиру. Так, за оранки на глибину 30 см вміст крохмалю в зерні становив 70,9%, сирової клітковини – 2,12%, протеїну – 10,2%, а сирого жиру – 4,225%. Виконаний кореляційно-регресійний аналіз довів, що коефіцієнт детермінації (R^2) для обробітку ґрунту становить близько 0.90, це означає, що модель точно описує наявні дані, а для показників якості зерна R^2 перебуває в діапазоні 0,66-0,99, що також характеризує наявний сильний зв'язок між досліджуваними факторами. Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає в тому, що вони можуть слугувати основою для оптимізації агротехнічних процесів вирощування кукурудзи з метою збільшення врожайності та покращення якості зерна.

Ключові слова: врожайність, хімічний склад зерна, оранка, морфолого-біометричні показники, агротехнічні рішення, сільське господарство.

Вступ

Сучасне сільське господарство неупинно розвивається, опираючись на передові технології для досягнення високої продуктивності та якості врожаю. Однією з ключових культур, яка важлива для забезпечення продовольства та виробництва кормів, є кукурудза. Зростаюча потреба в цій культурі покладає великий тиск на сільськогосподарські системи, вимагаючи вдосконалення методів обробітку ґрунту для максимізації якості та кількості вирощеної кукурудзи (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН, 2023, Korchak *et al.* 2022).

В. Думич (2023) вказує, що однією з ключових проблем аграріїв, є необхідність забезпечення врожаю високої якості, щоб відповідати потребам населення. Застосування сучасних технологій обробітку ґрунту дозволяє оптимізувати процеси посіву, поливу та догляду за культурами, зменшуючи витрати ресурсів та збільшуючи ефективність виробництва. Конкурентоспроможність українського сільськогосподарського виробництва тісно пов'язана з впровадженням інноваційних підходів та використанням передових технологій.

На думку Ю.В. Мащенко та І.М. Соколовської (2023), використання точного землеробства забезпечує можливість індивідуалізації підходів до обробітку ґрунту, враховуючи його властивості та потреби конкретної ділянки. Сучасні системи моніторингу та автоматизації дозволяють фермерам отримувати точні дані щодо стану ґрунту та рослин, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень з покращення урожайності та якості вирощених культур.

В. М. Кабанець і М. Г. Собко (2023) також підкреслюють, що альтернативні системи обробітку, такі як безполіцевий чи мінімальний обробіток, іноді можуть сприяти вищій врожайності порівняно з традиційними методами, зокрема поліцевим обробітком, залежно від типу ґрунту. Дослідження авторів також вказують на вплив різних систем обробітку ґрунту на якість зерна кукурудзи, включаючи розмір та вміст поживних речовин.

Поряд із цим, екологічні аспекти стають все більш важливими в агропромисловому секторі. Використання сучасних технологій дозволяє зменшити вплив сільськогосподарських процесів на довкілля, зберігаючи природні ресурси та знижуючи ризик забруднення ґрунту та водою. У цьому контексті П.В. Лиховид і В.О. Шарій (20123) акцентують увагу на складності

та контекстуальності питань, пов'язаних із вирощуванням кукурудзи. Тому, важливо враховувати специфіку умов місцевості та конкретних агротехнічних факторів при виборі оптимальної системи обробітку ґрунту для досягнення найкращих результатів.

І.М. Масик (2021) зазначає, що вдосконалення технологій обробітку ґрунту в аграрному секторі є важливим напрямом для досягнення не тільки економічної стабільності, але й сталого розвитку, забезпечуючи продовольчу безпеку та враховуючи вимоги екологічної стійкості. У цьому контексті використання сучасних технологій обробітку ґрунту для підвищення якості кукурудзи виявляється необхідним елементом стратегії сталого розвитку аграрного сектору та забезпечення потреб сучасного суспільства.

Незважаючи на наявність достатньої кількості наукових результатів, вивчення сучасних технологій обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи є важливим напрямком досліджень, адже існують аспекти, які досі залишаються недослідженими та вимагають подальшого уточнення. Серед них – специфічні властивості різних типів ґрунтів, ефективність технологій у випадку екстремальних погодних умов, екологічний вплив використання технологій та їхній вплив на якість та безпеку харчових продуктів. Детальне дослідження цих аспектів є ключовим для розробки більш повних та сталих підходів до вирощування кукурудзи. Такий комплексний підхід сприятиме сталому розвитку сільськогосподарського сектору та забезпеченню продовольчої безпеки в умовах сучасних викликів.

Таким чином, недостатня увага до технологій обробітку ґрунту та вирощування кукурудзи може викликати серйозні проблеми у сільському господарстві. Це включає негативний вплив на екосистему, можливі втрати врожаю та забруднення продукції, неефективне використання ресурсів, забруднення довкілля хімічними речовинами та відсутність інновацій. Розв'язання цих проблем вимагає глибокого наукового та технологічного дослідження, а також впровадження ефективних підходів до сільськогосподарського виробництва. Тому в умовах сучасного аграрного сектору значної актуальності набуває дослідження спрямоване на вдосконалення технологій обробітку ґрунту, які сприяють підвищенню ефективності вирощування високоякісного зерна кукурудзи.

Мета дослідження полягала у здійсненні порівняльного аналізу вирощування кукурудзи на зерно за різних методів обробітку ґрунту на території західного Лісостепу України.

Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання: визначити, як обрані методи обробітку ґрунту впливають на врожайність кукурудзи та провести оцінку впливу різних способів обробітку ґрунту на якісні показники зерна: вміст сирової клітковини, крохмалю, протеїну і сирового жиру.

Матеріали і методи

Для визначення продуктивності та якості зерна кукурудзи впродовж 2021-2023 рр. було закладено польовий дослід із виконанням фенологічних, лабораторних та польових спостережень за ростом та розвитком рослин культури, що вирощувались за різних умов обробітку ґрунту в умовах західного Лісостепу України.

Дослідження проведено на дерново-підзолистому легкосуглинковому ґрунті. Кількість гумусу у даному типі ґрунту варіюється від 1,0% до 1,4%, гумус фульватного типу. Реакція ґрунтового розчину є кислою: рН КСІ коливається від 4,6 до 6,1, гідролітична кислотність становить 1,7-2,9 мг-екв/100 г ґрунту. Запаси поживних речовин є дуже низькими: вміст азоту становить від 0,06% до 0,09%, фосфору – від 0,05% до 0,09%, калію – від 1,0% до 1,5%. Також проявляється низький вміст мікроелементів.

Для проведення досліджень закладено ділянки варіантів з різними системами обробітку ґрунту: варіант 1 – оранка на глибину 30 см, варіант 2 – чизельний обробіток ґрунту на глибину 45 см, варіант 3 – дискування ґрунту на глибину 15 см. Повторність дослідів триразова, загальний розмір ділянки становив 350 м², площа облікової ділянки – 100 м². Попередником кукурудзи у досліді була соя.

Посів кукурудзи виконано при прогріванні верхнього (0-10 см) ґрунтового шару до температури 10-12 градусів Цельсія. Оптимальна глибина загортання насіння становила 6-8

см, щільність рослин – 60 тис./га, норма висіву – 20-25 кг/га, ширина міжрядь становила 70 см. У дослідях висівали насіннєвий матеріал середньораннього гібриду кукурудзи Феномен (ФАО 220) компанії Syngenta. Важливо зазначити, що під основний обробіток ґрунту також вносили мінеральне добриво – діамоній фосфат $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ нормою 140 кг/га.

Дані параметрів росту кукурудзи, таких як висота рослини, висота кріплення качана та кількість листків, визначали безпосередньо на полі під час періодичних фенологічних спостережень. Довжину качана та масу 1000 зерен отримували безпосередньо при збиранні вимірюванням та зважуванням. Показники якості зерна, зокрема вміст у зерні сирової клітковини, крохмалю, протеїну і сирого жиру визначали рефрактометричним методом з допомогою рефрактометра Atago PAL-3 (Японія). Розрахунок урожайності кукурудзи проводили вручну, з кожної ділянки окремо. Точні вимірювання та записи проводилися з урахуванням усіх необхідних протоколів та методологій, щоб забезпечити достовірність даних (ДСТУ 4525:2006, ДСТУ. 46.045.2003).

Крім того, під час аналізу даних було проведено кореляційно-регресійний аналіз впливу обробітку ґрунту на врожайність та якість зерна кукурудзи.

Обробку отриманих результатів проводили для визначення їхньої достовірності, використовуючи багатофакторний метод дисперсійного аналізу MANOVA. Для цього використовували програмне забезпечення Microsoft Excel та пакет програм Statistica 10. Визначення різниць між отриманими результатами проводилося на рівні значимості $P \leq 0,05$, використовуючи критерій Стюдента.

Результати

Морфолого-біометричні показники рослин кукурудзи, такі як висота рослин, висота кріплення качана, кількість листків, кількість качанів на 100 рослин та довжина качана, відіграють важливу роль у визначенні фізіологічної структури та розмірів рослин. Ці показники є ключовими для оцінки росту та продуктивності культури кукурудзи.

Використання сучасних технологій обробітку ґрунту може суттєво впливати на ці параметри. Наприклад, оптимальний метод обробітку може забезпечити кращу доступність поживних речовин, води та повітря до рослин, що сприяє їхньому більш активному росту та розвитку. Згідно отриманих результатів, оцінка морфолого-біометричних показників вказує на те, що оранка на глибину 30 см призводить до найвищих значень більшості параметрів. Зокрема, висота рослин за даного обробітку становила 281 см, що на 8 см і 18 см, відповідно, більше, ніж у варіантах чизельного обробітку ґрунту та дискування.

Важливим показником розвитку кукурудзи є кількість листків, адже визначає здатність рослини до фотосинтезу та ефективність використання світлового енергетичного потенціалу. Чим більше листків на рослині, тим більше поверхні для фотосинтезу, що сприяє збільшенню синтезу органічних речовин та накопиченню енергії.

Сучасні технології обробітку ґрунту можуть впливати на кількість листків шляхом покращення структури ґрунту, забезпечення доступу рослин до поживних речовин і оптимізації умов для росту. Забезпечення оптимального кількісно-якісного росту листя важливо для максимізації фотосинтезу, а отже, і для забезпечення високої якості та врожайності кукурудзи. Крім того, кількість листків може слугувати індикатором загального здоров'я рослини та її адаптації до середовища. Відповідне використання сучасних технологій обробітку ґрунту забезпечує створення сприятливих умов для росту кукурудзи та може впливати на її фізіологічний стан, включаючи кількість та якість листя.

У виконаному дослідженні найбільша кількість листків – 15,4 шт сформувалась за оранки на глибину 30 см, при чизельному обробітку ґрунту на глибину 45 см кількість листків теж була на оптимальному рівні і становила 14,7 шт. Це свідчить про позитивний вплив глибокого обробітку ґрунту на розвиток рослин. Варто зазначити, що у зонах із меншою кількістю опадів, глибший обробіток може сприяти збереженню вологи та зменшенню ризику висихання рослин. У вологих зонах, де забезпечення водостійкості може бути проблемою, більш мілкий обробіток може бути доцільним.

Кількість качанів та їх якість є ключовими факторами для врожайності та якості кукурудзи. Зазвичай, більша кількість качанів на рослині сприяє збільшенню загальної кількості зерна на полі. Однак важливо враховувати, що для досягнення максимальної врожайності потрібно забезпечити достатнє живлення та оптимальні умови для кожного качана. Збільшення кількості качанів на рослині може вважатися однією зі стратегій, спрямованих на зменшення впливу стресових умов, таких як посуха чи інші аномальні погодні умови. Оптимальна кількість качанів на рослині може сприяти більш рівномірному розподілу поживних речовин. Це може призвести до збільшення розміру, маси качана та його зерна. Кількість качанів також може впливати на якість зерна, його форму, колір, структуру та хімічний склад. Однак важливо зберігати баланс між кількістю та якістю, оскільки надмірна густота качанів може також призвести до меншого розміру кожного качана та його зерна. Враховуючи ці аспекти, оптимальне керування кількістю качанів може допомогти досягти бажаного балансу між врожайністю та якістю зерна кукурудзи. Ретельний моніторинг та підтримка оптимальних умов для росту є ключовими для досягнення максимального ефекту.

Згідно отриманих даних, найбільша кількість качанів на 100 рослин, сформувалась за оранки на глибину 30 см та чизельного обробітку ґрунту на глибину 45 см, і становила 106 та 104 шт., відповідно. Довжина качана теж була найбільша за оранки і становила – 24 см (Табл.1).

Таблиця 1. Морфолого-біометричні показники рослин кукурудзи (середнє за 2021-2023 рр.)

Спосіб обробітку ґрунту	Висота рослин, см	Висота кріплення качана, см	Кількість листків, шт	Кількість качанів на 100 рослин, шт	Довжина качана, см
оранка на глибину 30 см	281	96,4	15,4	106	24,0
чизельний обробіток ґрунту на глибину 45 см	273	95,9	14,7	104	23,6
дискування ґрунту на глибину 15 см	262	93,7	13,6	103	23,2

Джерело: розроблено авторами

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що вибір способу обробітку ґрунту має важливий вплив на розвиток та характеристики кукурудзи. Оранка на глибину 30 см виявилась найбільш ефективною серед розглянутих способів.

Показники зернової продуктивності, такі як вихід зерна, маса зерна та маса 1000 зерен, визначають ефективність вирощування кукурудзи та якість її зерна. Вихід зерна вказує на частку корисної продукції у загальній масі колоса, а маса зерна з одного качана та маса 1000 зерен визначаються генетичними та агротехнічними факторами.

Оцінка показників зернової продуктивності вказує на те, що оранка на глибину 30 см показує найвищий вихід зерна (83,7%) та найбільшу масу зерна з одного качана (82,0 г). Цей метод обробітку також відзначається найбільшою масою 1000 зерен – 290 г. У порівнянні з оранкою на глибину 30 см, дискування ґрунту на глибину 15 см показало менші показники зернової продуктивності. Вихід зерна склав 82,8%, маса зерна на один качан – 78,0 г, а маса 1000 зерен – 94,0 г (Табл.2).

Таблиця 2. Показники зернової продуктивності кукурудзи (середнє за 2021-2023 рр.)

Спосіб обробітку ґрунту	Вихід зерна,	Маса зерна, г	
-------------------------	--------------	---------------	--

	%	з одного качана	з однієї рослини	Маса 1000 зерен, г
оранка на глибину 30 см	83,7	82,0	113,0	290
чизельний обробіток ґрунту на глибину 45 см	83,0	79,0	100,0	285
дискування ґрунту на глибину 15 см	82,8	78,0	94,0	273

Джерело: розроблено авторами

З огляду на результати аналізу урожайності кукурудзи впродовж трьох років, можна визначити, що оранка на глибину 30 см – найбільш продуктивна технологія, яка забезпечила 91,6 ц/га врожаю. Використання цього способу дозволило досягти стабільних та високих показників врожайності культури. Найменш ефективним в даному випадку було дискування ґрунту на глибину 15 см, за даного способу обробітку ґрунту встановлено найменшу урожайність – 80,6 ц/га та деяку нестабільність результатів у порівнянні з іншими методами обробітку ґрунту. Таким чином, вибір оптимального способу обробітку ґрунту має важливе значення для досягнення успішного вирощування кукурудзи (Табл.3).

Таблиця 3. Урожайність кукурудзи, ц/га

Спосіб обробітку ґрунту	Рік			Середнє за 2021-2023 рр.
	2021	2022	2023	
оранка на глибину 30 см	91,9	91,3	91,5	91,6
чизельний обробіток ґрунту на глибину 45 см	89,1	89,2	89,3	89,2
дискування ґрунту на глибину 15 см	80,5	80,4	80,9	80,6
<i>НІР_{0,05}</i>	2,25	1,98	2,19	2,06

Джерело: розроблено авторами

Використання сучасних технологій обробітку ґрунту може значно покращити вирощування кукурудзи і підвищити якість зерна. Важливим показником якості зерна кукурудзи є вміст крохмалю, особливо в контексті його використання в переробці на паливо. Протягом років досліджень встановлено, що вміст крохмалю у зерні складав в середньому 64.3-70.9%. Максимальний вміст крохмалю в зерні (70,9%) був за оранки на глибину 30 см.

У контексті основних способів обробітку ґрунту, чизельний обробіток на глибину 45 см та особливо дискування ґрунту на глибину 15 см, вказують на зниження вмісту протеїну та сирого жиру порівняно з вирощуванням з використанням оранки. Водночас, вплив цих способів на вміст клітковини у зерні не виявлено (Табл. 4).

Отже, використання сучасних методів обробітку ґрунту, зокрема оранки, може впливати на якість зерна кукурудзи, забезпечуючи оптимальний вміст крохмалю та інших хімічних складових. Згідно результатів дослідження, практично по всіх розглянутих параметрах – вмісту сирі клітковини, крохмалю, протеїну та сирого жиру – оранка на глибину 30 см демонструє найвищі значення серед розглянутих методів обробітку ґрунту. Такі показники характеризують високу якість та поживність культури, що може бути важливим фактором для виробників кормів, харчової промисловості та інших галузей, що використовують кукурудзу в своїй діяльності.

Таблиця 4. Хімічний склад зерна кукурудзи в залежності від методу обробітку ґрунту, % (середнє за 2022-2023 рр.)

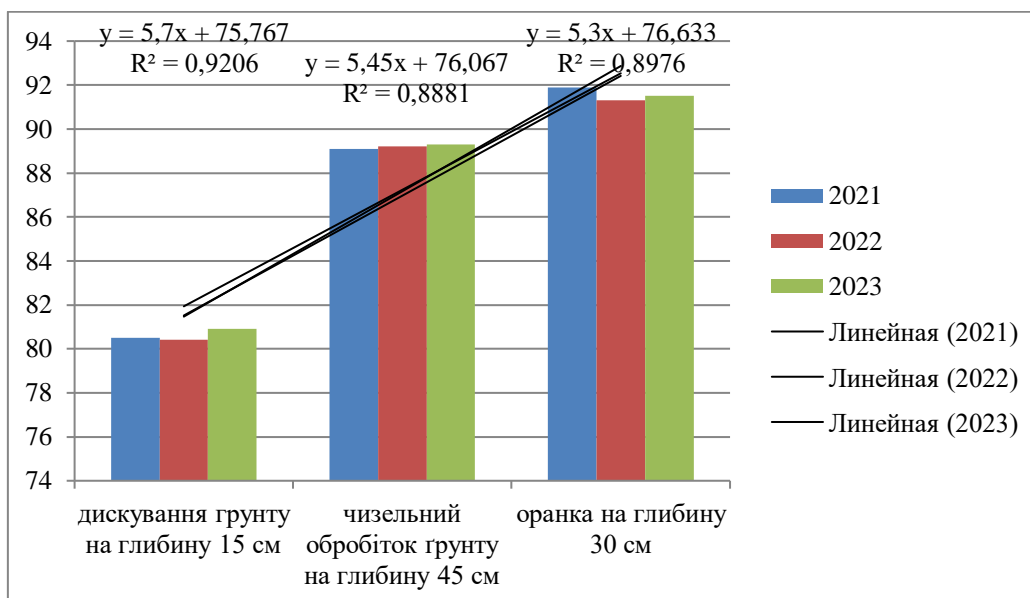
Спосіб обробітку ґрунту	Вміст у зерні, %			
	сирої клітковини	крохмалю	протеїну (білку)	сирого жиру
оранка на глибину 30 см	2,12	70,9	10,2	4,22
чизельний обробіток ґрунту на глибину 45 см	2,10	69,0	9,8	4,18
дискування ґрунту на глибину 15 см	2,09	64,3	9,3	3,53

Джерело: розроблено авторами

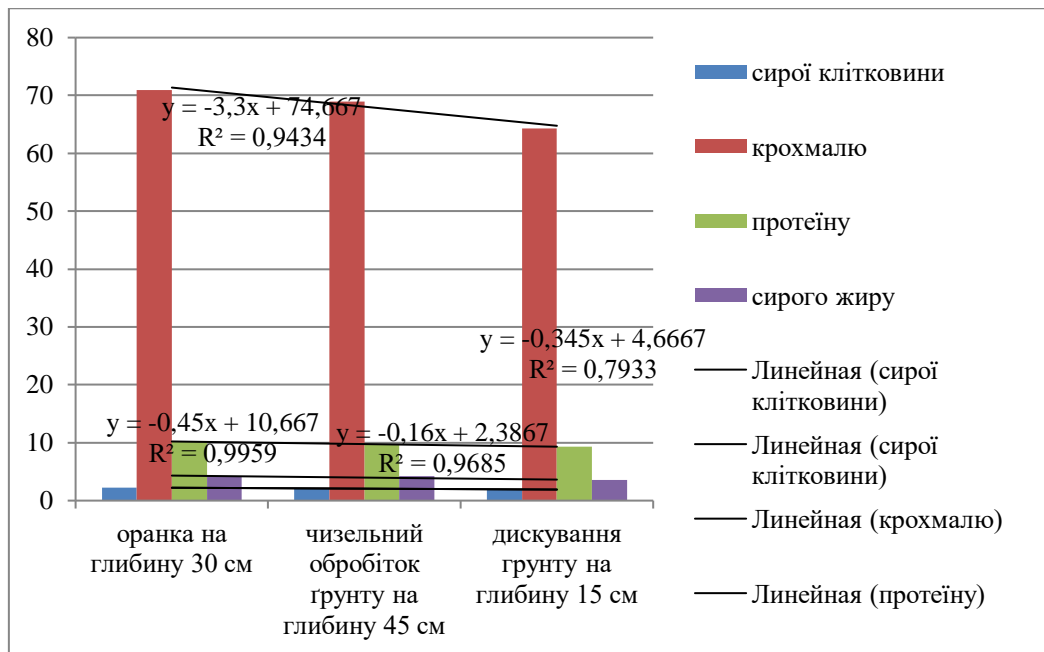
Таким чином, спосіб обробітку ґрунту впливає на морфолого-біометричні показники, показники зернової продуктивності та урожайність кукурудзи. Це підкреслює важливість вибору оптимального методу для досягнення бажаних результатів у вирощуванні цієї культури.

Проте, з метою перевірки достовірності отриманих результатів, був проведений кореляційно-регресійний аналіз. Цей високоефективний статистичний метод використовується для виявлення зв'язків між різними змінними. У рамках виконаного дослідження кореляційно-регресійний аналіз використано для визначення взаємозв'язку між способом обробітку ґрунту та врожайністю, а також між способом обробітку ґрунту та якістю зерна кукурудзи. Цей аналітичний підхід дозволяє з'ясувати, наскільки суттєво впливають вибрані методи обробітку на рівень врожайності та якість культури.

Згідно проведеного кореляційно-регресійного аналізу, величина достовірності для 2021 р. становила $R = 0.9206$, для 2022 р. – $R = 0.8881$, а 2023 р. – $R = 0.8976$, це означає, що модель точно описує наявні дані. Для показників якості зерна коефіцієнт детермінації (R^2) перебуває в діапазоні 0,66-0,99, що також свідчить про наявний сильний зв'язок між факторами (Рис. 1).



а)



б)

Джерело: розроблено авторами

Рисунок 1. Кореляційно-регресійний аналіз впливу способу обробітки ґрунту на врожайність (а) та якість (б) кукурудзи (середнє за 2021-2023 рр.).

Результати дослідження вирощування кукурудзи та впливу методів обробітки ґрунту вказують на важливі аспекти в аграрній практиці. Оранка на глибину 30 см виокремлюється як оптимальний спосіб, забезпечуючи високу врожайність та якість зерна. Цей підхід не лише сприяє більшій врожайності зерна кукурудзи, але також покращує його хімічний склад, зокрема високий вміст крохмалю, що є ключовим у контексті використання для виробництва палива.

З іншого боку, чизельний обробіток та дискування виявилися менш ефективними, що призвело до меншої кількості зерна та нижчої якості з точки зору хімічного складу. Такий ґрунтовний аналіз методів обробітки ґрунту за показниками зернової продуктивності та якості забезпечує агрономам та фермерам засади для обґрунтованого вибору оптимальної технології вирощування кукурудзи залежно від конкретних умов та цілей виробництва.

Узагальнюючи представлені дані, важливо визначити, що вирощування кукурудзи є складним процесом, що вимагає уваги до різних аспектів, зокрема до способу обробітки ґрунту. На основі наведених даних можна рекомендувати використання оранки на глибину 30 см як оптимального методу обробітки ґрунту для досягнення максимальної врожайності та якості зерна кукурудзи у західному Лісостепу України.

Обговорення

Український аграрний сектор відіграє ключову роль у вирощуванні рослинної харчової продукції. Завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам, обширній земельній площі та багатолітнім традиціям сільського господарства, Україна активно розвиває вирощування різноманітних культур, включаючи кукурудзу, обсяг площі під якою постійно збільшується. Проте, перед сільськогосподарським виробництвом стоять серйозні виклики, зокрема, зміна клімату, ефективність та екологічність вирощування, розв'язання яких є необхідним для забезпечення сталого розвитку вирощування рослинної харчової продукції в Україні (Державна служба статистики України, 2023, Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2023).

Схожу думку також висловлюють І. Irtyshcheva (2023) та співавтори, які стверджують, що сучасні тенденції у вирощуванні рослинної харчової продукції в Україні свідчать про

необхідність інтеграції новітніх технологій, дотримання екологічних стандартів та адаптації до глобальних викликів. Важливими аспектами є забезпечення якості продуктів, ефективне використання ресурсів та створення сталого аграрного сектору, що відповідає вимогам сучасного споживача та враховує екологічні аспекти.

У зв'язку зі стрімким розвитком сучасних технологій обробітку ґрунту, особливо в аграрному секторі, стає очевидним, що вибір оптимального методу може суттєво впливати на врожайність та якість будь-якої культури, в тому числі й кукурудзи. Дослідження, проведені вченими та отримані власні результати також розкривають важливі аспекти впливу різних способів обробітку ґрунту на вирощування кукурудзи та її якість. Зокрема, дослідження Y. Wang (2021) вказують на те, що глибина обробітку може впливати на розвиток кореневої системи кукурудзи. Поглиблені методи обробітку ґрунту можуть стимулювати розвиток коренів рослин, що сприяє їх проникненню у глибші шари ґрунту та кращому забезпеченню рослини водою та поживними речовинами.

M. Korchak (2020) наголошує, що вибір способу обробітку ґрунту відіграє ключову роль у вирощуванні кукурудзи та досягненні оптимальних результатів урожайності та якості продукції. Інтеграція інноваційних методів, які враховують сучасні вимоги та стандарти у сільському господарстві, може допомогти досягти більш ефективних та стійких результатів у вирощуванні культури. Це дослідження визначає важливість вибору оптимальних агротехнічних методів для досягнення успішних результатів у сільському господарстві.

На думку G.P. Kovács (2023), належний обробіток ґрунту сприяє поліпшенню його структури та забезпечує доступність поживних речовин для рослин. Це може мати позитивний вплив на розвиток кукурудзи, оскільки забезпечує важливі умови для її росту та формування якісного врожаю. Крім того, за словами A. Kundu (2024), ефективний обробіток створює оптимальні умови для росту вегетативної маси та коренів рослин. Це є ключовим аспектом в підтриманні стійкості рослин до стресових умов, а здорова та добре розвинена коренева система допомагає рослинам краще адаптуватися до змін у навколишньому середовищі та забезпечує їхню оптимальну фізіологію, що також продемонстровано у виконаному дослідженні.

J. Li та Q. Lin (2023) додають, що використання сучасних технологій обробітку ґрунту може сприяти збільшенню водопроникності ґрунту та регулюванню його вологості, що важливо для росту кукурудзи в різних кліматичних умовах. Ці дослідження підтверджують, що правильний вибір способів обробітку ґрунту є ключовим фактором для оптимізації умов вирощування культури та максимізації її потенціалу. Враховуючи різноманіття агротехнічних методів і технологій, важливо вибирати ті, що відповідають конкретним умовам господарювання та сприяють підвищенню урожайності та якості продукції. Такий підхід враховує індивідуальні особливості ґрунтів, кліматичні умови та інші фактори, що можуть впливати на вирощування конкретних сільськогосподарських культур.

Дослідження M. Vandyk (2023) концентруються на біологічній активності ґрунту, яка може варіюватися залежно від способу обробітку. Загальний підхід полягає в тому, щоб збалансовано використовувати сільськогосподарські практики, які сприяють розвитку корисної біоти та збереженню ґрунтової структури, щоб підтримувати врожайність та екологічну стійкість.

T. Sullivan (2023) зазначає, що деякі способи обробітку можуть впливати на обмеження поширення бур'янів та розвиток шкідників. Наприклад, глибока оранка може бути ефективним методом контролю за бур'янами, порівняно з іншими способами. Адаже глибоке обертання скиби ґрунту може допомогти пріорювати бур'яни на велику глибину, знижуючи їхню можливість прорости та конкурувати із сільськогосподарськими культурами.

Ще одне підтвердження проведеного дослідження, можна знайти у твердженнях інших вчених, які досліджували вплив різних методів обробітку ґрунту на вирощування кукурудзи. Зокрема, R.K. Adhikari (2023) та J.D. Clark (2021) вказують на значущий вплив оранки на глибину орного шару ґрунту на зернову продуктивність та якість кукурудзи. Подібно до

отриманих результатів, вони підтверджують, що такий метод обробітку сприяє високому виходу зерна, значній масі зерна з одного качана та великій масі 1000 зерен.

Також проведене дослідження співпадає з думкою H.S. El-Beltagi (2022) та M.N. Harish (2022), які висловлюють ідеї про важливість сучасних технологій обробітку ґрунту для підвищення якості та врожайності кукурудзи. Результати вказують на те, що традиційні методи, зокрема полицева оранка на глибину 30 см, виявляються оптимальними для досягнення найвищих показників зернової продуктивності.

Вказані тези підкреслюють важливість правильного обробітку ґрунту для досягнення оптимальних результатів у сільському господарстві, зокрема в контексті вирощування кукурудзи. Оптимізований обробіток може покращити не лише структуру ґрунту, але й забезпечити сприятливі умови для росту та розвитку рослин, підвищуючи їхню стійкість до стресів та сприяючи приросту врожайності (Auzins *et al.* 2023, Тараненко *et al.* 2019).

Крім того, урахувавши дослідження вчених, таких як I.M. Коваленко та I.M. Масик (2018), можна стверджувати, що інноваційні підходи до обробітку ґрунту та використання сучасних технологій також можуть мати значущий вплив на вирощування кукурудзи. Їхні погляди на важливість розвитку стійких до стресів сортів і гібридів та використання систем точного землеробства підкреслюють потребу у розширенні арсеналу методів для досягнення оптимальних результатів.

У підтвердження цього, на думку W. Hassan (2022), можна вказати на важливості інтеграції різних підходів до обробітку ґрунту в контексті вирощування кукурудзи. Автор наголошує на важливості урахування індивідуальних особливостей ґрунту та його структури при виборі способу обробітку. Він також підкреслює, що використання сучасних технологій, таких як системи точного землеробства та моніторингу, може допомогти оптимізувати процес вирощування кукурудзи та підвищити його продуктивність.

Таким чином, враховуючи думку вчених та науковців можна зазначити, що вдосконалення методів обробітку ґрунту та впровадження сучасних технологій у сільське господарство може сприяти не лише підвищенню врожайності, але й створенню стійкого та ефективного середовища для вирощування кукурудзи (Halko *et al.* 2023, Wang & Hu, 2021).

Обговорюючи отримані під час дослідження результати, важливо враховувати комплексний підхід до вирощування кукурудзи та обробітку ґрунту, забезпечуючи збалансований вплив на рослину, ґрунт та навколишнє середовище. Багато з цих висновків сумісні із загальними тенденціями у сільському господарстві та підкреслюють важливість правильного вибору технологій для оптимізації урожайності та якості зерна кукурудзи. Такі результати від різних науковців надають підтвердження висновкам виконаного дослідження.

Таким чином, підсумовуючи вищесказане, можна стверджувати, що вибір оптимального способу обробітку ґрунту стає ключовим аспектом для досягнення найкращих результатів при вирощуванні кукурудзи, що має практичне значення для агрономів та фермерів у підвищенні продуктивності та якості цієї важливої культури.

Висновки

Здійснення оптимального обробітку ґрунту є ключовим елементом в сучасному сільському господарстві, зокрема при вирощуванні кукурудзи. Отримані результати дослідження вказують на визначальний вплив обробітку ґрунту на розвиток та врожайність кукурудзи. Оптимізація умов для фотосинтезу, водопостачання та забезпечення поживних речовин рослинами є ключовими аспектами, які можуть бути досягнуті вибором відповідного способу обробітку ґрунту. Оранка на глибину 30 см виявилася найбільш сприятливою для формування оптимальної кількості листків – 15,4 шт. та кількості качанів на 100 рослин – 106 шт., що визначає загальний успіх вирощування кукурудзи.

Результати аналізу вирощування кукурудзи вказують на те, що врожайність зростає при застосуванні оранки на глибину 30 см, досягаючи максимального значення – 91,6 ц/га, у порівнянні з менш ефективним методом дискування ґрунту на глибину 15 см, де врожайність становить лише 80,6 ц/га. Дослідження також підтверджує вплив способу обробітку ґрунту на

якісні характеристики зерна. Так, у зерні, отриманому за допомогою оранки на глибину 30 см, виявлено вміст крохмалю на рівні 70,9%, вміст сирової клітковини – 2,12%, значення протеїну на рівні 10,2% та сирого жиру – 4,22%. Такі результати підкреслюють важливість вибору оптимального методу обробітку ґрунту для досягнення не лише високої врожайності, але й покращення якості зерна. Кореляційно-регресійний аналіз підтверджує суттєвий взаємозв'язок між способами обробітку ґрунту, врожайністю та якістю кукурудзи. Модель, використана для аналізу, точно відображає наявні дані, що підкреслює достовірність результатів.

Таким чином, для досягнення максимальної врожайності та якості зерна кукурудзи в західному Лісостепу України на дерново-підзолистому легкосуглинковому ґрунті рекомендується використовувати оранку на глибину 30 см як оптимальний метод обробітку ґрунту. Це дослідження може слугувати основою для обґрунтованого вибору технології вирощування кукурудзи, забезпечуючи практичне значення для фермерів та агрономів у виборі оптимальних агротехнічних рішень.

Перспектива подальших досліджень полягає у вивченні ефективності обробітку ґрунту за стресових умов, зокрема посухи чи екстремальних температур, що допоможе визначити, як різні методи можуть впливати на стійкість культури до негативних факторів.

Обмеження дослідження можуть включати зону виконання дослідження і тип ґрунту, що може обмежити узагальнення отриманих результатів на інші регіони з іншим кліматом та ґрунтом.

Список літератури

1. Adhikari, R.K., Wang, T., Jin, H., Ulrich-Schad, J.D., Sieverding, H.L., Clay, D. 2023. Farmer perceived challenges toward conservation practice usage in the margins of the Corn Belt, USA. *Renewable Agriculture and Food Systems*.38:e14. doi:10.1017/S1742170523000042 <https://www.cambridge.org/core/journals/renewable-agriculture-and-food-systems/article/farmer-perceived-challenges-toward-conservation-practice-usage-in-the-margins-of-the-corn-belt-usa/FFAAC47A7A27C54826517DAFD34C48A3>
2. Auzins, A., Leimane, I., Krievina, A., Morozova, I., Miglavs, A., Lakovskis, P. 2023. Evaluation of Environmental and Economic Performance of Crop Production in Relation to Crop Rotation, Catch Crops, and Tillage. *Agriculture*, 13, 1539. <https://doi.org/10.3390/agriculture13081539>
3. Clark, J.D., Yost, M.A., Griggs, T.C., Cardon, G., Ransom, C.V., Creech, J.E. 2021. Nitrogen fertilization and glyphosate-resistant alfalfa termination method effects on first-year silage corn. *Agron. J.*, 113, 1712-1723 https://openprairie.sdstate.edu/plant_faculty_pubs/373/
4. El-Beltagi, H.S., Basit, A., Mohamed, H.I., Ali, I., Ullah, S., Kamel, E.A.R., Shalaby, T.A., Ramadan, K.M.A., Alkhateeb, A.A., Ghazzawy, H.S. (2022). Mulching as a sustainable water and soil saving practice in agriculture: a review. *Agronomy*.;12:1881. doi: 10.3390/agronomy12081881 <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/8/1881>
5. Halko, S., Vershkov, O., Horák, J., Lezhenkin, O., Boltianska, L., Kucher, A., Suprun, O., Miroshnyk, O., Nitsenko, V. 2023. Efficiency of Combed Straw Harvesting Technology Involving Straw Decomposition in the Soil. *Agriculture*, 13, 655. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030655>
6. Harish, M.N., Choudhary, A.K., Kumar, S. et al. 2022. Double zero tillage and foliar phosphorus fertilization coupled with microbial inoculants enhance maize productivity and quality in a maize–wheat rotation. *Sci Rep* 12, 3161. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07148-w>
7. Hassan, W., Li, Y., Saba, T., Jabbi, F., Wang, B., Cai, A., Wu, J. 2022. Improved and sustainable agroecosystem, food security and environmental resilience through zero tillage with emphasis on soils of temperate and subtropical climate regions: a review. *International Soil and Water Conservation Research*. 10:530-545. doi: 10.1016/j.iswcr.2022.01.005. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633922000053>
8. Korchak, M., Rud, A., Hrushetskyi, C., Pavelchuk, Ю. 2023. Justification of the disk working body of combined soil tillage and the process of cutting corn plant residues . *Bulletin of Lviv National*

Environmental University. *Series Agroengineering Research*, (26), 30-36. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2022.26.030>

9. Korchak, M. 2022. Substantiation of agrotechnical requirements for soil preparation for sowing grain crops. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 1 (3), 52-61. doi: 10.46299/j.isjel.20220103.5. <https://visnyk.lnup.edu.ua/index.php/agroengineering/article/view/96>

10. Kovács, G.P., Simon, B., Balla, I., Bozóki, B., Dekemati, I., Gyuricza, C., Percze, A., Birkás, M. 2023. Conservation Tillage Improves Soil Quality and Crop Yield in Hungary. *Agronomy*. 13, 894. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030894> <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/3/894>

11. Kundu, A., Kundu, C.K., Dey, P., Rana, S., Majumder, Jh., Bera, A., Paramanik, B., Patra, P.S., Abioui, M., Saraswat, A. 2024. Management of soil cover and tillage regimes in upland rice-sweet corn systems for better system performance, energy use and carbon footprints. *Heliyon*. Volume 10, Issue 4, e26524, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26524>.

12. Li J, Lin Q. 2023. Threshold effects of green technology application on sustainable grain production: Evidence from China. *Front Plant Sci.*;14:1107970. doi: 10.3389/fpls.2023.1107970. PMID: 36798700; PMCID: PMC9927014. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1107970/full>

13. Sullivan, T., Yost, M.A., Boren, D., Creech, E., Kitchen, B., Violett, R., Barker, B. 2023. Impacts of Irrigation Technology, Irrigation Rate, and Drought-Tolerant Genetics on Silage Corn Production. *Agronomy*, 13, 1194. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051194>

14. Vandyk, M. 2023. Growth and Development of Sweet Corn Plants in the Agro-Ecological Conditions of the Western Region of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 24. 10.12912/27197050/162699.

<https://www.researchgate.net/publication/370596129> Growth and Development of Sweet Corn Plants in the Agro-Ecological Conditions of the Western Region of Ukraine

15. Wang, J, Hu, X. 2021. Research on corn production efficiency and influencing factors of typical farms: Based on data from 12 corn-producing countries from 2012 to 2019. *PLoS One*.9;16(7):e0254423. doi: 10.1371/journal.pone.0254423. PMID: 34242362; PMCID: PMC8270196. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8270196/>

16. Wang, Y., Liu, L., Jin, Z., Zhang, D. 2021. Microbial Cell Factories for Green Production of Vitamins. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 9, 661562. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8247775/>

17. Державна служба статистики України. 2023. <https://www.ukrstat.gov.ua/>

18. ДСТУ 46.045.2003. <https://ips.ligazakon.net/document/FIN6957>

19. ДСТУ 4525:2006. <https://ventalab.ua/vyznachennia-yakosti-kukurudzy/>

20. Думич, В., Бова, Д., Крунич О. 2023. Вплив систем обробітку ґрунту на ефективність вирощування кукурудзи на зерно. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. № 31(45) <http://tta.org.ua/article/view/275884>

21. Коваленко, І.М., Масик, І.М. 2018. Вплив технології вирощування кукурудзи на зерно на урожайність та економічну ефективність в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. № 99. С. 67–76. <https://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/6146>

22. Лиховид, П.В., Шарій, В.О., 2023. Програмування сумарного водоспоживання кукурудзи на зерно в зрошуваних умовах півдня України засобами cropwat 8.0. *Аграрні інновації*. 21. 51-56. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/490/513>

23. Масик, І.М., Коплик, Т.С., Рогіз, О.Є., Попко, В.П., Надольний, Р.Г. 2021. Деякі технологічні аспекти вирощування кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences*, № 2. С. 16–18. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.03>

24. Мащенко, Ю.В., Соколовська І.М. 2023. Продуктивність кукурудзи залежно від її частки в сівозміні та удобрення. *Аграрні інновації*. 21. 57-63. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/491/514>

25. Міністерство аграрної політики та продовольства України. 2023. <https://minagro.gov.ua/>.

26. Особливості вирощування кукурудзи на зерно в північно-східному Лісостепу / [В. М. Кабанець, М. Г. Собко та ін.]. Сад: Інститут сільського господарства Північного Сходу, 2023. 44

с

<https://isgps.pp.ua/wp-content/uploads/2023/05/%D0%9E%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96-%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%89%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B2-%D0%BF%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE-%D1%81%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%83-%D0%9B%D1%96%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BF%D1%83.pdf>

27. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО). 2023. <https://latifundist.com/kompanii/1044-the-food-and-agriculture-organization>

28. Тараненко, С.В., Чайка, Т.О., Тюпка, Я.М. 2019. Агроекономічна ефективність різних способів основного обробітку ґрунту на посівах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* No 4. С. 66-72. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08.32>.