(УНУ)

Факультет агрономії

Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

Допущено до захисту

«_____» 2025 р.

Гарант освітньої програми,

доктор с.-г. наук, доцент

_____ Ірина ДІОРДІЄВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступеня вищої освіти магістр

ВПЛИВ ДОЗ І СТРОКІВ ЗАСТОСУВАННЯ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ В СФГ « ГОЛІНКА» ОБУХІВСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 21 м-з-а

спеціальності 201 Агрономія

ЛУЩАЙ ВІТАЛІЙ ІВАНОВИЧ

Керівник: Олена ЧЕРНО, к. с.-г. н., доцент

Умань–2025

ЗМІСТ

	ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1.	**ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ І СТРОКІВ ЇХ ВНЕСЕННЯ**	5
1.1	Господарське значення кукурудзи	5
1.2	Значення азотних добрив у живленні рослин	6
1.3	Строки, дози і форми застосування азотних добрив під кукурудзу	10
РОЗДІЛ 2.	**ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**	14
2.1	Біологічна особливості кукурудзи	14
2.2	Характеристика гібриду СИ Марімба	15
РОЗДІЛ 3.	**УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**	16
3.1	Грунтові умови	16
3.2	Погодні умови	17
3.3	Схема досліджень	19
3.4	Агротехніка вирощування кукурудзи	20
3.5	Методика проведення дослідження	21
РОЗДІЛ 4.	**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**	22
4.1	Вплив різних доз добрив на вміст мінерального азоту у грунті	22
4.2	Вплив строків і доз добрив на врожайність кукурудзи	24
4.3	Вплив удобрення на структурний аналіз зерна кукурудзи	27
4.4.	Вплив азотних добрив на якісні показники зерна кукурудзи	31
РОЗДІЛ 5.	**ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**	34
РОЗДІЛ 6.	**БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ**	37
6.1.	Безпека праці при застосуванні мінеральних добрив і пестицидів	37
6.2.	Екологічні засади застосування мінеральних добрив	40
	ВИСНОВКИ	43
	ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	43
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
	ДОДАТКИ	50

ВСТУП

Актуальність Кукурудза (Zea mays L.) є однією з найпоширеніших зернових культур у світі, що має велике значення як джерело харчових продуктів для людей, кормів для тварин та сировини для виробництва біоетанолу. У країнах, що розвиваються, близько 50–55 % загального обсягу виробництва кукурудзи спрямовується на продовольчі потреби [1].

Підвищення врожайності та валового збору зерна кукурудзи є одним із ключових чинників підвищення продуктивності та ефективності сільського господарства [2]. Водночас досягненню стабільно високих урожаїв часто перешкоджає недостатня адаптованість гібридів до конкретних ґрунтово-кліматичних і виробничих умов.

Система удобрення кукурудзи відіграє важливу роль у формуванні врожайності та якості зерна. Як і будь-яка інша культура, кукурудза потребує достатнього забезпечення елементами живлення для нормального росту й розвитку. Оскільки ґрунти не завжди містять їх у необхідній кількості, застосування добрив дозволяє компенсувати цей дефіцит. Удобрення забезпечує збагачення ґрунту поживними речовинами, покращує його фізико-хімічні властивості, підвищує родючість, стимулює ріст і розвиток рослин, а також сприяє підвищенню їхньої стійкості до хвороб і шкідників. Крім того, воно позитивно впливає на смакові якості та поживну цінність зерна кукурудзи.

Для отримання найкращих результатів важливо правильно обирати види добрив, визначати їх оптимальні норми та способи внесення. В той же час недотримання технології може призвести до надлишку поживних речовин, що також негативно позначається на рості та розвитку рослин [3].

Тому метою нашого дослідження є встановлення доцільності підвищення норми азотного удобрення кукурудзи на чорноземі типовому, середньо-глибокому малогумусному з метою реалізації генетичного потенціалу гібрида Марімба.

Наукова новизна досліджень полягає виявлені впливу строків застосування азотних добрив на продуктивність гібриду кукурудзи гібриду Марімба.

Особистий внесок здобувача. Здобувач самостійно, відповідно до теми дослідження, опрацював та систематизував матеріали наукових джерел, взяв участь у закладанні й проведенні польових та лабораторних досліджень. Виконав статистичний аналіз отриманих результатів, сформулював висновки та підготував практичні рекомендації для виробництва.

Практична цінність одержаних результатів. В результаті проведених досліджень було економічно обгрунтовано найбільш ефективну дозу азотних добрив та строки їх застосування під кукурудзу гібриду Марімба.

Апробація результатів. За результатами досліджень було опубліковано тезу доповідей на міжнародній науковій конференції.

РОЗДІЛ 1
ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОЗ І СТРОКІВ ЇХ ВНЕСЕННЯ

1.1. Господарське значення кукурудзи

Кукурудза (Zea mays L.) належить до найважливіших зернових культур сучасності. Щороку у світі виробляється понад один мільярд тонн її зерна, що свідчить про істотне зростання обсягів виробництва (приблизно на 45 %) з метою задоволення потреб зростаючого населення планети, яке, за прогнозами, досягне майже 10 млрд осіб до 2050 року [4]. Разом із пшеницею та рисом кукурудза формує основу світового виробництва зернових культур і відіграє визначальну роль у підтриманні стабільності агропродовольчих систем та забезпеченні продовольчої безпеки [5–7].

Використання зерна кукурудзи є багатовекторним. Близько 20 % світового виробництва спрямовується на харчові цілі, 15–20 % – на технічну переробку (зокрема виготовлення крохмалю, олії, біоетанолу та іншої продукції), тоді як найбільша частка, а саме 2/3 загального обсягу, використовується у тваринництві як концентрований корм [8].

Україна займає помітне місце серед провідних виробників кукурудзи. У 2024 році країна посідала сьоме місце у світі за площею посівів. При цьому валове виробництво становило 26,5 млн т., а середня врожайність – 6,5 т/га. Для порівняння: у довоєнний період посівні площі були на 13,7 % більшими, а врожайність – на 18,9 % вищою, що забезпечувало у 2,7 рази більший валовий збір зерна [9].

Поступове відновлення виробництва спостерігалося вже у 2023 році, коли площі посівів зросли до 4,2 тис. га, середня врожайність – до 7,74 т/га, а валовий збір становив близько 33 млн тонн. Водночас несприятливі кліматичні чинники, передусім тривала літня посуха та високі температури в критичні

фази росту і розвитку, призвели до зниження врожайності на 16,5 %, а валового збору – на 18,5 %. Найбільші обсяги виробництва кукурудзи зосереджені у Полтавській (13 %), Чернігівській (11 %), Вінницькій і Сумській (по 10 %) та Черкаській (8 %) областях.

Варто наголосити, що сучасні гібриди кукурудзи характеризуються високим потенціалом продуктивності, який може досягати 14–15 т/га. Проте середня врожайність в Україні становить лише близько 7 т/га. Це вказує на значний розрив між потенційними можливостями культури та їх фактичною реалізацією [10]. До основних причин такого явища належать: нестабільність погодних умов, недостатній рівень удобрення та застосування засобів захисту рослин, недотримання сівозмін, а також обмежене впровадження сучасних технологій вирощування.

Таким чином, підвищення ефективності виробництва кукурудзи в Україні можливе за рахунок адаптації агротехнологій до кліматичних змін, удосконалення систем живлення рослин, ширшого використання високопродуктивних гібридів та активного впровадження інноваційних підходів у землеробстві.

1.2. Значення азотних добрив у живленні рослин

Кількість мінеральних добрив, необхідних для вирощування кукурудзи, визначається низкою чинників: агрохімічними властивостями та родючістю ґрунту, рівнем його забезпеченості елементами живлення, попередниками у сівозміні, кліматичними умовами та біологічними особливостями використаного гібриду. Не менш важливим є врахування попереднього удобрення поля — попереднє внесення добрив суттєво впливає на потребу культури у додаткових елементах живлення [11]. (Іванишин, 2021).

У середньому для забезпечення оптимального росту та розвитку кукурудзи рекомендуються такі норми внесення:

азотні добрива — 100–200 кг/га залежно від типу ґрунту та його родючості. Зазвичай 30–50 % норми азоту вносять під час сівби, а решту — впродовж вегетації, коли формується найбільша потреба рослин; фосфорні добрива — 40–80 кг/га, які вносять переважно під час основного обробітку ґрунту або перед сівбою; калійні добрива — 80–120 кг/га, які застосовуються залежно від забезпеченості ґрунту калієм та передбачуваного рівня урожайності. У всіх випадках перед розробкою системи удобрення необхідно проводити агрохімічний аналіз ґрунту, що дозволяє уникнути як дефіциту, так і надлишку елементів живлення [11].

Добрива є одним із найвагоміших факторів формування врожайності та показників якості зерна кукурудзи. Встановлено, що внесення оптимальних доз мінеральних добрив може забезпечити приріст урожайності культури на 30–40 % за умови достатнього зволоження. Так, за результатами досліджень на чорноземних ґрунтах у Земунському Полі (Сербія), застосування 258 і 516 кг/га NPK забезпечило приріст урожайності на 1,47 і 1,85 т/га відповідно, що становило 19,1 % та 24,0 % у порівнянні з контролем (без добрив). Внесення азоту у дозі 200 кг/га дало приріст урожайності зерна на 17 %, тоді як 100 і 150 кг/га – на 8,5 % [11].

Численні експериментальні дані підтверджують, що азотні добрива не лише покращують родючість ґрунту, а й суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Для кукурудзи приріст урожайності зерна становив 43–68 %, а виходу біомаси – 25–42 % [12].

У дослідах, проведених у Земун-Полі (Сербія), більш високі норми азотних добрив сприяли не лише зростанню врожайності, а й підвищенню вмісту біологічно активних сполук у зерні, зокрема глутатіону та фітатного фосфору, що свідчить про підвищення його поживної цінності [13].

Таким чином, ефективність системи удобрення кукурудзи визначається поєднанням правильно підібраних норм, строків і способів внесення добрив з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, що у комплексі забезпечує не лише підвищення врожайності, а й поліпшення якісних характеристик зерна.

Азотні добрива відіграють важливу роль у підвищенні врожайності кукурудзи та покращенню поживної цінності зерна [14, 15].

Важливо підкреслити, що підвищений рівень внесення азотних добрив впливає на одержання врожайності, близької до максимальної, в той же час надлишок азоту може призвести до забруднення навколишнього середовища [16], погіршує хімічні, біологічні та фізичні властивості ґрунту [17].

Сучасні гібриди кукурудзи для формування 23 т/га загальної біомаси (в т.ч. 12 т/га зерна) засвоюють: 286 кг N, 114 кг P_2O_5, 202 кг K_2O, 59 кг Mg, 26 кг S, а також мікроелементи (Fe, Mn, Zn, Cu, B) [18]. Пік поглинання припадає на фазу V10–V14. Наприклад, для утворення 439 кг/га сухої речовини за добу з одного гектара рослини поглинають: 8,9 кг N, 2,4 кг P_2O_5, 5,8 кг K_2O, 2,2 кг Mg, 0,7 кг S, а також відповідні мікроелементи [19].

Нестача азоту гальмує ріст і розвиток, знижуючи продуктивність. Ознаки дефіциту спочатку проявляються на нижніх листках – вони знебарвлюються, жовтіють, набувають червонуватого або оранжевого відтінку. У пізні фази візуальна діагностика ускладнюється впливом зовнішніх факторів – хвороб, агрокліматичних умов тощо [20].

На ефективність засвоєння азоту рослинами кукурудзи істотно впливають генетичні особливості сортів і гібридів. Інтенсивні гібриди демонструють позитивну реакцію на підвищений рівень азотного живлення, тоді як пластичні генотипи забезпечують задовільну врожайність навіть за низьких азотних фонів та на малородючих ґрунтах [21, 22].

Для оптимізації азотного живлення важливо враховувати динаміку споживання азоту. У початкові фази росту рослини засвоюють лише 3–5 % від загальної кількості (приблизно 2 кг/га за добу). Максимальна інтенсивність поглинання припадає на фазу викидання волоті. Близько 85 % загального обсягу азоту засвоюється у період від утворення восьмого листка до висихання приймочок на качанах [23].

У системі азотного живлення кукурудзи розрізняють два основні шляхи забезпечення насіння азотом: постійне надходження з ґрунту та реутилізація з

вегетативних органів. До моменту цвітіння кукурудза споживає до 2/3 загальної потреби в азоті, а решта – у період наливу зерна. До 50–90 % азоту в зерні – це реутилізований азот. Реутилізація особливо активна у фазі дозрівання й залежить від умов довкілля та доступності нітратів у ґрунті [24].

Дослідження свідчать про зв'язок вмісту азоту в зерні зі старінням прапорцевого листка: подовження фотосинтезу збільшує синтез вуглеводів, але може зменшувати ефективність реутилізації азоту і, відповідно, знижувати білковість зерна [25].

Сучасні гібриди, порівняно з тими, що були поширені у 1970-х роках, поглинають після цвітіння на 38 % більше азоту [19]. Кількість поглиненого азоту після цвітіння зростає залежно від норми внесення: при N67 – 20 %, при N252 – 29 %, без добрив – 33 %. Загалом на формування зерна припадає 62 % азоту з ґрунту, а 38 % – з реутилізації.

Підвищення ефективності використання азотних добрив можливе за умови вдосконалення системи удобрення, що дозволяє також мінімізувати негативний вплив на довкілля [26, 27, 28]. Ключову роль у цьому процесі відіграє реутилізація азоту – процес повторного використання азоту, мобілізованого з вегетативних органів рослин.

Ефективність використання азоту визначається здатністю рослини поглинати як мінеральні форми (нітрати, амоній), так і азот, мінералізований мікробіотою. Критичним періодом для забезпечення кукурудзи азотом є фаза цвітіння [29]. Норму мінерального азоту зазвичай розраховують з урахуванням запланованого врожаю: орієнтовно N15/т зерна для родючих ґрунтів та N20/т – для бідних. За даними [21], для гібридів, які вирощувалися раніше потрібно було вносити 15–18 кг/т на родючих ґрунтах і 12–15 кг/т – на малородючих.

Для покращення засвоєння азоту важливим є баланс з іншими елементами живлення, зокрема сіркою: на кожні 10 кг азоту має припадати не менше 1 кг сірки. Найбільш ефективними формами азоту вважаються амонійна (NH_4^+) і амонійно-нітратна (NH_4NO_3); для пролонгованої дії – амідна форма

(NH_2). Нітратна форма (NO_3^-) є мобільною, але ризик вилуговування при вологих умовах обмежує її ефективність [30].

Загальновідомо, що кукурудза потребує високих норм внесення азоту. Без їх внесення неможливо отримати високу продуктивність цієї культури. Господарства, які планують одержувати понад 10 т/га зерна кукурудзи, вносять біля 100–140 кг/га в д.р. [31].

1.3. Строки, дози і форми застосування азотних добрив під кукурудзу

Азотні добрива вносять у кілька етапів: восени під основний обробіток (основне удобрення) або навесні, при сівбі у рядки і в підживлення. Підживлення кукурудзи проводять не всі господарства, але все ж чимало агрономів відзначають ефективність даного агрозаходу. У відділі агросервісу департаменту кукурудзи та соняшнику компанії «КВС-Україна» було проведено дослідження з метою перевірки ефективності міжрядного рихлення кукурудзи з одночасним внесенням КАС–32. Було встановлено, що за внесення азотних добрив в основне удобрення і при сівбі одержано максимальну в досліді врожайність (8,2 т/га). Водночас міжрядне рихлення із внесенням КАС виявилося неефективним [32].

Водночас дослідженнями, які проводилися у США стосовно впливу строків внесення азотних добрив, показали неоднозначні результати. Наприклад, у штатах Айова та Вісконсин внесення добрив перед посівом було рівноцінним, а інколи навіть ефективнішим за роздрібне. Натомість у штаті Міннесоті в умовах достатнього зволоження перевагу мало роздільне внесення [33, 34]. Тобто, за достатньої кількості допосівне + післяпосівне внесення добрив є більш ефективним, ніж у посушливі роки [34].

В. Іванюком, П. Гнатівом Ю. Оліфіром [35] було встановлено, що врожайність зерна кукурудзи сформувалася максимальною при внесенні норми N150, проте вона не істотно відрізнялася від дії норми N125 і становила 12,99–13,28 т/га, що на 20,8–23,5 % більше, ніж на ділянках без внесення азоту.

Окупність кожного додаткового кілограма азоту зерном кукурудзи поступово зменшувалася. Максимальні дози азоту також і не поліпшували показники вмісту жирів та протеїнів у зерні та зумовлювали вагоме збільшення виходу поживних кормових речовин до найбільшого рівня – 0,44 т/га жирів та 1,26–1,29 т/га протеїнів.

В той же час збільшення норм внесення азотних добрив під кукурудзу дозами від N90 до N125–150 поліпшувало біометричні властивості врожаю за такими показниками: маса зерна у початку та маса 1000 зерен. Дослідники рекомендують вносити N125 з поділом норми на дві дози: N90 під передпосівну культивацію та N35 вносити в фазі ВВСН 16–17, що дозволить забезпечити отримання 12,99 т/га зерна високої якості за менших витрат азотних туків.

Існують дані, що за внесення добрив у передпосівну культивацію дозою 60 кг/га д.р. підвищує врожайність на 70 %, за дози – N90 – на 88 %, а N120 – майже удвічі. Аналогічні результати одержані й іншими дослідниками [13, 36].

Встановлено [30], що на ефективність азотного живлення впливають кількість добрив, вміст нітратного азоту в щарі грунту 0–15 см і врожайність. Тож висока кореляція між залишковим вмістом нітратного азоту й врожаєм кукурудзи дозволяє розраховувати дози добрив, які дозволять мінімізувати втрати і підвищити коефіцієнт засвоєння азоту з грунту.

Форма добрива також має значення. За даними [37], найвищий вихід зерна з одиниці внесеного азоту забезпечували КАС і аміачна селітра порівняно з карбамідом. Найвищу ефективність карбаміду спостерігали при внесенні під передпосівну культивацію.

В умовах ґрунтово-кліматичних умовах Шишацького району Полтавської області було проведено дослідження метою якого було виявити вплив різних форм азотних добрив на врожайність і якість зерна кукурудзи гібриду кукурудзи RGT Макксалія. Дослід включав наступні варіанти: 1. – Без внесення добрив (контроль); 2. – КАС-32 (200 кг/га); 3. – карбамід (160 кг/га); 4. – безводний аміак (85 кг/га). Встановлено, що добрива впливали не лише на врожайність, а й на вміст азоту в ґрунті. За внесення КАС-32 вміст

мінерального азоту був найвищим, що сприяло більшому його залишку через шість місяців після внесення. Виявлено, що застосування КАС-32 (200 кг/га) сприяє максимальному засвоєнню азоту та підвищенню врожайності до 7,3 т/га, що на 21 % перевищував варіант без добрив. Внесення карбаміду дозою 160 кг/га та безводного аміаку у нормі 85 кг/га також сприяло зростанню продуктивності культури. Проте ефективність цих добрив була нижчою через особливості трансформації азоту в ґрунті. Встановлено, що найбільша маса 1000 зерен (301 г) була за внесення КАС-32, тоді як на інших варіантах вона була нижчою. Так, за внесення безводного аміаку даний показник знизився на 6 г або на 2,0 %; карбаміду – на 15 г, що становить 5,0 %, а в контрольному варіанті досліду – на 35 г (11,6 %). Показник натури кукурудзи варіював від 785 до 793 г/л і значно залежала від форми азотного удобрення: найвищим він був – за внесення КАС-32, а найменшим – у контрольному варіанті досліді. Різні види добрив впливали й на вміст білка, жиру і крохмалю. У варіанті без добрив дані показники склали відповідно – 7,2 %, 5,5 %, 65,0 %; коли застосовували КАС-32 – 11,0 %, 6,8 %, 69,0 %. За внесення карбаміду – вміст білка склав 8,5 %, жиру – 6,0 % і крохмалю – 66,5 %; безводного аміаку відповідно – 10,0 %, 6,4 %, 68,0 %. Одержані результати сприяють підвищенню продуктивності кукурудзи та мінімізації негативного впливу на довкілля [38].

На Хмельницькій ДСГДС ІКСГП НААН дослідженнями, які проводилися протягом 2019–2020 рр. на чорноземі опідзоленому середньосуглинковому слабозмитому малогумусному на лесоподібному суглинку було встановлено, що різні гібриди по-різному реагували на добрива. Так, за вирощування ранньостиглого гібрида кукурудзи ДН Меотида урожайність під впливом азотного удобрення порівняно до контролю збільшувалася на 1,24–2,47 т/га, або на 17,1–34,0%, середньораннього – ДБ Хотин – на 1,41–2,65 т/га, або на 18,8–35,3%. Усі варіанти прикореневого підживлення рослин кукурудзи азотними добривами забезпечили істотне збільшення урожайності зерна порівняно до контролю. Найкращі результати було отримано за дворазового внесення азоту в дозі N_{45} у фази 3–5 та 7–9 листків. Найвищий приріст урожаю

зерна був у гібрида ДН Меотида – 2,47 т/га, 34,0%, а в гібрида ДБ Хотин він становив 2,65 т/га, або на 35,3% більше порівняно з контролем [39].

Отже, одержані дані переконливо свідчать про позитивну роль азотного удобрення на продуктивність кукурудзи. В той же час в різних грунтово-кліматичних умовах одержано суперечливі дані щодо впливу доз і строків внесення азотних добрив, що й спонукало нас провести дослідження з вивчення впливу азотного живлення на врожайність і якість зерна кукурудзи.

РОЗДІЛ 2
ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Біологічні особливості кукурудзи

Кукурудза (Zea mays L.) — однорічна трав'яниста рослина з родини злакових, походить з Центральної Америки. Має виражену морфологічну диференціацію: потужний стебловий стержень з вузлами і міжвузлями, широкі пластинчасті листки з характерною середньою жилкою, кореневу систему, що включає стрижневі й придаткові корені (вусики), та генеративні органи — чоловічі волоті і жіночі початки (качани).

Фази розвитку кукурудзи можна умовно поділити на вегетативні (сходи, трубкування, кущіння) і генеративні (цвітіння, налив зерна, достигання). Кукурудза — рослина з високими вимогами до світла і тепла: оптимальна температура для вегетації — приблизно 20–30 °C; для проростання насіння — 10–12 °C мінімально. Ґрунтові вимоги — родючі, добре дреновані ґрунти з достатнім запасом поживних речовин; особливо важливий азот для формування вегетативної маси і врожаю.

Фізіологічно кукурудза належить до С4-рослин — її фотосинтез має механізм, що підвищує ефективність засвоєння CO_2 за високих температур і інтенсивного світла, знижуючи втрати води. Це робить культуру більш продуктивною в жарких і сухих умовах порівняно з С3-рослинами. Розмножується насінням; генетична мінливість великою мірою впливає на формування типу рослин (індивідуальні гібриди, напівінбридні та ін.).

На врожай впливають агротехнічні чинники (густота та строк сівби, застосування добрив, наявність вологи) та фітосанітарний стан (хвороби і шкідники). Ефективне вирощування вимагає адаптованих сортів і збалансованого мінерального живлення.

2.2. Характеристика гібриду СИ Марімба

Гібрид СИ Марімба від Syngenta – це середньоранній (ФАО 240), високоврожайний гібрид зубоподібного типу, призначений для отримання зерна. Він характеризується високою холодостійкістю, що дозволяє використовувати його для ранніх посівів, а також стійкістю до прикореневого та стеблового вилягання, що зменшує втрати врожаю. Інтенсивний тип адаптивності робить його придатним для зон Полісся та Лісостепу, а високий вміст крохмалю (до 74 %) та потенціал врожайності (14–15 т/га) роблять його привабливим для аграріїв. Тип зерна зубовидний.

Еректоїдний тип розміщення листків зменшує конкуренцію рослин у посіві за світло та підвищує ефективність фотосинтезу. Стійкий до прикореневого і стеблового вилягання, що зменшує втрати зерна при механізованому збиранні

Найкраще розкриває свій потенціал у ґрунтово-кліматичних умовах Полісся та Лісостепу України. Сівбу рекомендовано проводити в оптимальні строки (за температури 9–12 °C на глибині загортання насіння). Гібрид добре реагує на високий агрофон, забезпечуючи хорошу окупність витрат на добрива і високий ранній урожай [40].

РОЗДІЛ 3
УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ґрунтові умови

У Правобережного Лісостепу України, куди належить Обухівський район, домінують чорноземи та сірі лісові ґрунти. Дани типи грунтів мають добру родючість. Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту складають 170–180 мм, це приблизно 80–85 % від найменшої польової вологоємності.

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий, малогумусний, який сформувався під широколистяними лісами, у помірно вологому кліматі на лесових і лесоподібних суглинках. Для нього характерний добре виражений гумусовий профіль із темно-сірим орним горизонтом потужністю 20–30 см. Містить гумусу 3–6%. Реакція грунту слабокисла або нейтральна (pH 5,5–6,5). Вміст азоту (низький), фосфору і калію – середній. Гранулометричний склад – середньо- або важкосуглинковий,

У підорних горизонтах (40–80 см) спостерігається поступове знебарвлення профілю, ущільнення та зменшення вмісту органічної речовини. Карбонати зосереджені на глибині 80–120 см. Водний режим переважно промивний, з оптимальними умовами для вирощування більшості сільськогосподарських культур.

Сірі лісові грунти належать до родючих, але поступаються чорноземам. Вони добре придатні для вирощування зернових, технічних, кормових і овочевих культур. Для підвищення їх родючості потребують внесення органічних і мінеральних добрив, а також необхідно проводити вапнування грунтів з кислою реакцію середовища [41].

Грунт (у шарі 0–20 см до закладання досліду) мав наступні показники: вміст гумусу за Тюріним складав 3,02 %, гідролітична кислотність – 2,01

смоль/кг ґрунту, pH_{KCl} – 6,20, вміст легкогідролізованого азоту – низький (100 мг/кг ґрунту); вміст рухомого фосфору й обмінного калію був підвищений – 108 і 142 мг/кг.

3.2. Погодні умови

Район має помірно континентальний клімат з теплим або навіть жарким літом і помірно холодною зимою. Зима може бути нестійкою, з періодичними відлигами. Середня температура в зимові місяці близько −5…−8 °C (середня температура повітря в зимовий період) Середня температура літа +18…+20 °C.

Абсолютні температурні мінімуми можуть сягати −35 °C в окремі роки (на північних/віддалених від міста ділянках). Абсолютні максимуми літа до +36…+39 °C в жаркі дні. Період безморозного періоду (коли температура повітря стабільно над 0 °C) триває приблизно 160–170 днів щороку. Період із середньодобовою температурою понад +10 °C також близько 160–170 днів. Загальна річна кількість опадів становить близько 550-700 мм. Найбільше опадів випадатиме в теплий період (через зливи, грози влітку. Зимові місяці — найсухіші. Сніговий покрив зазвичай малопотужний, може бути нестійким. Заморозки весною та восени – поширене явище, що впливає на вегетацію і строки сівби.

У 2024 році весняний період виявився несприятливим для стартового росту та розвитку кукурудзи. Слабкі й нетривалі заморозки на поверхні ґрунту, які спостерігалися до середини травня, затримували появу сходів і гальмували активний ріст молодих рослин. У травні–червні спостерігався дефіцит опадів, що на фоні підвищених температур призводило до пригнічення вегетації та денного в’янення, хоча загальний стан посівів оцінювався як задовільний (рис. 1, 2).

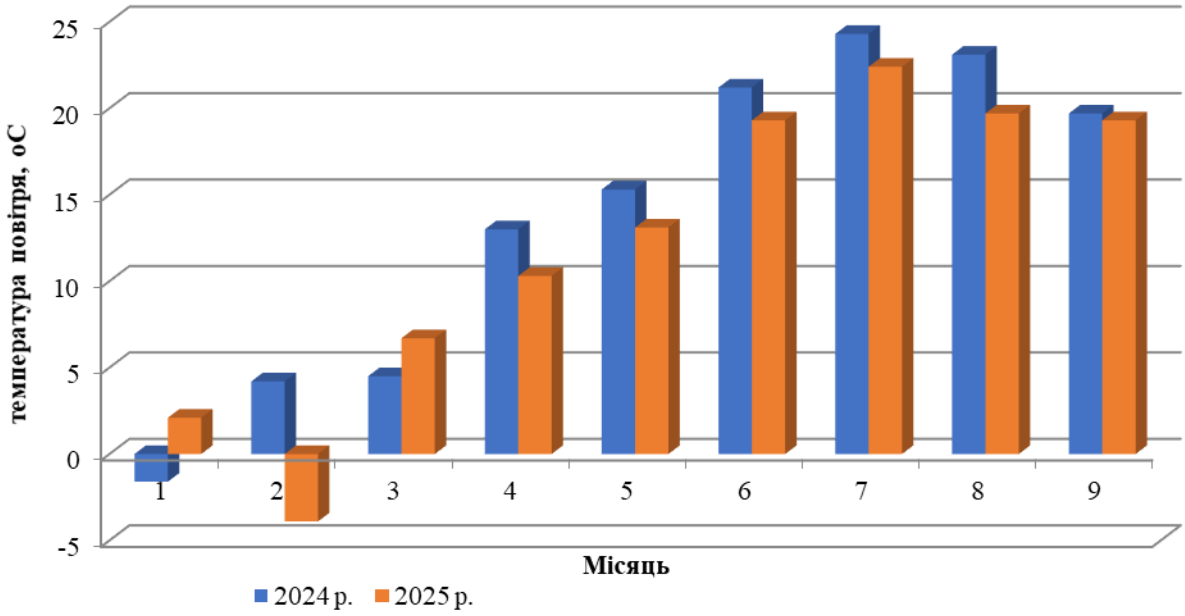


Рис. 1. Температура повітря за роками досліджень за даними метеостанції Обухів

У липні поєднання спеки та відсутності дощів знизило рівень зволоження ґрунту до критично низьких показників, що скоротило міжфазні періоди розвитку кукурудзи та збіглося з найбільш чутливими фазами – цвітінням і формуванням генеративних органів. Приблизно до середини липня відмічалося викидання волоті, а наприкінці місяця рослини перейшли у фазу молочної стиглості.

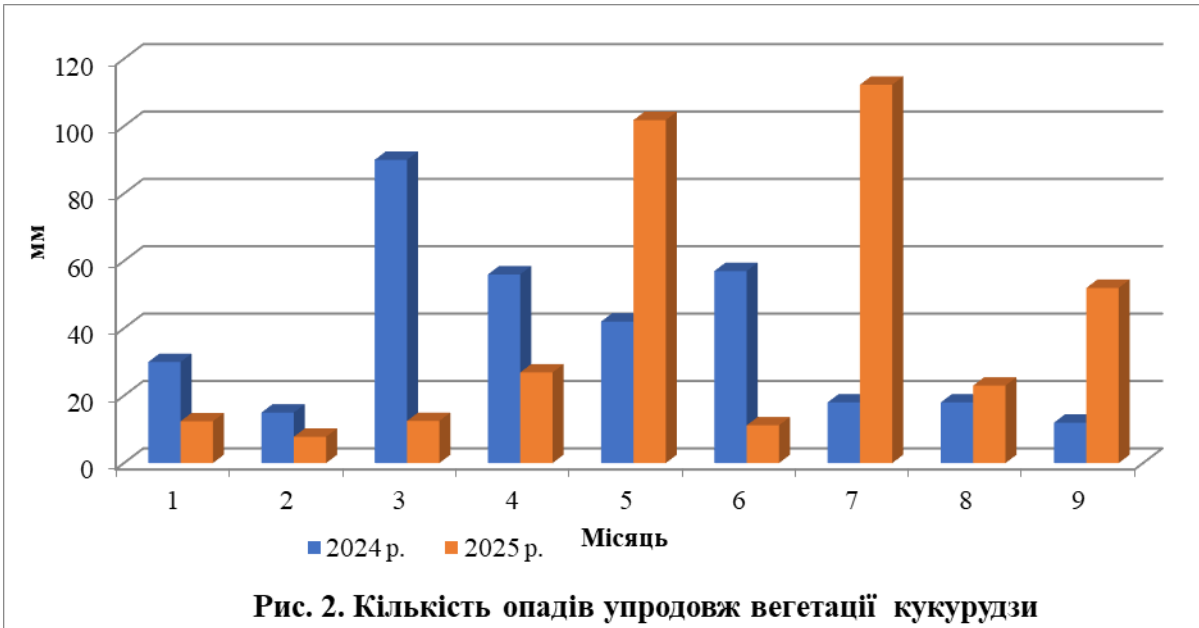


Рис. 2. Кількість опадів упродовж вегетації кукурудзи

У серпні, через відсутність опадів у більшості днів та повернення високих температур у другій половині місяця, погодні умови залишалися несприятливими для завершення наливу зерна. Вже наприкінці серпня розпочалося збирання врожаю.

У 2025 році весна характеризувалася прохолодною погодою, тому сходи з'явилися на восьмий день після сівби. Червневі умови були оптимальними для росту та розвитку посівів. У липні чергувалися періоди спеки з рясними дощами (близько 90 мм), що сприяло накопиченню достатніх запасів вологи в ґрунті та покращенню загального стану рослин. Посушливий серпень суттєво не вплинув на продуктивність кукурудзи завдяки зволоженню, накопиченому у липні. Таким чином, погодні фактори у різні роки по-різному впливали на формування врожайності культури.

3.3. Схема досліджень

Схема досліджень передбачала внесення азотних добрив у різні строки. За контроль прийнято варіант, де добрив не вносили. Детальна схема досліду наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема польового дослідження

Норма внесення азоту	Період внесення
1. N0	Без внесення азоту
2. N_{35}	У фазу 4–5 листків
3. N_{90}	У передпосівну культивацію
4. N_{125} (90+35)	У передпосівну культивацію + (N 35) у фазу 4–5 листків
5. N_{160} (125+35)	У передпосівну культивацію + (N 35) у фазу 4–5 листків

Методика досліду передбачала розміщення ділянок за схемою рендомізованих розщеплених блоків; розташування варіантів наведене на рис. 3.

Перше повторення					Друге повторення					Третє повторення				
1	3	5	2	4	2	4	3	1	5	3	5	1	4	2

Рис. 3. Розміщення варіантів у польовому досліді

3.4. Агротехніка вирощування кукурудзи

Агротехніка вирощування кукурудзи традиційна, із застосуванням полицевого обробітку. Після збирання цукрових буряків було проведено розпушування ґрунту на глибину 26 см за допомогою трактора Case IH 600 Steiger з глибокорозпушувачем Wil-Rich Soilpro SP 513 7-24, після чого виконано вирівнювання поверхні (John Deere 8295 R з агрегатом БШЗ-21). Культивацію проводили трактором John Deere 8295R з культиватором Wil-Rich Quad-X3 на глибину 12 см із заробкою добрив.

Азотні добрива (аміачну селітру) вносили під передпосівну культивацію та у підживлення у фазі 4–5 листків кукурудзи відповідно до схеми дослідження. При сівбі вносили Р40К40.

Передпосівні операції включали: боронування (закриття вологи) – борона шлейфова зубова БШЗ-21 з трактором John Deere 8345; передпосівну культивацію; внесення ґрунтового гербіциду Аценіт А (2 л/га) – самохідний обприскувач John Deere 4730.

Сівбу здійснювали сівалкою KINZE 3600 в агрегаті з трактором John Deere 8345 R із нормою висіву 78 тис. насінин/га. У травні внесено страхові гербіциди Таск Екстра (0,44 кг/га) + Тренд 90 (0,25 л/га) . У червні проведено міжрядний обробіток ґрунту трактором МТЗ-1221 з міжрядним культиватором КРН.

3.5. Методика проведення дослідження

Вміст азоту легкогідролізованих сполук визначали за методом Корнфілда згідно з ДСТУ 7863 у фазу 4–5 листків. Оцінювання впливу азотного живлення на показники якості зерна проводили на основі лабораторних досліджень на приладі Спектран-119М згідно з ДСТУ 4525:2006 «Кукурудза. Технічні умови» [42], ДСТУ 10840:2019 ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» [43].

Облік врожаю проведено шляхом повного обмолочування зерна з кожної дослідної ділянки з подальшим коригуванням показників до 100 % чистоти та 14 % базисної вологості.

Економічну застосування азотних добрив розраховували за за технологічними картами та реалізаційних цін станом на 1.09.2025.

Математично-статистичну обробку отриманих результатів досліджень та врожайних даних здійснювали з використанням програм Microsoft Excel і Statistica 12.0.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив різних доз добрив на вміст мінерального азоту у грунті

Однією зі складових у вирішенні сучасних проблем землеробства є оптимізація системи удобрення з урахуванням науково обґрунтованих рекомендацій. В умовах ринку ця система повинна забезпечувати високу рентабельність виробництва й водночас бути мобільною та орієнтуватися не тільки на можливість миттєвої економічної вигоди, але й створення в ґрунті умов, які забезпечують збалансоване використання біологічних та природних ресурсів і відновлення родючості. Азотні добрива безпосередньо впливають на вміст мінерального азоту в ґрунті, збільшуючи його, але ефективність залежить від типу добрива, норми, строку та способу внесення. Внесений азот у грунті проходить різні процеси трансформації (амоніфікації, нітрифікації), перетворюючись на різні форми мінерального азоту, які використовують рослини в процесі росту. Азот є одним з елементів, нестача якого може лімітувати врожайність культур. В той же час, як надлишок азоту призводить до накопичення нітратів у рослинах, що може бути небезпечним, а правильне застосування покращує живлення рослин, підвищує врожайність і якість продукції [12, 45].

Кількість опадів та температура повітря значно впливають на доступність азоту. Недостатня вологість призводить до концентрації азоту у верхніх шарах ґрунту, а надмірне зволоження може викликати його вимивання.

Як у ґрунті, так і у добривах азот може міститися у різних формах. При цьому найбільш поширеною формою є нітратна, що пов’язано також із тим, що в процесі перетворень у ґрунті різні азотні добрива так чи інакше доходять до нітратної форми. Отже, й більша частина добрива засвоюється рослинами у нітратній формі [23].

В свою чергу, різні форми азоту поводять себе у рослині по-різному і також здійснюють на її розвиток різний вплив. Загалом удобрення азотом є складною стратегією, прорахунки в якій можуть не тільки коштувати підприємству надмірних витрат, а навіть знижувати врожайність і погіршувати якість вирощеної продукції.

Ми визначали вміст мінерального азоту у грунті у фазу 6–7 листків (РИС. 4).

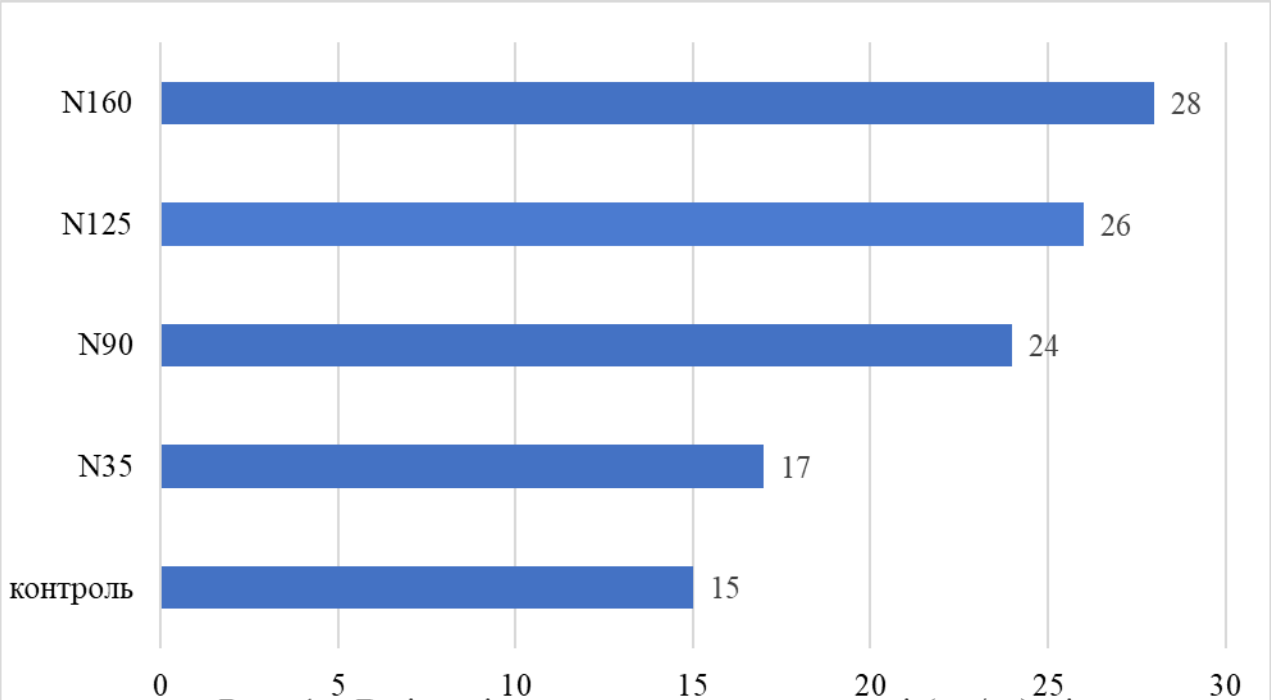


Рис. 4 . Вміст мінерального азоту в грунті (мг/кг) під кукурудзою у фазу 6-7 листків (середній за 2024 - 2025 рр.)

Встановлено, що добрива поліпшували поживний режим чорнозему типового, підвищуючи вміст мінерального азоту в грунті. На ділянках, де добрив не вносили його кількість була найменшою. За підживлення кукурудзи у фазу 4–5 листків він підвищився лише на 2 мг/кг грунту. При внесенні добрив у передпосівну культивацію дозою 90 кг/га д.р вміст мінерального азоту підвищився на 60 %. За поєднання внесення добрив у передпосівну культивацію + підживлення у фазу 4-5 листків сумарною дозою 125 кг/га даний показник збільшився на 73 %, а дозою N160 – на 87 %. Поліпшення азотного живлення рослин позитивно вплинуло й на формування врожайності кукурудзи.

4.2. Вплив строків і доз добрив на врожайність кукурудзи

Врожайність сільськогосподарських культур формується під дією комплексу біотичних і абіотичних факторів, серед яких провідне значення мають ґрунтово-кліматичні умови. Вони визначають вибір оптимальних технологічних прийомів, рівень забезпечення рослин необхідними ресурсами та можливість реалізації їхнього продуктивного потенціалу. Для кожної кліматичної зони характерні власні обмежувальні чинники. Зокрема, у зоні нестійкого зволоження це тривалі бездощові періоди, суховії та високі температури у фазі формування насіння.

Підвищення ефективності виробництва забезпечується впровадженням адаптивних гібридів із високим генетичним потенціалом, використанням якісного насіння та удосконаленням технологій вирощування. Дослідження показують, що стабільність урожайності кукурудзи залежить не лише від генетичних особливостей сучасних гібридів, а й від їхньої здатності адаптуватися до умов конкретного регіону.

Погодні аномалії, особливо високі температури, є вагомим чинником зниження врожайності. Їхній збіг із критичними фазами розвитку культури порушує фізіологічні процеси й зумовлює значні втрати продуктивності. Тому для реалізації генетичного потенціалу соняшнику важливо забезпечити сприятливі умови росту та розвитку рослин протягом усього органогенезу.

Весна 2024 року була малосприятливою для початкового росту та розвитку кукурудзи. Заморозки на поверхні ґрунту які тривали до середини травня, хоча і були слабкими та нетривалими, проте призупиняли появу сходів та інтенсивний ріст рослин.

У травні–червні спостерігався дефіцит опадів, що за високих температур повітря спричинило пригнічення росту та денне в’янення рослин, хоча загальний стан посівів залишався задовільним. Поєднання високих температур та відсутність дощів у липні призвело до зниження вологозабезпеченості

посівів до недостатнього рівня та скорочення міжфазних періодів розвитку кукурудзи та співпало з найбільш вразливим етапом розвитку кукурудзи - цвітінням та формуванням репродуктивних органів. Так, до середини липня у рослин відмічалося викидання волоті. На кінець липня кукурудза знаходилася у фазі молочна стиглість.

Агрометеорологічні умови серпня, завдяки відсутності дощів у більшості днів та значному дефіциту опадів, поверненню спеки у другій половині місяця, були несприятливими для завершення формування врожаю кукурудзи. Ві кінці місяця почалося збирання кукурудзи

У 2025 році весна була дещо холодною, сходи з'явилися через 8 діб. У червні умови були сприятливими для росту і розвитку рослин. В липні чергувалися спекотні дні та рясні опади (90 мм), що забезпечило достатні вологозапаси грунту і й покращило стан рослин. Посушливий серпень істотно не вплинув на продуктивність кукурудзи завдяки запасам вологи липня. Тож погодні умови мали істотний й неоднаковий вплив на врожайність кукурудзи (табл. 2).

Таблиця 2

Врожайність кукурудзи залежно від строків і дози застосування азотних добрив під кукурудзу, т/га

Норма внесення азоту	Період внесення	Рік		Середня за два роки	Приріст до контролю	
		2024	2025		+-	%
N0	Без внесення азоту	6,75	7,21	6,98	–	–
N_{35}	У фазу 4-5 листків	7,48	7,99	7,74	0,76	11
N_{90}	Передпосівна культивація	8,46	8,97	8,72	1,74	25
N_{125} (90+35)	Передпосівна культивація + N_{35} у фазу 4-5 листків	8,99	9,43	9,21	2,23	32
N_{160} (125+35)	Передпосівна культивація + N_{35} у фазу 4-5 листків	9,28	9,77	9,53	2,55	36
	НІР05	0,41	0,43	-	-	-

У результаті дворічних досліджень простежується чітка залежність урожайності кукурудзи від норм і строків внесення азотних добрив. На контролі (без внесення азоту, N0) середній урожай становив 6,98 т/га, що відображає природний рівень продуктивності культури в умовах досліду.

Внесення 35 кг/га азоту у фазі 4–5 листків (N35) забезпечило підвищення врожайності до 7,74 т/га, тобто приріст становив 0,76 т/га (11%) порівняно з контролем. Це свідчить про позитивний вплив навіть відносно невеликих доз добрив у критичний період росту й розвитку рослин. Більш суттєві результати отримано за внесення 90 кг/га азоту перед сівбою (N90). У цьому варіанті врожайність зросла до 8,72 т/га, що на 1,74 т/га (25%) перевищує контроль. Це підкреслює важливість забезпечення рослин достатнім стартовим живленням у перші фази вегетації.

Найвищу ефективність показали варіанти із поєднанням основного внесення азоту з підживленням. Так, за дози N125 (90+35 кг/га) урожайність досягла 9,21 т/га, що на 2,23 т/га (32%) вище від контролю. Ще вищий результат спостерігався у варіанті N160 (125+35 кг/га) – 9,53 т/га, або приріст 2,55 т/га (36%). Проте цей приріст був неістотним по відношенню до попереднього варіанту досліду. В цілому застосування азотних добрив у передпосівну культивацію та в підживлення у фазу 4–5 листків створює більш рівномірне та тривале забезпечення рослин азотом упродовж вегетації, що є вирішальним для формування кошика й наливу насіння.

Слід відзначити, що різниця врожайності між варіантами (у яких вносилися азотні добрива) і варіантом N0 була статистично достовірною ($НІР_{05}$ = 0,41–0,43 т/га), що підтверджує реальність виявленої тенденції. Збільшення норми азотного удобрення до рівня N125 та N160 достовірно підвищувало збір зерна, оскільки найменша істотна різниця виявлена між усіма варіантами внесення азоту, за винятком найбільших норм. Між нормами N125 та N160 різниця виявилася не істотною, але тенденція до росту зберігалася.

Таким чином, оптимальним для підвищення продуктивності кукурудзи в умовах досліду є поєднання внесення азотних добрив у передпосівну

культивацію із підживленням у фазі 4–5 листків. Це забезпечує найкраще використання генетичного потенціалу сучасних гібридів і сприяє стабільності врожайності в різні роки вирощування.

Нами було розраховано окупність 1 кг добрив приростами врожаю кукурудзи (рис. 5).

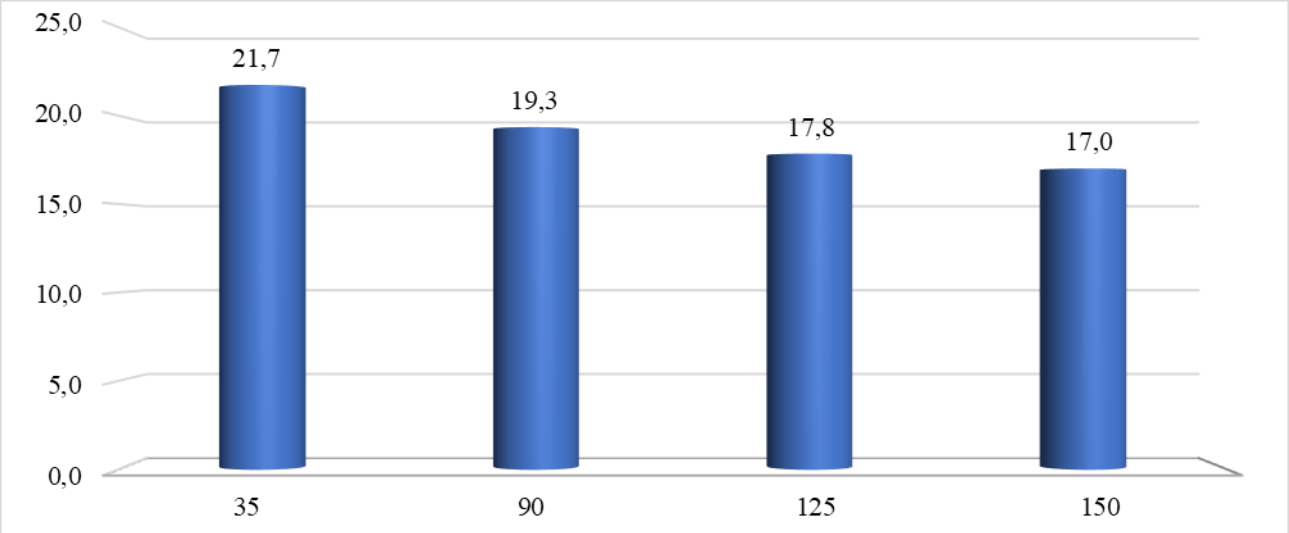


Рис. 5. Окупність 1 кг азотних добрив, приростом врожаю, кг

Як видно з рисунку окупність 1 кг добрив приростами врожаю мала обернену залежність і зменшувалася із збільшенням доз добрив.

Застосування дози N35 забезпечила окупність 1 кг добрив на рівні 21,7 кг приросту зерна. За їх внесення у передпосівну культивацію дозою 90 кг/га окупність знизилася до 19,3 кг. За дворазового внесення азотних добрив у передпосівну культивацію і в підживлення дозами 125 і 160 кг/га д.р. даний показник був найменшим і становив 17,8 і 17,0 кг. Це означає, що віддача додаткових добрив знижується.

4.3. Вплив удобрення на структурний аналіз зерна кукурудзи

Формування елементів структури врожаю кукурудзи є складним багатофакторним процесом, що зумовлюється поєднанням генетичного потенціалу гібридів, ґрунтово-кліматичних умов та рівня застосованих агротехнічних заходів. Визначальними серед них є своєчасне проведення

основного та передпосівного обробітку ґрунту, оптимальні строки і густота стояння рослин, система удобрення, захист від бур’янів, шкідників і хвороб, а також раціональне використання зрошення або вологи природного походження.

Особливо важливу роль відіграє правильний добір гібридів, здатних максимально реалізувати свій потенціал продуктивності в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Водночас погодні чинники — температура, кількість опадів, сонячна радіація та їх поєднання упродовж вегетаційного періоду – виступають обмежувальними або стимулювальними детермінантами формування врожайності [44].

У процесі органогенезу кукурудзи відбувається послідовне формування таких елементів структури врожаю, як кількість рослин на одиниці площі, кількість качанів, їх розмір, кількість рядів зерен у качані, число зерен у ряду та маса 1000 зерен. Кожен із цих показників формується під дією комплексу зовнішніх і внутрішніх факторів, причому їх вплив є не ізольованим, а взаємопов’язаним [45].

Розуміння закономірностей формування елементів структури врожаю та своєчасна корекція агротехнічних прийомів відповідно до умов конкретного року є ключовою передумовою досягнення стабільно високої врожайності. Важливість цих показників пояснюється їх багатофакторною природою, адже кожен із них займає специфічне місце у загальній системі формування продуктивності культури, а їх взаємодія визначає кінцевий рівень урожайності та якісні параметри зерна

Серед найважливіших – науково-обгрунтована система удобрення, наявність продуктивної вологи у ґрунті, сприятливі метеорологічні умови упродовж вегетаційного періоду. Окрім того, істотний вплив мають добір гібридів і застосування відповідних агротехнологій.

Нами було зроблено структурний аналіз качанів кукурудзи, результати якого наводяться в табл. 3.

Таблиця 3

Вплив строків і доз внесення азотних добрив на довжину і масу качана кукурудзи

Норма внесення азоту	Період внесення	Довжина качана		Середня за два роки	Маса зерна з качана		Середня за два роки
		2024 р.	2025 р.		2024	2025	
N0	Без внесення азоту	16,8	17,3	17,1	101,3	107,1	104,2
N_{35}	У фазу 4-5 листків	17,8	18,2	18,0	111,2	114,3	112,8
N_{90}	Передпосівна культивація	18,2	18,5	18,4	125,2	130,1	127,7
N_{125} (90+35)	Передпосівна культивація + 4-5 листків	18,4	18,7	18,6	131,9	138,8	135,4
N_{160} (125+35)	Передпосівна культивація + 4-5 листків	18,4	18,6	18,5	137	142,4	139,7
	НІР05			-	-	-	

У контрольному варіанті без внесення азоту (N0) середня довжина качана становила 17,1 см**.** Навіть мінімальна доза азоту N35 (фаза 4–5 листків) забезпечила її збільшення до 18,0 см**,** тобто приріст склав 0,9 см**.** Подальше підвищення норми азоту сприяло стабільному наростанню цього показника: у варіанті N90 довжина качана зросла до 18,4 см**,** а за комбінованого внесення N125 (90+35) – до 18,6 см, що є найвищим результатом серед усіх варіантів. Варіант N160 (125+35) не дав додаткового збільшення (18,5 см), що свідчить про досягнення певної межі, коли рослини вже не реагують істотним подовженням качана на додаткове внесення азоту. Отже, оптимальним рівнем для формування найбільшої довжини качана виявилася доза N125.

За контрольного варіанту досліду середня маса зерна з качана становила 104,2 г**,** що відображає природний потенціал рослин за даних умов. Внесення N35 підвищило цей показник до 112,8 г (+8,6 г відносно контролю). Значно вищий приріст забезпечило основне внесення N90, де маса зерна з качана

зросла до 127,7 г (+23,5 г порівняно з контролем). Максимальні результати зафіксовані у варіантах із комбінованим внесенням: N125 (135,4 г) **і** N160 (139,7 г)**.** У цих варіантах приріст порівняно з контролем становив відповідно +31,2 г (30 %) та +35,5 г (34 %)**.** Це свідчить, що саме поєднання основного удобрення із підживленням забезпечує найбільш повне використання генетичного потенціалу культури, тоді як просте підвищення дози (N160) дає лише відносно невеликий додатковий ефект у порівнянні з N125.

Отже, виходячи із зазначеного можна зробити висновок про те, що внесення азоту сприяло чіткому зростанню як довжини качана, так і маси зерна з качана, проте реакція культури мала виражений поріг насичення**:** після дози N125 подальше підвищення норми (N160) не забезпечувало значного приросту довжини качана, а приріст маси зерна був відносно невеликим.

Найбільша віддача від внесення азоту спостерігалась при переході від контрольного варіанту до N90, що підкреслює важливість достатнього стартового живлення. Оптимальним у досліджуваних умовах можна вважати варіант N125 (90+35)**,** який забезпечив найбільше збільшення довжини качана і майже максимальну масу зерна без зайвих витрат добрив.

При визначенні структури качана одним з головних його показником є маса 1000 зерен. Нами було встановлено, що на його величину впливають дози добрив (табл. 4).

Таблиця 4

Варіювання маси 1000 зерен та виходу зерна кукурудзи залежно від норми азотних добрив

Варіант	M1000 (г) ± SD	CV (%)	Δ M1000 vs N0 (г)	Δ% vs N0	Вихід зерна (%) ± SD
N0 (контроль)	310,2 ± 25,6	8,25	0,0	0,00	**87,2 ± 0,31**
N35 (4–5 листків)	345,1 ± 9,1	2,64	+34,9	+11,25%	85,5 ± 0,65
N90 (перед посівом)	377,0 ± 6,5	1,72	+66,8	+21,53%	86,2 ± 0,30
N125 (90+35)	385,2 ± 6,4	1,66	+75,0	+24,18%	86,2 ± 0,33
N160 (125+35)	389,3 ± 5,3	1,36	+79,1	+25,50%	86,2 ± 0,28

У нашому досліді прослідковується чітка позитивна залежність маси 1000 зерен від дози азотних добрив. Даний показник підвищується при збільшенні норми азоту: від 310,2 г (N0) до 389,3 г (N160). Максимальний приріст проти контролю — +79,1 г (≈ +25,5%) при застосуванні дози N160. Найбільше це збільшення було при переході від N0 → N90 (приблизно +21,5%), що підкреслює важливість забезпечення рослин азотом у початкові періоди росту.

Результати одержаних даних свідчать також і про підвищення стабільності зі збільшенням дози азотних добрив. SD і CV M1000 суттєво зменшуються при внесенні добрив: CV від 8,25% (N0) до 1,36% (N160). Тобто підживлення азотом не лише збільшує масу насінини, але й робить цей показник більш однорідним між повтореннями – краще заповнення насіння і менший рівень варіабельності.

Подальше збільшення норми добрив до N160 дає лише незначний додатковий приріст M1000 (389,3 vs 385,2 = +4,1 г). Із цього можна припустити, що економічно та екологічно сумнівно давати більші дози, якщо приріст такий незначний.

Характеризуючи показник вихід зерна (%), то можна сказати, що його зміни незначні та непостійні. Варіант, де добрив не вносили, мав найвищий вихід зерна — 87,2 %. При N35 спостерігалося незначне зниження даного показники до 85,5 %, а при N90–N160 вихід стабілізується на ≈ 86,2%. Різниці невеликі (приблизно ±1% відносно контролю) і з огляду на величини SD – можуть бути в межах експериментальної варіабельності.

Отже, азотні добрива суттєво збільшує масу насінин, але незначною мірою впливали на вихід зерна – який змінювався в інтервалі 85,5–87,2 %.

4.4 Вплив азотних добрив на якісні показники зерна кукурудзи

Критерієм ефективного застосування добрив є отримання якісного врожаю. Вміст жиру у зерні кукурудзи міститься в невеликій кількості (4–8 %),

але є цінним джерелом енергії та вітаміну Е, особливо у високоолійних гібридах, що важливо для кормовиробництва та птахівництва. Протеїн кукурудзи (який може становити 10–16%) має незбалансований амінокислотний склад, бідний на лізин та триптофан, тому для підвищення його біологічної цінності кукурудзу слід комбінувати з іншими білковими кормами або молочними продуктами.

Висока природна родючість ґрунту та сприятливі агрометеорологічні умови у варіанті без удобрення сприяли формуванню зерна з найвищими кормовими якостями за показниками вмісту білка та жирів (табл. 5).

Таблиця 5

Якісні показники зерна кукурудзи залежно від рівня азотного живлення (середні за 2024–2025 рр.)

Варіант досліду	Вміст білка	±до контролю	Вміст жиру	±до контролю
N0 (контроль)	12,0	–	4,00	–
N35 (у фазу 4–5 листків)	11,6	-0,4	3,90	-0,1
N90 (у передпосівну культивацію)	11,7	-0,3	3,92	-0,08
N125 (N90 у передпосівну культивацію + N 35 підживлення)	11,8	-0,2	3,92	-0,08
N160 (N 125 у передпосівну культивацію + N 35 у підживлення)	11,7	-0,3	3,95	-0,05

Високі дози азотних добрив забезпечували найбільше наближення цих показників до контрольних. Зниження вмісту білка і жиру в рослинах у варіантах з внесенням азотних добрив можна пояснити "розбавлення" білка та вуглеводів, де азот стимулює ріст вегетативної маси, а не накопичення білків і жирів. Надлишок азоту призводить до інтенсивного росту зеленої маси, зменшуючи відносну частку інших речовин, включаючи білки і жири, в одиниці врожаю. Крім того, надлишок азоту може пригнічувати процеси синтезу білків і жирів, спрямовуючи енергію рослини на ріст листків і стебел.

На основі даних щодо вмісту білка і жиру в зерні кукурудзи ми розрахували умовний їх збір з одиниці площі (рис. 6).

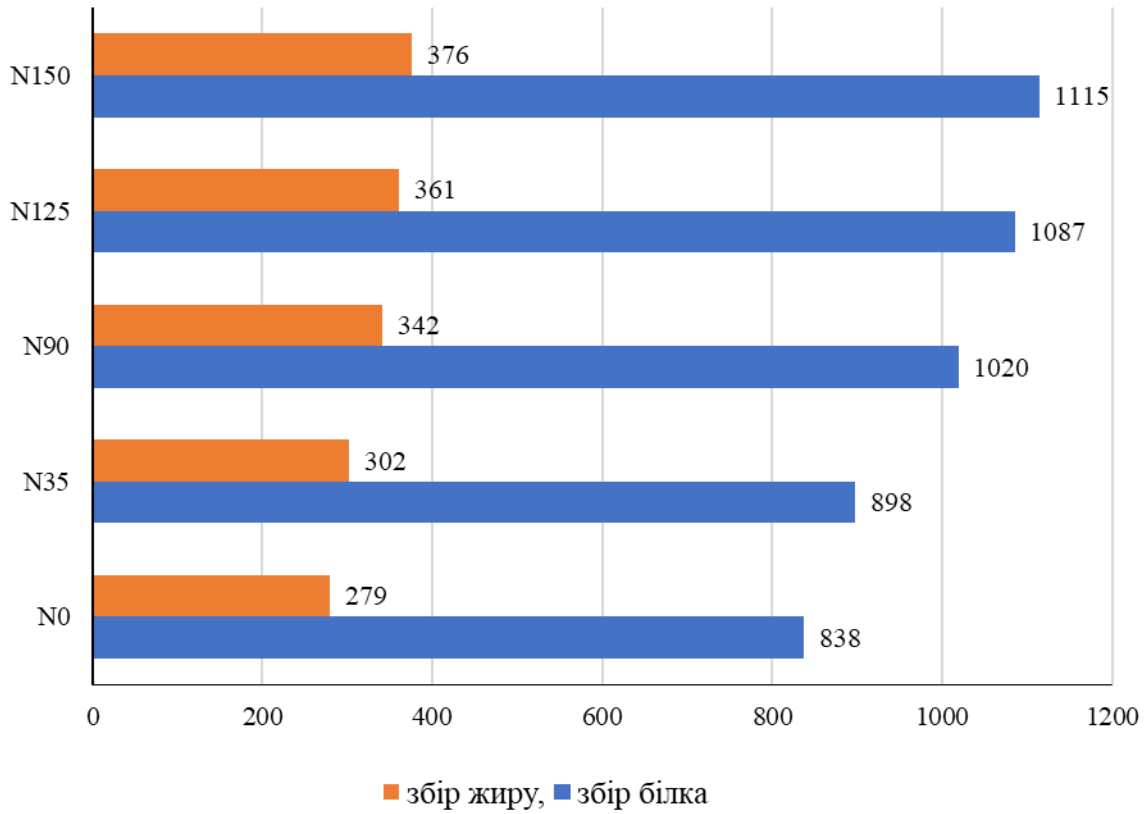


Рис. 6. Вплив норм внесення азоту на збір поживних кормових компонентів у зерні кукурудзи, кг/га

Не дивлячись на те, що вміст білка дещо знижувався під впливом удобрення, про те його умовний збір 1 га збільшувався з підвищенням дози добрив на 7–33 % і найвищим був у варіантах N125–160 (1087 і 1115 кг/га). Аналогічні показники були і щодо вмісту жиру.

Отже, азотні добрива сприяли підвищенню не лише врожайності кукурудзи, але й збору білка і жиру з 1 га.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У діяльності будь-якого суб'єкта господарювання, незалежно від енергетичної оцінки, важливий економічний кінцевий результат. Якщо він негативний або рівний виробничим витратам, то розвиток та існування галузі неможливе. На сучасному етапі особливе значення має виробництво дешевого, але енергонасиченого корму. З огляду на це ми провели економічну оцінку різних варіантів удобрення кукурудзи. Усі розрахунки проведено з урахуванням технологічних карт, і розцінок, форм оплати праці, витрат за насіння, добрива, гербіциди, паливно-мастильні матеріали та інші матеріальні затрати у цінах 2025 року. Вихідними даними для визначення витрат і ефективності роботи є: технологічна карта вирощування кукурудзи [46].

Суму виробничих затрат на 1 га по окремих варіантах визначали розраховуючи спочатку суми додаткових затрат по кожному варіанту. В додаткові затрати по різних варіантах досліду відносять: 1) вартість добрив; 2) суму амортизації спеціальних машин, обладнання і інших основних засобів додатково використаних в досліді; 3) затрати на перевезення додатково використаних добрив, машин; 4) затрати на приготування добрив; 5) затрати на внесення додаткової кількості добрив і експлуатацію спеціальних машин; 6) затрати на збір додаткового врожаю; 7) затрати на перевезення додаткового врожаю; 8) оплата робітників за додаткові затрати праці; 9) інші додаткові затрати пов’язані з проведенням досліду. Результати розрахунків економічної ефективності різних норм мінеральних добрив при вирощуванні зерна кукурудзи наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Економічне обґрунтування доцільності застосування азотних добрив (станом 1.09.2025)

Показник	Варіант досліду				
	N0	N35	N90	N125	N160
Урожайність, т/га	6,98	7,74	8,72	9,21	9,53
Приріст врожаю, т/га	–	0,76	1,74	2,23	2,55
Ціна реалізації продукції, грн./т	6610	6610	6610	6610	6610
Вартість валової продукції, грн	46137,8	51161,4	57639,2	60878,1	62993,3
в т.ч. додаткової, грн/га	–	5023,6	11501,4	14740,3	16855,5
Матеріально-грошові витрати, грн./га	39072	41789	46060	48778	51496
-в т.ч. додаткові	–	2717	6988	9706	12424
Собівартість продукції, грн./т	5597,7	5399,1	5282,1	5296,2	5403,6
Умовно-чистий прибуток, грн./га	7066	9372	11579	12100	11497
в т.ч. додатковий	–	2306,6	4513,4	5034,3	4431,5
Рівень рентабельності, %	18	22	25	25	22

Як зазначалося раніше, азотні добрива суттєво підвищували врожайність кукурудзи. Разом з цим зростали витрати на придбання, внесення азотних добрив. Найвищі матеріально-грошові витрати (51496 грн/га) були за поєднання передпосівного внесення азоту дозою N125 кг/га + N35 кг/га у підживлення.

Собівартість показує загальну суму витрат підприємства, пов'язаних із виробництвом та реалізацією одиниці продукції або послуги. Це ключовий показник ефективності, що включає витрати на сировину, матеріали, оплату праці, амортизацію, енергію, а також інші прямі та непрямі витрати. Знаючи

собівартість, можна аналізувати прибутковість бізнесу, встановлювати ціни та виявляти резерви для зниження витрат. Порівняно з ділянкою, де добрив не вносили, усі інші варіанти досліду мали тенденцію до зниження собівартості. Найменшою вона була за внесення N90 кг/га + N35 кг/га д.р., у цьому ж варіанті спостерігався найвищий умовно-чистий прибуток, який становив 12100 грн/га. Рівень рентабельності виробництва у досліді був не високим і не перевищував 25 %.

Отже, за рівнем врожайності та економічною ефективністю кращою виявився варіант з внесенням азотних добрив дозою N90 у передпосівну культивацію + N 35 підживлення.

РОЗДІЛ 6
БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ

6.1. Безпека праці при застосуванні мінеральних добрив і пестицидів

Мінеральні добрива, регулятори росту рослин, пестициди та інші хімічні речовини широко увійшли в практику рослинництва в сільському господарстві. Вони забезпечують отримання високих врожаїв. Проте, всі ці речовини в тій чи іншій мірі небезпечні для людського здоров'я та навколишнього середовища. Необережне їх використання може завдати величезної, часто непоправної шкоди не лише працюючим з ними особам, але й іншим людям та навколишньому середовищу [47].

Основні шляхи профілактики отруєнь пестицидами і мінеральними добривами:

- дотримання норм, правил та інструкцій з охорони праці під час роботи з ними; – застосування засобів колективного та індивідуального захисту працюючих;
- суворе дотримання кратності обробок посівів і норм витрат хімічних препаратів;
- проведення хімічних обробок на достатній відстані від населених пунктів, ферм, водойм при дозволених швидкостях вітру;
- витримування термінів останньої обробки рослин до збору врожаю;
- застосування лише вивчених, дозволених препаратів.

Особи, діяльність яких пов'язана з транспортуванням, зберіганням, застосуванням пестицидів і агрохімікатів, повинні мати допуск (посвідчення) на право роботи із ними. До роботи з пестицидами і мінеральними добривами допускаються особи, які не мають медичних протипоказань і пройшли медичні огляди (при вступі на роботу та періодичні – у процесі роботи). Не

допускаються до таких робіт особи молодше 18 років, вагітні й жінки-годувальниці.

Особи, які залучаються для роботи з пестицидами, щорічно проходять навчання та інструктаж з охорони праці. Тривалість робочого дня під час роботи з високотоксичними пестицидами – 4 години (з доопрацюванням – 2 години на роботах, які не пов'язані з пестицидами); із іншими – 6 годин. Усі роботи з пестицидами й мінеральними добривами повинні бути максимально механізовані. Виконують їх із застосуванням засобів індивідуального захисту, ряд робіт виконують у протигазах або респіраторах.

Пестициди й мінеральні добрива зберігають в окремих будівлях. Спільно з ними не можна зберігати хімічні консерванти кормів, кормові добавки, фарби, лаки, харчові продукти та інше. Пестициди зберігають у заводській тарі (бочках, барабанах, каністрах, скляних бутлях, коробках тощо). На тарі всіх видів повинні бути зазначені найменування препарату, номінальний відсоток діючої речовини, група пестициду, знак небезпеки, маса нетто, а також написи: «Вогненебезпечно» або «Вибухонебезпечно». Пролиті й розсипані речовини слід негайно видаляти і знешкоджувати. Для цього на складі повинні міститися знешкоджувальні речовини – хлорне вапно, кальцинована сода та інші.

Перевозять пестициди та агрохімікати у присутності відповідальної особи на спеціально обладнаному транспорті, у справній і добре закритій тарі. Будь-які інші вантажі або харчові продукти спільно з ними перевозити заборонено.

Перед початком робіт із обробки сільгоспугідь всю техніку, що використовуватиметься, перевіряють на справність, регулюють розташування робочих органів, норму витрати рідини, випробовують на воді. На корпуси машин наносять написи, що вказують на необхідність застосовувати при роботі засоби індивідуального захисту. Такі машини повинні бути обладнані бачком із водою для миття рук.

Обробку з використанням вентиляторних і штангових тракторних обприскувачів проводять при швидкості вітру не більше 4 м/с із максимально можливим рухом агрегату проти вітру і на відстані не менше 300 м від

населених пунктів, джерел водопостачання, громадських місць відпочинку й ділянок проведення ручних робіт із догляду за культурами.

Заправку обприскувачів проводять закритим способом по герметичних шлангах, попередньо профільтрувавши неоднорідні рідини (щоб уникнути закупорки форсунок). Кабіни тракторів під час внесення пестицидів повинні бути повністю засклені і закриті.

По периметру ділянки, що підлягає обробці, на відстані видимості встановлюють знаки безпеки та попереджувальні написи (наприклад: «Оброблено пестицидами!»). Забирають їх після закінчення карантинних термінів. Від ділянок, що підлягають обробці, завчасно вивозять пасіки на відстань не менше 5 км і повертають назад через 1-7 діб залежно від використаних хімічних препаратів (конкретні терміни наведені у відповідних інструкціях до препаратів).

У польових умовах під час підвищеної температури повітря весною або влітку пестициди потрібно використовувати тільки вранці або ввечері, як виняток, допускається проведення обробок у денні години у похмурі й прохолодні дні, щоб уникнути їх швидкого випаровування та можливого отруєння людей.

Для профілактики отруєння хімічними речовинами важливе значення мають режим і склад харчування, дотримання правил особистої гігієни. Токсичні речовини легше всмоктуються в кров при відсутності їжі в шлунку, тому перед роботою з хімічними препаратами важливий прийом їжі, у тому числі рідкої (рідина прискорює виведення отрути з організму). Не дозволяється пити, курити, вживати їжу під час роботи з хімічними речовинами. Після роботи з пестицидами й мінеральними добривами слід прийняти душ. Майданчики для відпочинку і прийому їжі, а також продукти, вода повинні бути не ближче 200 м від місць роботи з пестицидами (в ізольованих приміщеннях).

Дотримання вимог охорони праці, належна організація робіт дасть змогу провести догляд за посівами без отруєнь, професійних захворювань, травм і аварій.

6.2. Екологічні засади застосування мінеральних добрив

Мінеральні добрива є важливим інструментом для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Однак їх неправильне використання може негативно вплинути на довкілля. Дотримання екологічних засад є ключовим для збереження родючості ґрунтів та мінімізації шкідливого впливу на навколишнє середовище [48].

Основні принципи екологічно безпечного використання мінеральних добрив:

1. Точний розрахунок доз:

- Агрохімічний аналіз ґрунту: перед внесенням добрив необхідно провести детальний аналіз ґрунту, щоб визначити точну потребу рослин у поживних речовинах.
- Індивідуальний підхід: дози та норми добрив слід розраховувати індивідуально для кожного поля з урахуванням типу ґрунту, культури, кліматичних умов та очікуваного врожаю.

2. Оптимальні строки внесення:

- Внесення під культуру: добрива слід вносити безпосередньо під культуру, щоб уникнути втрат поживних речовин внаслідок вимивання або вивітрювання.
- Основне внесення слід проводити під глибокий обробіток ґрунту, аби уникнути вивітрювання діючих речовин добрив.
- Глибина загортання: глибина загортання добрив має відповідати глибині розростання кореневої системи рослин.

3. Вибір видів добрив:

- Комплексні добрива: перевагу слід надавати добривам, які містять кілька поживних речовин у доступній для рослин формі та максимально підходять до ваших полів за результатами аналізів ґрунту.
- Добрива пролонгованої дії: ці добрива поступово віддають поживні речовини, зменшуючи ризик вимивання.

4. Захист водних ресурсів:

- Заборона внесення добрив у водоохоронних зонах: не допускається внесення добрив у водоохоронних зонах річок, озер та інших водойм.
- Внутрішньоґрунтове внесення: смугове внесення добрив дозволяє зменшити їх змив у водойми в порівнянні з поверхневим внесенням.

5. Збереження ґрунтової біоти:

- Чергування культур: чергування культур сприяє збереженню ґрунтової біоти та підвищенню родючості ґрунту.
- Використання органічних добрив: внесення органічних добрив покращує структуру ґрунту, збільшує його вміст гумусу та стимулює розвиток корисної мікрофлори.

Негативні наслідки неправильного використання мінеральних добрив:

- забруднення ґрунтових вод: вимивання нітратів та фосфатів у ґрунтові води може призвести до їх забруднення та евтрофікації водойм.
- забруднення повітря: випаровування аміаку з добрив сприяє забрудненню атмосферного повітря.
- зменшення біорізноманіття: надмірне використання добрив може призвести до загибелі корисних мікроорганізмів у ґрунті та зниження біорізноманіття.
- деградація ґрунтів: порушення кислотно-лужного балансу ґрунту, засолення, ущільнення – це лише деякі з проблем, які можуть виникнути внаслідок неправильного застосування добрив.

У сучасних умовах, забруднення навколишнього середовища зумовлене не тільки кількістю внесених добрив, а ще й недотримання хімізації

землеробства, використанням недосконалих або екологічно несприятливих технологій.

Під час внесення добрив можливий також нерівномірний розподіл по ділянці поля, тобто перекидання на вже внесеній ділянці, що призведе до перевищення допустимих норм, що суттєво знижує їх ефективність. Таким чином, ефективність азотних добрив зменшується на 40–50 %, фосфорних – на 35–40 %, калійних і комплексних – на 15–20 %, при цьому різко загострюється екологічна ситуація через надмірно високий вміст елементів живлення.

У результаті нерівномірного внесення мінеральних добрив, проростання вегетативної маси польових культур відбувається також нерівномірно, що призведе до суттєвих втрат врожаїв.

Щоб підвищити коефіцієнт використання елементів живлення, слід впроваджувати високопродуктивні агрегати для внесення добрив, які зможуть забезпечити рівномірне поверхневе або локальне внесення, тим самим покращити екологічну ситуацію на полі.

Окрім правильного використання добрив, обов’язково потрібно пам’ятати про обґрунтоване внесення меліорантів, таких як: дефекат, вапняк гранульований або крейда.

Іноді аграрії використовують відходи багатьох підприємств шкіряної та хімічної промисловості для вапнування ґрунтів. Ці відходи можуть містити велику кількість токсичних речовин. Зазвичай 3 т меліорантів промислового походження містять не більше 2 т карбонату кальцію. Для прикладу, фосфогіпс містить велику кількість фтору і низку інших токсичних елементів, тому його застосування для меліорації повинно бути строго контрольованим.

Слід зауважити, що застосовувати мінеральні добрива, в першу чергу азотні, потрібно виважено, з науково обґрунтованою нормою та урахуванням типу ґрунту, вмісту нітратів, нітритів та токсинів у баластних речовинах цих самих добрив. Дотримання екологічних засад застосування мінеральних добрив є важливим внеском у збереження довкілля та забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

ВИСНОВКИ

За результатами дослідження впливу різних строків і доз азотних добрив на продуктивність кукурудзи гібриду СИ Марімба в умовах СФГ «Голінка» Обухівського району Київської області встановлено:

1. Урожайність зерна кукурудзи формується максимальною за внесення норми N160, проте вона не істотно відрізняється від дії норми N125 і становить 12,99–13,28 т/га, що на 20,8–23,5 % більше, ніж на контролі. Окупність кожного додаткового кілограма азоту зерном кукурудзи поступово зменшується.

2. Збільшення норм внесення азотних добрив під зернову кукурудзу від N90 до N125-160 поліпшує біометричні властивості основного врожаю за такими показниками, як маса зерна у початку та маса 1000 зерен.

3. Високі дози азотних добрив практично не впливали на вміст білка та його збір з 1 га, то можна сказати, що і його зміни під впливом цього чинника був незначним та непостійним.

4. Максимальні норми азоту не поліпшують показники вмісту жирів та протеїнів у зерні, проте завдяки підвищенню його збору зумовлюють вагоме збільшення виходу поживних кормових речовин до найбільшого рівня – 1087 і 1115 кг/га протеїнів та 361–376 кг/га жиру.

5. За економічною ефективністю кращою виявився варіант з внесенням азотних добрив дозою N90 у передпосівну культивацію + N 35 підживлення за якого одержано 12100 грн/га чистого прибутку в т.ч. додаткового – 5034,3 грн/га за рівня рентабельності виробництва 25 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами вивчення впливу норм азотних добрив в умовах СФГ «Голінка» Обухівського району Київської області на продуктивність кукурудзи гібриду СИ Марімба рекомендуємо вносити азотні добрива дозою N125 з поділом норми на дві дози: N90 у передпосівну культивацію та N35 – у фазі 4–5 листків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грабовський М.Б., Федорук Ю.В., Правдива Л.А., Грабовська Т.О. Вплив рівня мінерального живлення на ріст, розвиток та водоспоживання рослин сорго цукрового та кукурудзи в одновидових та сумісних посівах. Таврійський науковий вісник. 2018. No103. С. 27–35.

2. Дудка М.І., Якунін О.П., Пустовій С.І. Вплив позакореневого підживлення на формування зернової продуктивності кукурудзи за вирощування її після соняшнику. Таврійський науковий вісник. 2020. No115. С. 42–48. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.6.

3. Захарченко Е.А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2019. No4 (38). С. 8–14.

4. Hubert, B., Rosegrant, M., van Boekel, M. A. J. S., & Ortiz, R. (2010). The Future of Food: Scenarios for 2050. Crop Science, 50, 33–50. https://doi.org/10.2135/cropsci2009.

5. Shahbandeh, M. (2025). Grain production worldwide 2024/25, by type. Statista. Retrieved from: https://www.statista.com/statistics/263977/world-grain production-by-type/.

6. Grote, U., Fasse, A., Nguyen, T. T., & Erenstein, O. (2021). Food security and the dynamics of wheat and maize value chains in Africa and Asia. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4, 617009. https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.617009 Scientific Progress & Innovations 28 (1) 47

7. Poole, N., Donovan, J., & Erenstein, O. (2021). Agri-nutrition research: Revisiting the contribution of maize and wheat to human nutrition and health. Food Policy, 100, 101976. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101976.

8. Tsyhanskyi, V. I. (2022). Formation of corn productivity depending on the use of modern biological fertilizers in the Forest-steppe right bank. Agriculture and Forestry, 27, 15–24. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-2.

9. Ukraine corn area, yield and production. USDA. Retrieved from: https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=UP& crop=Corn.

10. Yermakova, L. M., Krestianinov, Ye. V. (2016). Maize yields in reliance on fertilizers and hybrids on dark gray ashed soils. Scientific Progress & Innovations, 4, 63–65. https://doi.org/10.31210/visnyk2016.04.12.

11. Іванишин О.С. Показники структури урожаю зерна кукурудзи залежно від гібриду, норми добрив та мікродобрива в умовах лісостепу західного. «Young Scientist». 2021. No 3(91). С. 15–19. https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-3-91-4.

12. Рудавська Н.М., Гук Р.М. Вплив удобрення на формування врожаю гібридів кукурудзи. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2017. Вип. 61. С. 123–134

13. Сеник І.І., Оничко В.І., Наумов Є.О.Динаміка висоти рослин кукурудзи залежно від форм і норм внесення азотних добрив в умовах Північного Сходу України. Аграрні інновації. 2023. No20. С. 69–75. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.

14. Selassie, Y. G. (2015). The effect of N fertilizer rates on agronomic parameters, yield components and yields of maize grown on Alfisols of North-western Ethiopia. Environmental Systems Research, 4 (1). https://doi.org/10.1186/s40068-015-0048-8

15. Miao, Y., Mulla, D. J., Robert, P. C., & Hernandez, J. A. (2006). Within-field variation in corn yield and grain quality responses to nitrogen fertilization and hybrid selection. Agronomy Journal, 98(1), 129–140. https://doi.org/10.2134/agronj2005.0120.

16. Kasno, A., Rivaie, A. A., Tafakresnanto, C., Pratiwi, E., Karmawati, E., Siregar, A. F., Hatta, M., & Sutriadi, M. T. (2024). Nitrogen dynamic and precise management to predict corn yield in tropical upland acid soils. Global Journal of Environmental Science and Management, 10 (4), 1843–1858. https://doi.org/10.22034/gjesm.2024.04.21 11. Chaika, T. O., Korotkova, I. V., & Lotysh, I. I. (2024).

17. Чайка Т. О., Короткова І. В., Лотиш І. І. Особливості вирощування кукурудзи методами органічного сільського господарства. Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва: Матеріали ІІІ Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (28 листопада 2024 року, м. Полтава). / Редкол.: В.В. Гангур (відп. ред.) та ін. Полтава: ПДАУ, 2024. 151 с.

18. Bender R. R., Haegele J. W., Ruffo M. L., Below F. E. Nutrient uptake, partitioning, and remobi lization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. Agron J. 2013. 105. P. 161–170.

19. Андрущенко В., Дебруїн Д., Бутзен С. Споживання азоту кукурудзою. Агроном. 2019. № 1. С. 132–138. URL: https://www.agronom.com.ua/ spozhy-vannya-azotukukurudzoyu

20. Пащенко Ю.М., Борисов В.М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи : монографія. Дніпропетровськ: Арт-прес, 2009. 224 с.

21. Логінова І. Секрети кукурудзяного успіху. Агроиндустрия. 2019. № 7. С. 22-32. Електронний ресурс. URL: https://infoindustria.com.ua/sekreti-kukurudzyanogousipihu

22. Kutsenko, O. M., Liashenko, V. V., Chaika, T. O., Keda, L. Yu. (2023). Peculiarities of growth, development, and formation of corn hybrids' productivity depending on sowing time. Taurian Scientific Herald, 134, 79–88. https://doi.org/10.32782/2226 0099.2023.134.12

23. Шинкарук Л.В. Вплив макро- і мікродобрив на врожайність кукурудзи. Агрохімія і ґрунтознавство. 2021. No1. С. 162–166.

24. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур: 3-тє вид., переробл. Львів:Українські технології, 2021. 284 с.

25. Masclaux-Daubresse C., Daniel-Vedele F., Dechorgnat J., Chardon F., Gaufichon L., Suzuki A. Nitrogen uptake, assimilation and remobilization in plants:

challenges for sustainable and productive agriculture. Ann Bot. 2010 .Jun/ Vol. 105 (7). P. 1141–1157.

26. Заверталюк В. Ф. Реакція гібридів кукурудзи на рівень мінерального живлення і густотустояння рос-лин. Бюл. Інститут зернового господарства УААН. 2001. No17. С. 70–72

27. Omonode R. A., Halvorson A. D., Gagnon B., Vyn T. J. Achieving Lower Nitrogen Balance and Higher Nitrogen Recovery Efficiency Reduces Nitrous Oxide Emissions in North America's Maize Cropping Systems. Front Plant Sci. 2017. Vol. 8. P. 1080.

28. Stasiv O., Olifir Y. Formation of Corn Productivity in Crop Rotation Depending on Long-Term Fertilization and Liming. Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Vol. 358 (57) 1. P. 29–40

29. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на удобрення та економічна ефективність вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 106. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2019. С. 63–69.

30. Onken A. B., Matheson R. L., Nesmith D. M. Fertilizer nitrogen and residual nitrate-nitrogen effects on irrigated corn yield. Soil Sci. Soc. Am. J. 1985. Vol. 49. P. 134–139.

31. Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алєксєєв О. О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с.

32. Лога О. Ефективність міжрядного підживлення кукурудзи азотними добривами. Агроном. 24 липня 2025 р. Режим доступу: https://www.agronom.com.ua/efektyvnist-mizhryadnogo-pidzhyvlennya-kukurudzy-azotnymy-dobryvamy/

33. Bundy L. G. Side dressing nitrogen: useful on all soils? Proc. of the 2006 Wisconsin Fertilizer, Aglime&Pest Management Conference. 2006. Vol. 45. P. 39–43. URL: download?doi= http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/ 10.1.1.612.501&rep=rep1&type=pdf (Accessed 22 April 2022).

34. Randall G., Schmitt M. Strategies for split N applications in 2004. Proceedings Wisconsin Fertilizer, Aglime and Pest Management Conference. 2004. Vol. 43. P. 60–67.

35. Іванюк В., Гнатів П., Оліфір Ю. Вплив азотних добрив на формування врожаю зерна кукурудзи й ефективність використання азоту. Агрохімія і грунтознавство. 2023. №6. С. 170–176.

36. Хавхун А. А. Вплив мінерального живлення на ростові процеси рослин кукурудзи в умовах Лісостепу Правобережного. Український журнал природничих наук. 2024. №7. С. 190–196.

37. Halvorson A. D., Grosso S.J.D., Alluvione F. Nitrogen Source Effects on Nitrous Oxide Emissions from Irrigated No-Till Corn. Journal of Environmental Quality. 2010. Vol. 39. P. 1554–1562.

38. Ляхно А. Ю. Врожайність і якість зерна кукурудзи залежно від форм азотних добрив. Scientific Progress & Innovations. 2025. № 28 (1). С. 43–49.

39. Молдован В. Г., Молдован Ж. А Ефективність використання азотних добрив у прикореневому підживленні кукурудзи. Агроном. 13.05. 2023.

40. Ковальчук І. В. Новинки селекції гібридів кукурудзи компанії «Сингента» у 2020 році. Електронний ресурс https://www.syngenta.ua/en/news/kukurudza/novinki-selekciyi-gibridiv-kukurudzi-kompaniyi-singenta-u-2020.

41. Чорнозем. Види, характеристика, використання чорнозему. Електронний ресурс. Режим доступу: https://www.bud-servis.if.ua/cornozem-vidi-harakteristika-vikoristanna-cornozemu.

42. ДСТУ 4525:2006. Кукурудза. Технічні умови. Чинний від 2007-04-01. (2007). Київ, 2007. https://online.budstandart.com/ua/catalog/ docpage.html?id_doc=73139.

43. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Чинний від 2004-01-01. Київ, 2003. Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=91465.

44. Каленська С.М., Говенько Р.В. Продуктивність кукурудзи залежно від забезпечення тепло-вими одиницями та живлення різними видами азотних добрив. Наукові праці Інституту біо-енергетичних культур і цукрових буряків. 2022. Вип. 30. С. 112–121.

45. Асанішвілі Н.М., Буслаєва Н.Г., Шляхтурова С.П. Вплив агрохімічного навантаження на забезпеченість рослин елементами живлення та врожайність кукурудзи в Лісостепу. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2020. Вип. 32. С. 9–19.

46. Нетреба О.О. Ефективність вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення півдня України залежно від гібридного складу та екологічного пункту випробування. Бюлетень Інститут зернових культур. 2011. С. 23–27.

47. Охорона праці під час застосування пестицидів і мінеральних добрив. 2024. 14 квітня. Електронний ресурс. https://www.pfu.gov.ua/if/190194-ohorona-pratsi-pid-chas-zastosuvannya-pestytsydiv-i-mineralnyh-dobryv//

48. Екологічні засади застосування мінераальних добрив. Makosh. Інвестиційне живлення рослин. Режим доступу: https://makosh-group.com.ua/blog/ekolohichni-zasady-zastosuvannya-mineralnykh-dobryv/

ДОДАТКИ