

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій та природокористування

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

До захисту

ДОПУСКАЄТЬСЯ

Завідувач кафедри

.....**Андрій БУТЕНКО**

12 грудня 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

на тему: «Вплив внесення комплексних рідких добрив на врожайність зерна
кукурудзи в умовах СТОВ «Інтер» Чернігівської області»

Виконав :

Сергій ГОНЧАРЕНКО

Група :

АГР 2401-2 м

Науковий керівник :

кандидат с.-г. наук,
доцент

Віктор ОНИЧКО

Рецензент :

кандидат с.-г. наук,
доцент

Владислав КОВАЛЕНКО

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кафедра селекції і насінництва ім. М.Д. Гончарова

Освітній ступінь - "Магістр"

Спеціальність – Н1 Агрономія

“ЗАТВЕРДЖУЮ”:

Завідувач кафедри

_____ **Собран І.В.**

" ____ " _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студентіві
Гончаренку Сергію Миколайовичу

1. Тема роботи "Вплив внесення комплексних рідких добрив на врожайність зерна кукурудзи в умовах СТОВ «Інтер» Чернігівської області»

Затверджено наказом по університету від “ ____ ” _____ 2025 р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі _____ 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- *місце проведення досліджень:* СТОВ «Інтер», Прилуцького район Чернігівської область.

- *методичне забезпечення:* Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових культур. – Чабани: Інститут землеробства УААН, 2001. Методические указания Института зернового хозяйства. - Днепропетровск, 1995. 22 с.

- *схема досліду:* гібриди кукурудзи: середньоранній ДКС 3730 (ФАО 280), середньостиглий ДКС 4590 (ФАО 360); 1. Без позакореневого підживлення (обприскування водою); 2. Рідке добриво Нановіт кукурудза, 1,5 л/га; 3. Рідке добриво Авангард кукурудза, 1,8 л/га.

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі. Тривалість міжфазних періодів росту рослин кукурудзи залежно від позакореневого внесення рідких добрив; вплив позакореневого підживлень рідкими добривами на висоту рослин; особливості накопичення сирі й сухої маси рослинами досліджуваних гібридів кукурудзи; врожайність зерна та їх структуру гібридів кукурудзи залежно від внесення у позакоренево підживлення рідких комплексних добрив; ефективність внесення добрив під кукурудзу.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Оничко В. І.

Завдання прийняв до виконання _____ Гончаренко С. О.

Дата отримання завдання « ____ » _____ 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Вибір напряму досліджень, розроблення завдання та затвердження теми кваліфікаційної роботи	Вересень – грудень 2024 року	<i>виконано</i>
2	Аналіз наукової літератури та світового досвіду (за темою роботи) з підготовкою відповідного розділу	Січень - березень 2024 року	<i>виконано</i>
3	Виконання роботи (реєстрація та приймання) польового досліджу	Квітень-жовтень 2025 року	<i>виконано</i>
4	Аналіз результатів експериментальних досліджень з підготовкою відповідного розділу та оформлення роботи	Вересень – листопад 2025 року	<i>виконано</i>
5	Проходження процедури рецензування та попереднього захисту кваліфікаційної роботи	До 1 грудня 2025 року	<i>виконано</i>

Керівник роботи _____ Віктор ОНИЧКО

Здобувач _____ Сергій ГОНЧАРЕНКО

Гончаренко С.О.

«Вплив внесення комплексних рідких добрив на врожайність зерна кукурудзи в умовах СТОВ «Інтер» Чернігівської області»

Спеціальність Н1 Агрономія, Ступінь вищої освіти Магістр

Заклад освіти Сумський національний аграрний університет

Суми, 2025 рік

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання особливостей формування продуктивності зерна гібридів кукурудзи під дією сучасних комплексних рідких добрив. Дослідження проводили у 2025 році в СТОВ «Інтер» Прилуцького району Чернігівської області. Об'єктом дослідження виступали два гібриди кукурудзи ДКС 3730 і ДКС 4590, комплексні рідкі добрива Нановіт кукурудза і Авангард кукурудза. За результатами досліджень встановлено, що вищі показники лінійного росту рослин, маси сирої та сухої надземної частини рослин, елементів структури врожаю – довжина качан, кількість і маса зерен у качані, маса 1000 зерен отримано при застосуванні рідкого добрива Авангард кукурудза. Проведення позакореневого підживлення рідким добривом Авангард кукурудза дозволило сформувати найвищу врожайність зерна середньостиглого гібриду ДКС 4590 – 9,14 т/га. По середньоранньому гібриду ДКС 3730 (ФАО 280) нами отримано дещо вищі прирости врожаю за рахунок внесення рідкого добрива порівняно з середньостиглим гібридом – 0,28 т/га і 0,19 т/га відповідно. Вищі показники економічної ефективності при вирощуванні середньораннього гібрида ДКС 3730 і середньостиглого ДКС 4590 отримано при застосуванні добрива Авангард кукурудза, 1,8 л/га при цьому рівень рентабельності склав 182 і 163% залежно від досліджуваних гібридів.

Висновки. Рекомендувати сільгосп підприємствам Прилуцького району Чернігівської області, для отримання високих врожаїв кукурудзи застосовувати в якості позакореневого підживлення комплексне рідке добриво Авангард кукурудза (1,5 л/га).

Ключові слова: кукурудза, комплексні рідкі добрива, гібрид, врожайність, структура врожаю, економічна ефективність.

Honcharenko S.O.

The effect of applying complex liquid fertilizers on the yield of corn grain in the conditions of the "Inter" agricultural cooperative of Chernihiv region

Specialty H1 Agronomy, Degree of higher education Master

Educational institution Sumy National Agrarian University

Sumy, 2025

The qualification work considered the issue of the peculiarities of the formation of grain productivity of corn hybrids under the influence of modern complex liquid fertilizers. The research was conducted in 2025 at the Inter Agricultural Cooperative of the Pryluky district of the Chernihiv region. The object of the research was two corn hybrids DKC 3730 and DKC 4590, complex liquid fertilizers Nanovit corn and Avangard corn. According to the results of the research, it was found that the highest indicators of linear plant growth, mass of fresh and dry above-ground parts of plants, elements of the crop structure - ear length, number and mass of grains in the ear, mass of 1000 grains were obtained when using the liquid fertilizer Avangard corn. Carrying out foliar top dressing with liquid fertilizer Avangard corn allowed to form the highest grain yield of the mid-ripening hybrid DKC 4590 - 9.14 t/ha. For the mid-early hybrid DKC 3730 (FAO 280), we obtained slightly higher yield increases due to the application of liquid fertilizer compared to the mid-ripening hybrid - 0.28 t/ha and 0.19 t/ha, respectively. Higher economic efficiency indicators when growing the mid-early hybrid DKC 3730 and mid-ripening DKC 4590 were obtained when using the fertilizer Avangard Corn, 1.8 l/ha, while the profitability level was 182 and 163%, depending on the hybrids studied.

Conclusions. To recommend to agricultural enterprises of the Pryluky district of Chernihiv region to use the complex liquid fertilizer Avangard Corn (1.5 l/ha) as foliar feeding to obtain high corn yields.

Keywords: corn, complex liquid fertilizers, hybrid, yield, crop structure, economic efficiency.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН КУКУРУДЗИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	9
1.1 Особливості системи живлення рослин кукурудзи	9
1.2 Вплив обробки рослин кукурудзи макро- і мікродобривами на зернову продуктивність	15
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1. Умови проведення дослідження	22
2.2 Матеріал та методика проведення досліджень	25
РОЗДІЛ 3. ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ КОМПЛЕКСНИМИ РІДКИМИ ДОБРИВАМИ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ	31
3.1 Особливості проходження фенологічних фаз росту та розвитку рослин кукурудзи	31
3.2 Характер формування лінійної висоти рослин при позакореновому підживленні рідкими добривами	37
3.3 Вплив рідких добрив на характер накопичення надземної маси рослин	40
3.4 Вплив позакоренового підживлення рідкими добривами на структуру врожаю	44
3.5 Вплив внесення комплексних рідких добрив на врожайність зерна	47
3.6 Оцінка ефективності позакоренового підживлення кукурудзи комплексними рідкими добривами	50
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
ДОДАТКИ	62

ВСТУП

Кукурудза є однією з найбільш значущих агрокультур, що завдяки своїм господарським та біологічним характеристикам знаходить застосування у багатьох секторах, зокрема у тваринництві, харчовій та переробній промисловості, а значна частка її врожаю йде на виробництво біопалива й електроенергії. Процес отримання кукурудзяного зерна є досить складним та капіталомістким, вимагаючи неухильного дотримання технологічних норм і точного, вчасно виконаного комплексу агротехнічних заходів. Подальше нарощування обсягів виробництва цілком залежить від удосконалення безпосередньо методів вирощування, що дасть змогу збільшити врожайність на існуючих посівних ділянках.

Актуальність теми. Кукурудза належить до ключових зернових культур як в Україні, так і в світі. Вона вирізняється високим потенціалом продуктивності, який у сприятливих умовах може досягати 15 т/га. Проте отримання таких урожаїв потребує значно більших норм мінеральних добрив порівняно з іншими зерновими культурами, і навіть це не завжди гарантує формування врожаю високої якості [1]. Одним із ефективних шляхів підвищення продуктивності є оптимізація мінерального живлення, особливо через застосування сучасних комплексних рідких добрив. Їх рекомендують використовувати як під час позакореневого підживлення, так і для передпосівної обробки насіння [2, 3].

Кукурудза, окрім важливих макроелементів, гостро потребує мікроелементів, кількість яких та їхнє значення змінюються залежно від фази органогенезу. Для забезпечення рослин марганцем, цинком, сіркою, молібденом та іншими елементами використовують широкий спектр мікродобрив, адже культура в короткий період інтенсивного росту формує значну кількість вегетативної маси та споживає великі обсяги поживних речовин. Мікроелементи відіграють критично важливу роль у ферментативних реакціях, окисно-відновних процесах і загальному метаболізмі. Проте навіть за

наявності у ґрунті вони можуть перебувати у формі, недоступній для засвоєння рослинами, тому позакореневі підживлення нерідко є єдиним шляхом швидко ліквідувати дефіцит [4].

Для повнішої реалізації генетичного потенціалу цієї рослини ключового значення набуває впровадження сучасних, економічно обґрунтованих та конкурентних технологій, які мають спиратися на активне застосування високоврожайних гібридів та макро- і мікроелементних добрив.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Проведені дослідження входять до плану наукової роботи, яка затверджена на засіданні кафедри селекції і насінництва імені професора М.Д. Гончарова та вченою радою Сумського національного аграрного університету.

Мета дослідження. Мета дослідження полягала у вивченні ефективності застосування комплексних рідких добрив на посівах кукурудзи в умовах СТОВ «Інтер» Чернігівської області.

Виходячи з поставленої мети, дослідженнями передбачалось вирішення таких завдань:

- вивчити тривалість міжфазних періодів росту рослин кукурудзи залежно від позакореневого внесення рідких добрив;
- встановити вплив позакореневого підживлень рідкими добривами на висоту рослин;
- виявити особливості накопичення сирої й сухої маси рослинами досліджуваних гібридів кукурудзи;
- визначити врожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від внесення у позакореневе підживлення рідких добрив;
- оцінити ефективність внесення комплексних рідких добрив під кукурудзу.

Об'єкт, предмет та методи дослідження. Об'єктом дослідження були процес оптимізації виробництва зерна, агробіологічні основи формування і реалізації потенціалу зерна залежно від застосованих рідких добрив. Предмет

дослідження – кукурудза, гібриди, формування врожайності, ефективність вирощування.

Застосовувались як загальнонаукові методи (діалектики, експерименту, аналізу і синтезу), так і спеціальні, серед них: *польовий* – вивчення взаємодії предмету досліджень з агротехнічними факторами в умовах господарства; *підрахунково-ваговий* – встановлення параметрів показників елементів структури врожаю і визначення врожайності зерна; *фізичний* – оцінка якості зерна – маси 1000 зерен; *розрахунково-порівняльний* – оцінка ефективності; *методи математичної статистики*: дисперсійний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні особливостей формування врожайності зерна сучасних гібридів кукурудзи залежно від застосованих комплексних рідких добрив.

Практичне значення одержаних результатів полягає у визначенні ефективності застосування сучасних рідких добрива на посівах гібридів кукурудзи в умовах конкретного господарства.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні польових досліджень, узагальненні літературних джерел, проведенні статистичної обробки одержання результатів.

Апробація результатів роботи. Основні результати досліджень доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції «Гончарівські читання», м. Суми, 25 травня 2025 р.(додаток А)

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, трьох розділів, висновків і рекомендацій, додатків. Основний матеріал викладений на 61 сторінці машинописного тексту, який включає 8 таблиць, 6 рисунків, додаток, список використаних джерел включає 61 джерело.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН КУКУРУДЗИ

(Огляд літератури)

1.1 Особливості системи живлення рослин кукурудзи

Кукурудза, будучи культурою з доволі тривалим періодом вегетації, має значні вимоги до забезпечення мінеральними речовинами, поглинаючи їх протягом усього свого росту. У світлі суттєвої вартості мінеральних добрив, перед аграріями стоїть завдання - максимально уникнути втрат та досягти ефективного використання поживних складників, адже відомо, що коефіцієнт засвоєння рослинами елементів із ґрунту є не надто високим. Приміром, для азотних та калієвих добрив цей показник варіюється від 30 до 60%, тоді як для фосфорних - від 15 до 40% залежно від типу ґрунту. Таким чином, саме добрива постають одним із найвагоміших факторів збільшення врожайності польових культур.

Кукурудза істотно потребує цинку та марганцю, а в середній мірі - міді та бору. В початкові етапи розвитку, через недорозвинену кореневу систему, рослини страждають як від нестачі фосфору, так і марганцю з цинком. Проте, навіть за умови достатнього вмісту мікроелементів у ґрунті, рослини не завжди здатні їх поглинути. Зокрема, на кислих ґрунтах (з низьким рН) молібден стає практично недоступним, на лужних - марганець і цинк, а в посушливі періоди чи, навпаки, при надмірній вологості, поглинання бору ускладнюється. Зрештою, нестача будь-якого живильного елемента може стати стримуючим фактором для досягнення високих показників продуктивності культури.

Останнім часом зростає значення застосування у посівах сільськогосподарських культур препаратів із хелатованими мікроелементами для корекції процесів росту, посилення стійкості рослин до несприятливих кліматичних умов, підвищення врожайності та якості зерна. Мікроелементи, внесені позакореневим способом, засвоюються приблизно на 80–90%, тоді як

через коріння - лише на 20-30%. Швидкість та ступінь поглинання елементів через листову поверхню є у 3-6 разів (а при внесенні з засобами захисту - у 30-40 разів) вищими порівняно із засвоєнням добрив, внесених у ґрунт через кореневу систему. Проте, обсяги поглинання елементів листям мають певні обмеження. Хоча практично неможливо забезпечити достатню кількість фосфору, калію та кальцію позакореневим підживленням, потреба рослин у мікроелементах через листя може бути задоволена повністю.

У процесі розвитку кукурудзи виділяють два ключові критичні етапи, коли бажано застосовувати інтенсивне позакореневе підживлення мікроелементами. Це фази появи трьох-п'яти та семи-восьми листків. На першому етапі рослинам корисно отримати додатковий фосфор разом із марганцем, бором та цинком. Фаза семи-восьми листків відзначається активним нарощуванням зеленої маси, що підвищує потребу у цинку, марганці, борі та міді. Адже бор та цинк сприяють кращому наповненню та формуванню зерна у качанах, мідь підвищує рівень протеїну та цукрів у зерні, а також стійкість до вилягання та хвороб, що безумовно позитивно впливає на кінцевий урожай зерна.

Ми можемо тимчасово заощадити на основному внесенні калію та фосфору, а також оптимізувати застосування азоту, проте забезпечення посівів цинком, бором, молібденом, марганцем та іншими мікроелементами є обов'язковим. Це дозволить реалізувати той потенціал, який кукурудза може пр

Реалізація потенціалу аграрних ресурсів регіонів значною мірою забезпечується за рахунок використання антропогенних джерел – мінеральних добрив, меліорантів, засобів захисту рослин і поливної води. Проте інтенсивні технології у рослинництві потребують значних фінансових витрат, що може підвищувати собівартість продукції. Разом із тим, підвищення ефективності аграрного виробництва можливе й за умов обмеженого застосування антропогенних ресурсів шляхом упровадження маловитратних технологічних рішень, зокрема використання стимуляторів росту, бактеріальних препаратів та мікродобрив. Хоча ефективність окремого застосування таких засобів досить

добре вивчена, питання їх комплексної дії залишаються недостатньо дослідженими [5].

Таблиця 1.1

Ефект від застосування РКД на посівах кукурудзи

Варіант підживлення у фази 5–6 та 8–9 листків	ДН Атон (ФАО 190)		ДН Астра (ФАО 270)	
	урожайність, т/га	+ до контролю, %	урожайність, т/га	+ до контролю, %
Контроль	8,82	–	9,02	–
Бор	9,12	3,4	9,35	3,7
Магній	9,17	4,0	9,41	4,3
Марганець	9,21	4,4	9,45	4,8
Мідь	9,30	5,4	9,55	5,9
Сірка	9,40	6,6	9,65	7,0
Цинк	9,54	8,2	9,80	8,6

За узагальненнями багатьох дослідників, кукурудза є культурою з високою потребою в поживних елементах. Для формування однієї тонни зерна разом з відповідною кількістю вегетативної маси необхідно в середньому 25 кг азоту, 13 кг фосфору (P_2O_5) та 22 кг калію (K_2O) у перерахунку на діючу речовину. Отже, культура відзначається високою чутливістю до азоту й калію, тоді як потреба у фосфорі є помірною [6].

Кукурудза характеризується тривалим періодом вегетації, розвиненою кореневою системою та значною біомасою, тому її потреба в легкодоступних поживних речовинах ґрунту є значною. Засвоєння елементів відбувається нерівномірно: поглинання азоту та калію припиняється раніше, тоді як надходження фосфору триває майже до повного досягання зерна. За результатами В. С. Цикова, у фазі молочно-воскової стиглості використання азоту та калію практично завершується, тоді як фосфору рослинами засвоєно лише близько 82,2 % від загальної потреби [7, 8, 9].

Дефіцит будь-якого макроелемента у живленні кукурудзи уповільнює темпи росту та розвитку: затримується формування листків, погіршується цвітіння волоті, процес запліднення і наливу зерна. Найсильніший

пригнічувальний ефект, за даними численних досліджень, має брак азоту. Недостатнє фосфорне живлення негативно впливає на розвиток кореневої системи й генеративних органів, а також затримує досягання [10,11, 12, 13].

Азот відіграє ключову роль у життєвому циклі кукурудзи, оскільки входить до складу білків, хлорофілу, вітамінів та інших життєво важливих органічних сполук. За низької забезпеченості азотом на ранніх етапах рослини розвиваються повільно, формують низькорослий стеблостій, зменшується синтез хлорофілу, пригнічується фотосинтез і білковий обмін [4].

Калій активно поглинається з моменту появи сходів і до фази винесення волоті, при цьому накопичується до 90 % своєї максимальної кількості. Цей елемент регулює вуглеводний обмін, бере участь у синтезі білків і підвищує стійкість рослин до грибних хвороб. Поглинання калію завершується на стадії молочної стиглості зерна. Його дефіцит проявляється у вигляді уповільнення росту, укорочення стебел, жовтіння та засихання листкових пластинок по краях, формування дрібних качанів із недостатньо виповненим зерном і підвищеною схильністю до вилягання [14].

Фосфор є необхідним протягом усього періоду вегетації. Найбільша його потреба виникає на початкових етапах росту, коли від забезпеченої фосфорної доступності залежить швидкість розвитку кореневої системи та проникнення коренів у глибші горизонти ґрунту, що є особливо важливим в умовах недостатнього зволоження. Інтенсивне надходження фосфору потрібне також у період формування генеративних органів. За його дефіциту спостерігається затримка росту, фіолетове забарвлення листків, пізніше цвітіння та нерівномірне формування качанів. Важливо враховувати, що нестачу фосфору на ранніх етапах не можна компенсувати внесенням його на більш пізніх фазах. Надмірне фосфорне живлення, навпаки, може стимулювати пришвидшений розвиток, але знижувати урожай зеленої маси та зерна [15].

У стартовий період розвитку проростки кукурудзи особливо потребують доступних форм фосфору, оскільки їх коренева система ще недостатньо розвинена [3]. Саме фосфор істотно впливає на ріст і галушення коренів. За

результатами досліджень Sylvain Pellerin та ін., дефіцит фосфору зменшує утворення додаткових коренів і, як наслідок, впливає на величину листкової поверхні [16].

Кореневу систему кукурудзи оточує високонасичений мікроорганізмами ґрунтовий шар - ризосфера. Виділення коренів стимулюють розвиток специфічних груп мікроорганізмів, які перетворюють важкодоступні органічні й мінеральні сполуки у доступні форми, продукують вітаміни та ростові речовини. У складі ризосферної мікрофлори присутні також бактерії, здатні фіксувати атмосферний азот [17].

Одним із ключових завдань сучасного землеробства є забезпечення зернових культур фосфором на оптимальному рівні [14, 18]. Це актуально через низьку забезпеченість ґрунтів доступними формами фосфору, низький коефіцієнт його використання рослинами (близько 20 %) та відсутність у країні значних родовищ апатитової сировини [18].

Вирішенню цих проблем сприяє застосування мікроорганізмів, здатних мобілізувати малорозчинні форми фосфору ґрунту та добрив. Процес фосфатмобілізації здійснюється як вільноживучими бактеріями, мікроміцетами і стрептоміцетами, так і симбіотичними мікоризними грибами [19, 20, 21]. Одним із препаратів цієї групи є поліміксобактерин – рідкий екологічно безпечний біодобрильний засіб, який стимулює живлення та ріст різних культур. У досліджах інституту мікробіології застосування препарату на соняшнику забезпечувало підвищення врожайності на 19–25 % і збільшення вмісту олії на 1,5-2,5 % [22]. Обробка насіння сприяла покращенню схожості, ефективнішому засвоєнню фосфору та зростанню урожайності цукрових буряків на 6-14 % [23].

За даними І. Д. Філіп'єва та Є. К. Міхеєва, на темно-каштанових ґрунтах внесення азотних добрив забезпечувало приріст урожайності кукурудзи на 13,1-22,0 %, а на південних чорноземах - на 11,6-19,5 % порівняно з контролем. За сумісного застосування азоту та фосфору ці показники зростали до 37,0-57,0 % та 30,2-51,5 % відповідно [24].

Біопрепарати забезпечують отримання високих урожаїв за мінімальних енерговитрат і відзначаються високою екологічною безпекою. Вони розглядаються як шлях до підвищення родючості ґрунтів і урожайності культур при одночасному зниженні норм внесення мінеральних добрив на 25–55 %. Ефект від діяльності азотфіксуючих бактерій може дорівнювати 40-60 кг/га мінерального азоту, а фосфатмобілізуючих – 30-40 кг/га фосфорних добрив [25].

Одним із найважливіших біологічних процесів, що визначає мобілізацію фосфору в ґрунті, є мікробіологічна трансформація фосфатів, яка забезпечує надходження рослинам доступних форм цього елемента [26].

Використання бактеріальних препаратів у поєднанні з мінеральними та органічними добривами сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур завдяки активному використанню корисних мікроорганізмів. Їх відносно низька вартість та екологічна безпечність зумовлюють широке впровадження таких засобів у практику землеробства [27].

Найпоширенішим способом застосування біопрепаратів є передпосівна обробка насіння. Потрапляючи у ґрунт, бактерії активно колонізують кореневу зону, утворюють симбіотичні асоціації, фіксують атмосферний азот та мобілізують важкодоступні сполуки фосфору [28]. Останніми роками зростає увага до використання біопрепаратів для покращення фосфорного живлення та хелатних мікроелементів для передпосівної обробки.

Згідно з даними Південного центру ТОВ «Агротехперспектива», найбільший приріст урожайності кукурудзи забезпечувала обробка насіння препаратом «Байкал ЕМ-1-У» у поєднанні з гумісолом і поліміксобактерином, що становило 8,4 та 11,2 ц/га. Окреме застосування гумісолу забезпечувало приріст лише 0,38 т/га, а поліміксобактерину - 0,55 т/га [29]. У дослідженнях Маслоїда А. П. та Осадчука В. Д. у зоні достатнього зволоження вирощування цукрових буряків показало, що найвищі показники отримані за застосування поліміксобактерину: приріст урожаю становив 3,7 т/га (8,9 %). Поєднання з обприскуванням емістимом-С підвищувало урожайність на 10,8 %. Препарат

агрофіл також позитивно впливав на продуктивність, проте поступався поліміксобактерину [30].

У дослідженнях Яценка Л. А. встановлено, що максимальний ефект дії поліміксобактерину спостерігався на неудобрених варіантах вирощування ярого ячменю, де приріст урожайності становив 0,62 т/га. Ефективність пов'язана як з фосфатмобілізувальною здатністю мікроорганізмів, так і з наявністю у препараті рістстимулювальних речовин та антибіотиків, що знижують ризик хвороб та забезпечують кращий стартовий ріст. Завдяки посиленому фосфорному живленню також покращилися показники якості зерна ячменю пивоварного напрямку [31].

Підсумовуючи, біопрепарати на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів ефективно розчиняють важкодоступні фосфати ґрунту та підвищують засвоєння фосфору рослинами з добрив. Це зумовлює потребу подальших наукових досліджень і розширення їх застосування у сучасному землеробстві.

1.2. Вплив обробки рослин кукурудзи макро- і мікродобривами на зернову продуктивність

Встановлено, що для формування 1 т зерна разом із відповідною кількістю побічної продукції рослини кукурудзи, залежно від групи стиглості, в середньому використовують 24-30 кг азоту, 10-12 кг фосфору, 25-30 кг калію, 6-10 кг кальцію і магнію, 3-4 кг сірки, а також декілька міліграмів і грамів мікроелементів – від бору до заліза [32]. Коренева система кукурудзи добре поглинає елементи живлення, у тому числі й ті, що залишилися після попередника, тому культура часто слугує своєрідним індикатором забезпеченості ґрунту мікроелементами.

Кукурудза надзвичайно чутлива до нестачі цинку, марганцю, міді та бору, що проявляється у порушенні росту та зниженні продуктивності. Найкритичнішими періодами щодо забезпеченості елементами живлення є фази

3-5 та 6-8 листків. У першій із них формуються зачатки генеративних органів, що визначають майбутній урожай; тому дефіцит фосфору, цинку, марганцю і бору на цьому етапі є особливо небезпечним. У фазі 6-8 листків культура нарощує максимальну кількість вегетативної маси, а також може зазнавати гербіцидного стресу, тому застосування добрив, збагачених амінокислотами, фосфітами й фітогормонами, є доцільним.

Загалом, через недостатній вміст доступних мікроелементів у ґрунтах або через низьку їх мобільність у періоди інтенсивного росту виникає потреба у їх додатковому внесенні. Найефективнішим способом ліквідації дефіциту є позакореневе підживлення хелатними формами добрив [33].

Найбільш значущим елементом для кукурудзи вважають цинк. Він бере участь у синтезі хлорофілу, низки вітамінів, підвищує стійкість рослин до різких температурних змін, заморозків і посухи. Звичайні норми його внесення становлять 1-2 кг/га, а для ґрунтів із ризиком хронічного дефіциту – 4–5 кг/га. Ознаки нестачі цинку проявляються ранньо - вже з фази п'ятого листка, у вигляді блідо-жовтих смуг, знебарвлення, відмирання листків і затримки росту. На піщаних ґрунтах і ґрунтах із високим вмістом фосфору проблема посилюється.

Не менш важливими є магній, марганець, бор, залізо та мідь - кожен із них виконує специфічні функції в рослині та має свої характерні симптоми дефіциту. Наприклад, магній входить до складу хлорофілу; за його нестачі листя світлішає і набуває міжжилкової хлорозності. Марганець необхідний для фотосинтезу та білкового синтезу, при його нестачі листя стає блідим, а міжжилковий хлороз проявляється насамперед на старих листках. Бор бере участь у поділі клітин та формуванні репродуктивних органів, і його гострий дефіцит часто призводить до повної втрати врожаю. Залізо необхідне для синтезу хлорофілу, а мідь – для окисно-відновних процесів і синтезу лігніну.

Останніми роками все частіше фіксують дефіцит сірки, особливо на темно-каштанових ґрунтах. Симптоми проявляються у фазі 4-5 листків як

рівномірне пожовтіння молодих листків. У таких випадках рекомендується вносити 25–50 кг/га сірчаних добрив.

За даними досліджень, найбільша потреба кукурудзи у поживних речовинах припадає на період від викидання волоті до завершення цвітіння, а також протягом місяця після нього. Саме в цей час мікроелементи, особливо цинк і марганець, відіграють найважливішу роль у формуванні якості зерна [34, 35].

Позакореневе внесення добрив у відповідні фази розвитку може підвищити масу 1000 зерен і загальну урожайність культури [36]. Водночас єдиної універсальної схеми застосування добрив у системі удобрення кукурудзи поки що не існує, а тому дослідження у цьому напрямі тривають.

Важливим чинником формування мікроелементного живлення є вплив азотних добрив на кислотність ґрунту. Так, внесення 100 кг/га аміачної селітри навесні може знизити рН ґрунтового розчину на 0,5-1,0 одиниці, підвищивши рухомість мікроелементів. Натомість надлишок рухомих сполук міді та нестача цинку й заліза здатні блокувати їх надходження в рослину. Перезволоження, екстремальні температури та порушення збалансованості фосфору й калію також негативно впливають на доступність мікроелементів [37].

Отже, для забезпечення ефективного живлення кукурудзи необхідно оперативно реагувати на конкретні ґрунтово-кліматичні умови сезону та застосовувати рідких комплексних добрива тоді, коли культура найбільше їх потребує. У більшості випадків найкращий результат забезпечує поєднання ґрунтового внесення добрив із подальшим позакореневим підживленням [38].

Надмірне або необґрунтоване використання добрив може призвести до зайвих витрат і навіть зниження ефективності виробництва, тоді як оптимально збалансована система живлення, що враховує рівень забезпеченості ґрунту макро- і мікроелементами, здатна підвищити врожайність на 15–20 %, поліпшити якість продукції, зміцнити імунітет рослин і підвищити рентабельність виробництва [35].

Основними технологічними операціями, що визначально впливають на продуктивність гібридів кукурудзи, формування якісних параметрів зерна та зеленої маси, є внесення мінеральних добрив, мікроелементів і регуляторів росту рослин [39, 40, 41, 42, 43, 44].

Раціональна система живлення і підвищення результативності застосування добрив значною мірою залежать від коректного балансу макро- та мікроелементів. За інтенсивних технологій вирощування потреба рослин у мікроелементах істотно зростає.

Мікроелементи - це хімічні елементи, необхідні для нормального перебігу фізіологічних процесів у рослин і тварин, але споживані ними у дуже малих кількостях порівняно з макроелементами. Незважаючи на мінімальні дози, їх роль у біологічних системах надзвичайно значуща. У наукових працях їх часто називають «елементами життя», підкреслюючи, що брак цих речовин у ґрунті призводить до уповільнення або порушення життєво важливих біохімічних процесів. Як наслідок, рослини не здатні повною мірою реалізувати генетичний потенціал продуктивності, формують низький або неякісний урожай, а в критичних випадках можуть гинути [45].

Значення мікроелементів зумовлене їх участю в окисно-відновних реакціях, регулюванні біохімічних процесів та забезпеченні стійкості молодих рослин до несприятливих погодних умов. Вони беруть участь у підтриманні фотосинтезу та азотфіксації, підвищують ефективність макродобрив і зменшують стресовий вплив пестицидів. Дефіцит мікроелементів призводить до порушення обміну речовин і гальмування фізіологічних процесів, тоді як оптимальне живлення здатне збільшувати врожайність на 15–20 % [46, 47, 48].

За даними С. Ю. Булигіна, мікроелементи слугують важливими чинниками у формуванні рівня та якості врожаю. Зокрема:

1. за їх достатньої кількості рослини здатні синтезувати широкий спектр ферментів, що забезпечують ефективніше використання енергії, води та основних елементів живлення (N, P, K), що, своєю чергою, сприяє підвищенню врожайності;

2. мікроелементи й ферментні комплекси на їх основі посилюють відновлювальну активність тканин і зменшують ризик розвитку хвороб;
3. вони є одним із факторів зміцнення імунітету рослин;
4. більшість мікроелементів є активними каталізаторами біохімічних реакцій, а їх поєднання дає синергічний ефект, що сприяє нормалізації росту й розвитку рослин [45].

Для всіх сільськогосподарських культур надзвичайно ефективними є підживлення рідкими комплексними добривами, що містять два чи три дефіцитні елементи, а також Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mo, Co. Одним із найбільш результативних способів внесення мікроелементів є позакореневе підживлення. Засвоєння елементів через листок у 30-40 разів швидше, ніж із ґрунту, а потрапивши в листкову тканину, вони активно включаються у метаболічні процеси, підвищуючи врожайність і покращуючи якісні показники продукції. Цей метод особливо цінний під час формування генеративних органів.

Кукурудза, як культура з високою продуктивністю, має значний рівень винесення елементів живлення, серед яких особливо важливим є цинк. Він входить до складу багатьох ферментів, бере участь у синтезі хлорофілу й вітамінів, регулює окисно-відновні процеси, забезпечує нормальний ріст і розвиток рослин. Нестача цинку проявляється міжжилковим хлорозом, пригніченням росту та порушенням досягання зерна [49].

Бор істотно впливає на вуглеводний і білковий обмін, синтез фітогормонів (зокрема ауксинів), інтенсивність клітинного поділу, розвиток молодих тканин, формування ДНК і РНК, утворення хлорофілу. При його нестачі порушується транспортування вуглеводів, пригнічується фотосинтез і ріст меристематичних тканин.

Мідь входить до складу ферментів окисно-відновних процесів, близько половини її кількості міститься у хлоропластах. Її дефіцит зумовлює порушення лігніфікації клітинних стінок, зниження інтенсивності дихання та фотосинтезу, що проявляється у побілінні та засиханні листків.

Залізо забезпечує роботу електронтранспортних ланцюгів дихання і фотосинтезу, бере участь у відновленні азоту та нітратів, каталізує початкові етапи синтезу хлорофілу. Брак заліза спричиняє міжжилковий хлороз, зменшення вмісту цукрів і утворення дрібних листків.

Марганець активізує ферменти, бере участь у фотолізі води й сприяє транспортуванню цукрів, стимулює розвиток молодих тканин. Його нестача різко знижує інтенсивність фотосинтезу та синтез вуглеводів.

Молібден є ключовим мікроелементом у процесах азотного обміну, входить до складу нітратредуктази та нітрогенази. За його нестачі спостерігається порушення формування білків, затримка росту, пізні цвітіння та хлороз листків.

Варто зазначити, що навіть достатня кількість мікроелементів у ґрунті не гарантує їх доступності для кукурудзи. Зокрема, на кислих ґрунтах утруднене засвоєння молібдену, на лужних - марганцю й цинку, у період посухи або надмірного зволоження погано засвоюється бор. Відсутність хоча б одного елемента живлення може бути фактором, що обмежує врожайність.

За результатами Ю. І. та О. В. Ткаліч і А. В. Кохана, використання препаратів у господарстві «Дніпро» позитивно впливало на структурні показники врожаю кукурудзи [50]. Довжина качана зростала до 2,7 см порівняно з контролем, а маса 1000 зерен - на 3,7-10,6 %. Найвища врожайність (6,74-6,88- т/га) була отримана за комплексного застосування Вимпелу та Оракулу у фазах 3-5 і 7-8 листків.

Лавриненко Ю. О. встановив, що мікродобрива та регулятори росту у 2013-2015 рр. забезпечували приріст урожайності на 0,54-1,26 т/га, або на 5,00-10,04 % залежно від гібриду [51].

За даними Дудки М. та Черчеля В., позакореневе підживлення у фазі 5-7 листків із використанням мікроелементних препаратів у суміші з карбамідом збільшувало висоту рослин на 2,3-5,2 %, а асиміляційну поверхню листків - на 9,3-10,4 дм². Найвищий приріст урожайності (11,1-12,9 %) отримано при

застосуванні препаратів Реаком-Плюс-кукурудза, Наномікс-кукурудза, Розасоль і Квантум-кукурудза [52].

Дослідження С. О. Ткачука та О. О. Олійника (2010-2012 рр.) свідчать, що використання 1-2 л/га препарату Оракул мультикомплекс у фазі 14 листків забезпечувало приріст урожайності на 2,7-7,2 % [53].

Паламарчук В. Д. встановив, що внесення мікродобрив «Еколист стандарт», «Флоровіт», «Росток зерновий», «Еколист моно Цинк», бактеріального добрива «Біомаг» і регулятора росту «Вимпел» у фазі 5-7 та 10-12 листків суттєво підвищувало врожайність [54].

Узагальнюючи результати численних досліджень, можна стверджувати, що позакореневі підживлення комплексними рідкими добривами забезпечують швидке надходження елементів живлення, прискорюють біохімічні реакції, сприяють повнішому реалізуванню потенціалу культури й підвищують продуктивність та якість врожаю за одночасного зниження витрат на вирощування.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Умови проведення дослідження

СТОВ «Інтер» розташоване у місці Ічня, Прилуцького району, Чернігівської області. Рельєф території переважно рівний з невеликими схилами. СТОВ «Інтер» знаходить на окраїні міста, має залізничне сполучення, та свої елеватори. Господарство базується на вирощуванні зернових культур, бобових і насіння олійних культур, також займається вирощування великої рогатої худоби, переробкою зерна на твариний корм, та його зберігання.

У відношенні до рельєфу територія господарства і зони її діяльності представляє підвищене плато з деяким нахилом із заходу на схід. Значна частина плато має горби, всіяна блюдцями різної величини, пониженнями, все це створює дрібно хвилясту поверхню, характерну для всієї території як самого господарства, так зони діяльності. В деяких місцях південно-східної частини території господарства зустрічаються розгалужені балки, гребенясті водорозділи.

Дослідження проводилися на полі де ґрунт представлений чорноземом типовим глибоким малогумусним крупно-пилувато-середньосуглинковим.

За потужністю гумусового горизонту класифікуються як глибокі. Загумусованість профілю чорноземів господарства простежується до глибини 70-120 см. Цьому сприяло глибоке промочування пористих лесових порід та глибоке проникнення кореневої системи багаторічних трав, які в минулому вкривали територію, значна переритість кротовинами тощо. За вмістом гумусу у верхньому горизонті ґрунти віднесені до малогумусних - вміст гумусу від 3,0 до 4,5 %.

Найбільш характерними особливостями чорноземів типових є значна гумусованість їх профілю, значне насичення ввібраними кальцієм і магнієм,

близькою до нейтральної та нейтральною реакцією ґрунтового розчину, відсутність шкідливих для рослин солей, високою карбонатністю породи, сприятливі водно-фізичні властивості. Лінія скипання від 10 % розчину соляної кислоти простежується з глибини 30-60 см. Внаслідок слабого промивання в них не спостерігається помітного перерозподілу мулуватих часток, тому механічний склад по їх профілю майже однаковий.

В механічному складі верхнього горизонту цих ґрунтів переважає фракція крупного пилу - 56,4-63,7 %, мулу - 18,8-24,5 %, фізичної глини - 31,3-32,8 %, тобто ґрунти віднесені до крупно-пилувато-середньосуглинкових відмін. Такий механічний склад зумовлює високу водостійкість структурних агрегатів, задовільні водно-фізичні властивості, сприятливий тепловий режим ґрунту, тощо. Позитивними ознаками чорнозему типового є збагаченність їх на гумус, біогенна акумуляція в гумусовому горизонті елементів живлення, відносна однорідність мінеральної частини тощо.

В розподілі гумусу по профілю спостерігається поступове зменшення його з глибиною: від 3,97-3,80% в орному шарі (0-30 см) до 1,5 % у другому перехідному горизонті (на глибині 100-110 см). Реакція ґрунтового розчину в орному шарі слабокисла та близька до нейтральної,

Позитивною ознакою цих ґрунтів є середній та високий ступінь насичення їх основами, що за співвідношенням гідролітичної кислотності (1,7-3,3 мекв/100 г ґрунту) до суми ввібраних основ (24,8-25,7 мекв/100 г ґрунту) становить 82-97 %. З глибиною гідролітична кислотність зменшується (до 38,3-49,5 мекв/100 г ґрунту).

Чорноземи типові мають валовий вміст загального азоту 0,256-0,268 %, фосфору -0,142 %, калію - 1,19 %. Вміст рухомих форм (доступних с.-г. культурам): легкогідролізованого азоту 12-16 мг/100 г ґрунту, фосфору (за Чиріковим) 12-16, калію - 5,4-9,6 мг/100 г (у орному 0-30 см шарі ґрунту).

З глибиною вміст рухомого фосфору швидко зменшується через наявність значного вмісту кальцію, який з фосфором утворює малорухомі і важкодоступні рослинам сполуки фосфору. Переважаючими в господарстві

грунти: чорноземи типові, також присутні темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені.

Умови вегетаційного періоду кукурудзи в 2025 року наведено нижче (табл. 2.1). В цілому весна була теплішою за середньо кліматичні норми. У травні температура повітря коливалася в межах від 12.0°C до 28.0°C. Опадів в цілому за місяць випало 36.2 мм, що на 17.8 мм менше середньо багаторічного показника (54 мм). Середньодобова температура повітря становила 15.3°C. У травні спостерігалися приморозки на поверхні ґрунту силою від мінус 1°C до мінус 2°C. Таких днів з приморозками було 4. Останній приморозок на поверхні ґрунту зареєстровано 14.05.2025р.(-1°C).

Таблиця 2.1

Показники метеоданих за вегетацію кукурудз у 2025 році

Показники	Травень			Червень			Липень			Серпень		
	I	II	III									
Середня за місяць /багаторічна повітряна температура, °C	15.3 / 15.6			18.9 / 18.8			23.9 / 20.2			20.7 / 19.2		
Середня за декаду повітряна температура, °C	12.1	12.8	20.6	22.7	17.0	16.9	23.7	23.6	24.4	22.4	19.6	20.1
Максимальна повітряна температура, °C	26.0	21.0	28.0	32.0	26.0	26.0	35.0	32.0	31.0	30.0	26.0	31.0
Мінімальна повітряна температура, °C	1.0	3.0	10.0	14.0	10.0	11.1	11.0	15.0	16.0	15.0	11.0	8.0
Максимальна на поверхні ґрунту температура, °C	27.0	25.0	31.0	55.0	49.0	36.0	56.0	55.0	48.0	43.0	35.0	42.0
Мінімальна на поверхні ґрунту температура, °C	-2.0	-2.0	3.0	5.0	8.0	5.0	9.0	13.0	15.0	14.0	8.0	6.0
Сума опадів у місяць / багаторічна, мм	36.0 / 54.0			57.0 / 67.0			34.0 / 76.0			20.0 / 57.0		
Сума опадів у декаду, мм	17.0	15.0	4.0	29.0	11.0	17.0	9.0	10.0	15.0	5.0	5.0	10.0
Чисельність днів з опадами	4	2	2	2	3	6	2	2	3	1	2	2

Сума активних температур повітря вище плюс 5°C за весняний період склала 804°C, при багаторічній – 795°C.

Сума активних температур повітря вище плюс 10°C за весняний період склала 718°C, при багаторічній – 620°C.

Червень був теплішим - максимальна температура повітря сягала позначки 32.0°C; середньодобова температура повітря – 18.9°C. Опадів випало 56.9 мм. Липень характеризувався жарким кліматом. Середньодобова температура повітря за місяць становила 23.9°C при багаторічній 20.2°C. Опадів випало 34.2 мм. Середньодобова температура повітря за серпень склала 20.7°C, при багаторічній 19.2 °C. Опадів випало 20.,4 мм. Сума ефективних температур повітря вище плюс 10°C за вегетаційний період сої склав 1406°C, при багаторічній – 1175°C.

В літні місяці погода середньодобова температура повітря в останні роки помітно підвищується і зменшується ефективність використання рослинами опадів за рахунок їх випаровування. Це призводить до посушливості клімату. Середньодобова температура повітря за літній період становила 21.2°C при цьому опадів випало 190.4 мм. Всього за літній період було 29 днів з опадами.

Сума активних температур повітря вище + 10°C за літній період склала - 1949 °C при багаторічній - 1790°C. В цілому кліматичні умови вегетаційного періоду росту та розвитку рослин кукурудзи були сприятливими для формування достатнього рівня врожайності.

2.2 Методика проведення досліджень

В якості об'єктів дослідження використовувалися гібриди кукурудзи DKC3730 (ФАО 280), DKC4590 (ФАО 360).

Гібрид DKC 3730 (ФАО280)

Гібрид створений компанією Dekald. Гібрид відноситься до зубоподібного підтипу (рис. 2.1). Група стиглості – середньорання.

Гібрид характеризується високою адаптивністю до різних умов вирощування, стійкістю до посухи та хвороб, а також швидкою вологовіддачею. Цей гібрид підходить як для виробництва зерна, так і силосу.

Висота рослини: 230-250 см., висота кріплення нижнього качана: 110-118 см., кількість рядів зерен у качані: 14-16 штук, кількість зерен в ряду - 28-30 штук.

Гібрид має високу стійкість до посухи та хвороб (зокрема, до гельмінтоспоріозу, фузаріозу).

Рекомендовані зони вирощування: Полісся, Лісостеп, а також Степ України.



Рис. 2.1 Загальний вигляд рослин гібриду ДКС 3730

Гібрид ДКС 4590 (ФАО360)

Середньостиглий гібрид кукурудзи від компанії Bayer, призначений для вирощування на зерно. Вид зерна – зубоподібний (рис.2.2).

Висота рослин – 240-270 см. Висота кріплення качана – 100-110 см. Середня кількість зерен у ряду – 37-42 штуки. Кількість рядів у качані – 16-20.

Гібрид занесений до Державного Реєстру сортів рослин апридатних до поширення в Україні – 2011 року.



Рис. 2.2. Загальний вигляд рослин гібриду кукурудзи ДКС 4590

На посівах кукурудзи досліджувалися комплексні рідкі добрива : Нановіт кукурудза і Авангард кукурудза.

Добриво Нановіт Кукурудза

Виробник: українсько-польська компанія NANOVIТ (Agrovit Group).

Це багатоконпонентне комплексне добриво з високим вмістом азоту, фосфору, магнію, сірки, цинку та міді на основі унікального, багатфункціонального біологічно-активного комплексу Nanoactiv, який містить 15 L-амінокислот (гліцин, лізин, пролін, аланін, цистин, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, тирозин, триптофан, гістидин, фінілаланін, глутамін, глутамінова кислота), широкий спектр фітогормонів, моносахаридів, органічних кислот, а також полісахаридний прилипач (табл. 2.2). Комплексне мінеральне добриво Нановіт має характерний темно-синій відтінок, густина 1,33 г/см³. Призначене для позакореневого підживлення кукурудзи з нормою внесення 1-2 л/га.

Комплексне добриво для кукурудзи завдяки збалансованому набору макро- та мікроелементів, що повністю відповідають біологічним особливостям кукурудзи та сорго, оперативно вирішує проблеми дефіциту елементів

живлення в період вегетації. Рідке добриво для кукурудзи підвищує ферментативно-гормональну активність у рослин, інтенсифікує процес поглинання поживних речовин з ґрунту, активізує процеси росту та розвитку рослин, вміст хлорофілу в листі.

Таблиця 2.2

Характеристика рідкого комплексного добрива

<i>Хімічний склад добрива, г/л</i>	
Азот загальний (N)	39,9
Фосфор (P ₂ O ₅) водорозчинний	79,8
Магній (MgO) водорозчинний	13,3
Сірка (SO ₃) водорозчинна	39,9
Бор (B) водорозчинний	5,32
Мідь (Cu) водорозчинна	9,31
Залізо (Fe) водорозчинне	1,33
Марганець (Mn) водорозчинний	2,66
Цинк (Zn) водорозчинний	33,25
Амінокислоти	35,5
Органічні кислоти	8,4
Фітогормони	0,005
Моносахариди	0,046

Добриво для цукрової кукурудзи підвищує стійкість до хвороб, шкідників та несприятливих погодних умов, знімає фітотоксичність внаслідок застосування гербіцидів. Добриво збільшує озернення кочанів у кукурудзи та волоті у сорго, збільшує врожайність і якість продукції.

Авангард кукурудза

Виробник: компанія Ukravit, Україна.

Комплексне концентроване легкозасвоюване рослинами добриво, що містить збалансоване співвідношення макро-, мезо- та мікроелементів. За хімічним складом містить г/л: азоту – 55, Калію – 10, Магнію – 50, Сірки 128, Бору – 4, Заліза – 5, Марганцю – 5, Міді – 3, Цинку – 20, Молібдену – 0,1, Кобальту – 0,1.

Щодо польових культур, кукурудза демонструє найвищу реакцію на позакореневі підживлення, зокрема ті, що містять цинк. Цинк позитивно впливає на процеси вуглеводного, жирового та фосфорного обміну, а також на синтез вітамінів і засвоєння азоту. Бор та мідь, своєю чергою, сприяють кращому заплідненню квіток, підвищують стійкість до посухи та покращують якісні характеристики зерна. Першу обробку препаратом Авангард® Комплекс Кукурудза варто здійснити на стадії 3-4 листків. Це стимулює активізацію зростання та формування кореневої системи, допомагаючи рослині подолати ранні стреси, спричинені недостатнім живленням. Друге внесення добрива кукурудзі бажано виконати не пізніше фази 6-8 листків. Метою цього етапу є забезпечення максимального потенціалу закладання зерна у качанах та нейтралізація негативного впливу гербіцидів.

Норам внесення добрива у позакореневе підживлення 1,5-2,0 л/га.

Розміри ділянок: посівна – 150 м²; облікові – 100 м², повторність триразова.

Під час проведення дослідження було здійснено фенологічний моніторинг на дослідних ділянках із врахуванням їх біологічних характеристик. Спостереження за розвитком рослин проводилося для визначення фази росту, таких як сходи R1 – вихід рилець V1 – перший листок з комірцем R2 – блістер V2 – другий листок з комірцем R3 – молочна V3 – третій листок з комірцем R4 – молочно-воскова Vn – n-й листок з комірцем R5 – воскова VT – викидання волоті R6 – фізіологічна стиглість. Для кожної фази фіксували початок

розвитку (10% рослин) і початок масового прояву (75% рослин) відповідної стадії [55].

Дослідження проводилися згідно загальноприйнятих методик з наукових досліджень [56, 57, 58, 59].

Під час проведення досліджень із кукурудзою виконувалися такі спостереження та аналізи:

- ✓ перед початком проведення досліджень проводили відбір проб для визначення вологості ґрунту згідно ДСТУ 4287:2004 [60].
- ✓ густоту рослин в період сходів та перед збиранням – урожаю шляхом вибіркового підрахунку на всій площі ділянки;
- ✓ висоту рослин – шляхом вимірювання мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхньої точки рослини;
- ✓ структуру урожаю – перед збиранням урожаю;
- ✓ облік урожаю зерна проводили методом суцільного збирання;
- ✓ масу 1000 зерен – за ДСТУ-4525:2006 «Кукурудза. Технічні умови»[61];
- ✓ вміст води в насінні визначали за допомогою вологоміра Vile55;

РОЗДІЛ 3

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ КОМПЛЕКСНИМИ РІДКИМИ ДОБРИВАМИ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ

3.1 Особливості проходження фенологічних фаз росту та розвитку рослин кукурудзи

Розвиток рослин значною мірою визначається комплексом чинників зовнішнього середовища. Для більшості гібридів кукурудзи, що вирощуються в Україні, тривалість вегетаційного періоду коливається в межах 92-142 днів. Інтенсивність ростових процесів кукурудзи прямо залежить від низки умов, серед яких генетичні особливості гібриду, забезпечення вологою, температурний режим, а також рівень забезпеченості макро- і мікроелементами.

Кукурудза характеризується досить тривалим циклом розвитку, формуванням розвиненої кореневої системи та значної надземної біомаси. Упродовж вегетації культура споживає великі обсяги доступних поживних речовин, причому цей процес відбувається нерівномірно на різних етапах росту. Нестача навіть одного з елементів живлення здатна призупинити або істотно уповільнити фізіологічні процеси, що впливають на формування листкового апарату, проходження фаз цвітіння, запліднення та наливання зерна.

Вплив удобрення на тривалість міжфазних періодів та загального циклу розвитку кукурудзи є одним із ключових чинників формування продуктивності культури. За даними Т. Адаменко, керівниці відділу агрометеорології Українського гідрометеорологічного центру, типовий вегетаційний період кукурудзи в Україні становить у межах 89-159 діб. Однак через зміни термічного режиму останніх років цей показник подовжився приблизно на 10 днів і, за прогнозами, зростатиме й надалі.

Фахівчиня відзначає, що за останні три десятиліття теплові ресурси країни настільки змінилися, що сьогодні практично всі регіони України є

придатними для вирощування кукурудзи на зерно. Більше того, проблема визрівання культури вже майже не актуальна - натомість виникають ситуації передчасного дозрівання зерна.

Тривалість вегетації кукурудзи може суттєво коливатися залежно від генотипу, погодних умов року, екологічних факторів та реакції культури на фотоперіод, і становити від 70 до 330 днів. Саме така пластичність забезпечила широке поширення кукурудзи у світі, зокрема в країнах із помірним і прохолоднішим кліматом - Німеччині, Великій Британії, Швеції та інших.

Попри значне різноманіття показників, що характеризують тривалість вегетаційного циклу, селекціонери зазвичай виокремлюють два ключові етапи: формування вегетативних органів та створення генеративних структур - суцвіть, квіток, органів розмноження, плодів і насіння. Для оперативної оцінки тривалості вегетації використовують низку індикаторів, тісно пов'язаних із її загальною тривалістю. Серед найбільш зручних - період від появи сходів до фази 50% цвітіння качанів та рівень вологості зерна на момент збирання. Ці параметри посідають важливе місце у селекційних дослідженнях кукурудзи.

Одним із найважливіших критеріїв завершення вегетації є досягнення зерном фізіологічної стиглості. Це визначається появою так званого темного прошарку в основі зернівки - результату відмирання провідних тканин і відокремлення її від материнської рослини. З цього моменту починається інтенсивне зниження вологості зерна.

Більшість учених погоджуються, що тривалість фенологічних фаз визначається комплексом чинників: біологічними особливостями гібриду або сорту, погодними умовами, серед яких особливо важливе значення має сума ефективних температур, а також технологічними елементами вирощування.

Тривалість вегетаційного періоду має тісний зв'язок з урожайністю: подовження цього періоду, як правило, сприяє повнішому прояву продуктивного потенціалу культури. Сучасні технології вирощування кукурудзи передбачають використання агроприймів, що впливають на динаміку проходження фенологічних фаз. До таких елементів належать

оптимізація мінерального живлення через застосування комплексних добрив, збагачених макро- і мікроелементами, а також добір високопродуктивних, стійких до стресових умов гібридів.

Формування та розвиток рослин кукурудзи значною мірою залежить від температурних умов і рівня забезпеченості вологою. Найбільш чутливими та відповідальними періодами вважають відрізок від сівби до появи сходів, а також фазу наливання зерна, коли відбувається формування основних елементів продуктивності.

За результатами фенологічних спостережень встановлено, що найдовший період вегетації зафіксовано у середньораннього гібрида ДКС3730 (ФАО280) на варіанті де застосовували у якості позакореневого підживлення рідке добриво Авангард кукурудза - 128 діб (рис. 3.1). Дещо меншим (2 доби) він був при внесенні добрива Нановіт кукурудза – 126 діб.

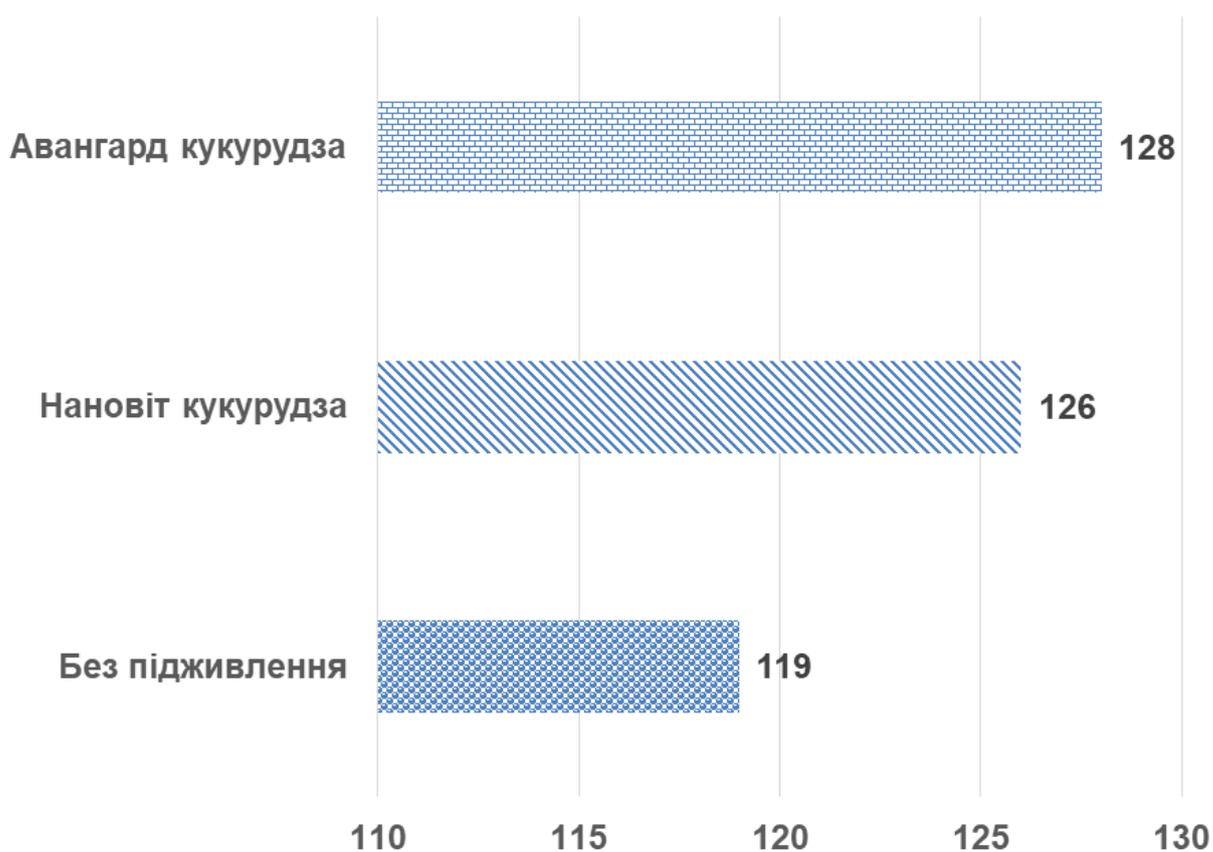


Рис. 3.1 Довгота вегетації кукурудзяного гібриду ДКС3730 (ФАО 280), 2025 р.

Дещо довшим був період вегетації у середньостиглого гібриду кукурудзи ДКС4590 порівняно із середньостиглим гібридом (рис. 3.2). Встановлено, що більш тривалішою вегетація була у гібрида ДКС4590 (ФАО 360) за умови позакореневого внесення добрива Авангард кукурудза - 137 діб (рис. 3.2). Це на п'ять днів більше порівняно з варіантом застосування добрива «Нановіт кукурудза» (132 доби) і на дев'ять діб довше, ніж у контрольному варіанті без підживлення добривами.

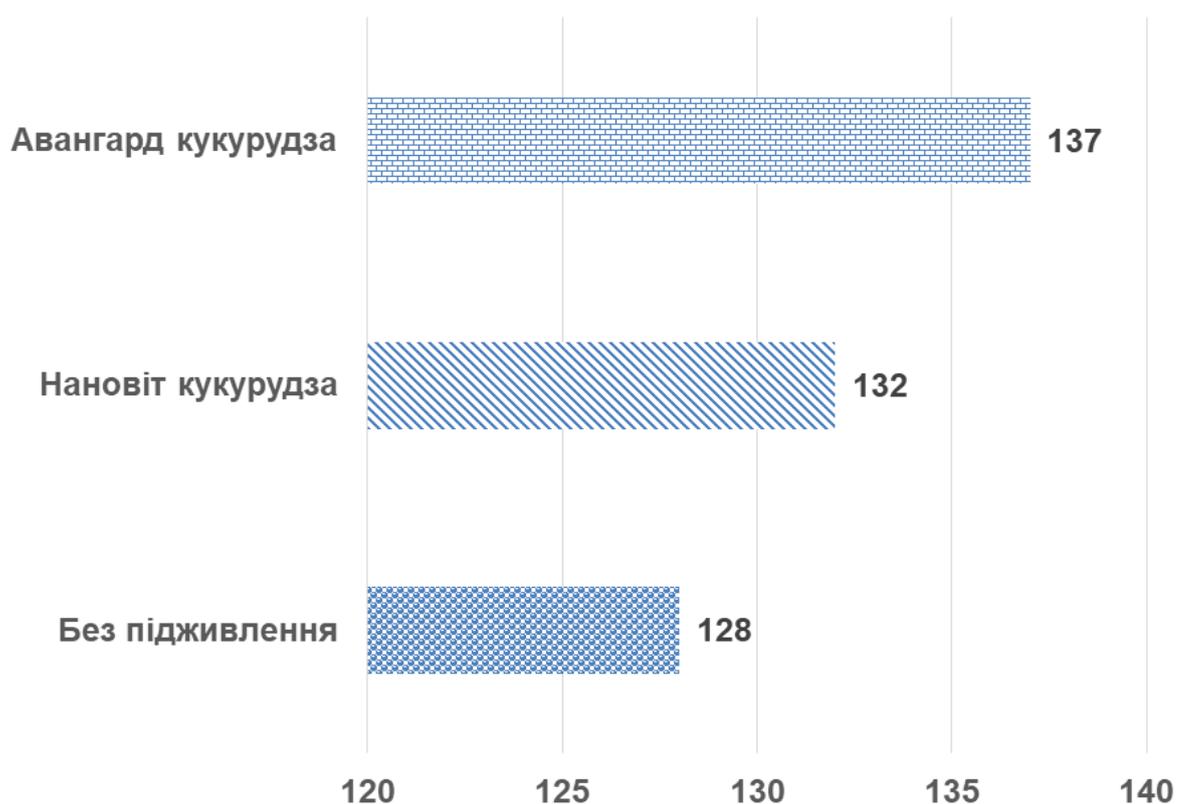


Рис. 3.2 Довгота вегетаційного періоду гібрида ДКС 4590 (ФАО36), 2025 р.

Забезпечення однакового розподілу рослин – це початковий етап на шляху до максимального врожаю. Низькі температури під час висіву, як правило, стримують засвоєння елементів живлення ґрунту та уповільнюють вегетацію. Саме на цій стадії живлення відіграє ключову роль. Первинна коренева система адсорбує поживні речовини, отже, швидка реакція посіву є вирішальною для ефективного формування кореневої системи. Оптимальна температура ґрунту, що перевищує 15°C, сприяє однорідному й стрімкому

проростанню, за умови адекватної зволоженості. Зерно, якому тривалий час бракує сходів, зіштовхується зі зростанням загрози зараження сажкою, адже збудник потрапляє до рослини через захисну оболонку (колеоптиль). Цей грибок розвивається паралельно з культурою, маніфестуючи себе лише на етапі цвітіння.

За результатами проведених спостережень ми не зафіксували відмінностей у часі між посівом та появою сходів кукурудзи між досліджуваними варіантами. Це свідчить про те, що умови для росту й розвитку рослин були однаковими на тих ділянках, де застосовувалися рідкого добрива.

Проведене позакореневе внесення рідких добрив у фазу вегетації кукурудзи - 5-6 листів, дозволило покращити ростові процеси рослин гібридів кукурудзи, що і проявилось у деякому подовженні тривалості періоду схожисть – цвітіння колоті (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Довгота окремих періодів вегетації гібридів кукурудзи при умові проведення позакореневого підживлення, 2025 р.

Гібриди	Позакореневе підживлення	Тривалість періоду:			
		Сівба - сходи	Сходи – цвітіння волоті	Цвітіння волоті – молочно- воскова стиглість зерна	молочно- воскова стиглість зерна – повна його стиглість
DKC 3730	Без підживлення	14±0,25	49 ± 0,41	15 ± 1,03	30 ± 1,19
	Нановіт кукурудза, 1.5 л/га	14±0,25	52 ± 0,39	17 ± 1,08	32 ± 1,03
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	14±0,25	54 ± 0,45	18 ± 1,15	33 ± 0,27
DKC 4590	Без підживлення	14±0,25	51 ± 0,47	18 ± 1,01	30 ± 0,34
	Нановіт кукурудза, 1.5 л/га	14±0,25	54 ± 0,49	19 ± 0,27	33 ± 0,37
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	14±0,25	58 ± 0,37	20 ± 0,24	35 ± 0,34

Так, по гібриду DKC3730 тривалість даного періоду на варіанті, де вносили добриво Авангард кукурудза склала 54 доби, що на 2 доби більше порівняно з варіантом де вносили добриво Нановіт кукурудза (52 доби) і на 5 діб довше ніж на контрольному варіанті – без проведення підживлення.

Така ж закономірність збереглася і у гібрида DKC4590. Найдовшою тривалістю періоду сходи – цвітіння була на варіанті де вносили рідке добриво Авангард кукурудза – 58 діб, при внесенні добрива Нановіт кукурудза -54 доби, що на 7 і 3 доби триваліше ніж на контрольному варіанті.

Доволі важливим періодом у житті рослин кукурудзи є період від цвітіння до початку наливу зерна.

Процес запилення займає від п'яти до десяти діб У цей період кукурудза особливо вразлива до будь-яких стресових факторів, здатних спричинити скидання качанів. Якщо ж вранці спостерігається в'янення листя через брак вологи, це може призвести до денних втрат урожаю, сягаючи 7% кожні двадцять чотири години.

Поглинання калію вже практично завершене. Цей елемент є критично важливим як для успішного запилення, так і для наливання зерна. Дефіцит калію гальмує формування рилець і може навіть спричинити явище череззерниці. Якщо рівень калію низький, а азоту - надмірний, це створює сприятливі умови для вилягання посівів.

Рослина активно перенаправляє живильні речовини з інших своїх частин безпосередньо до качана. Саме на цій фазі можна чітко простежити тісний зв'язок між концентрацією елементів живлення в рослині та фінальною кількістю врожаю, а також ефективністю застосованих агрохімічних заходів.

Рослина налаштовується на активне депонування вуглеводів у зародку, і спостерігається інтенсивне нарощування сухої маси в зернах.

Більш тривалою фаза цвітіння – молочно-воскова стиглість була на варіантах де проводили позакореневі підживлення рідкими добривами. На контрольних варіантах – вона була найменшою.

Найбільш важливим є тривалість періоду наливу зерна. Чим він триваліший тим більше часу буде для формування зернівки, її маси а в кінцевому варіанті і врожайності. У даний час зерно активно наповнюється. Культура переживає заключну, вирішальну фазу формування зернівок у качані. Будь-яке навантаження здатне зменшити розміри і масу зерен, що формуються.

Встановлено, що чим довше зберігається зеленою вегетативна маса рослин кукурудзи, щоб забезпечити більш тривалий час для кожної стадії розвитку, тим самим максимізуючи процес накопичення сухої речовини.

Нами встановлено, що на ділянці де вирощували середньоранній гібрид ДКС3730 тривалість періоду молочно-воскова стиглість зерна – повна стиглість була довшою на варіантах де вносили в якості позакореневого підживлення рідкими добривами у порівнянні з контрольним варіантом. Обприскування посіву добривом Авангард кукурудза подовжувало тривалість даної фази до 33 діб, а на варіанті де застосовували Нановіт кукурудза – на 32 дні.

Такий же характер тривалості даного періоду був і при вирощуванні середньостиглого гібриду ДКС 4590, але тривалість була дещо довшою, особливо на варіанті де вносили добриво Авангард кукурудза – 35 діб.

Таким чином, більш сприятливіші умови для проходження головних періодів росту та розвитку рослин гібридів кукурудзи склалися за внесення у позакореневе підживлення добрива Авангард кукурудза, 1.8 л/га.

3.2 Характер формування лінійної висоти рослин при позакореневому підживленні рідкими добривами

Висота рослин є одним із ключових морфобіологічних показників, що відображають інтенсивність ростових процесів кукурудзи та характеризують її загальний розвиток. Цей параметр досить варіативний і значною мірою залежить як від технологічних елементів вирощування, так і від погодних умов упродовж вегетації. Стебла кукурудзи формуються потужними, з високою

механічною міцністю та щільністю, що забезпечує стійкість рослин проти вилягання.

Між висотою стебла та скоростиглістю гібридів простежується виражена негативна кореляція: ранньостиглі форми зазвичай формують нижчі рослини, тоді як середньо- та пізньостиглі - вищі. Водночас кожен із цих показників суттєво модифікується зовнішніми умовами, насамперед температурним та водним режимом ґрунту і повітря.

За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільший приріст висоти рослин у фазі молочно-воскової стиглості спостерігався за умови комплексного застосування передпосівної обробки насіння стимулятором росту Емістим С та проведення позакореневого підживлення комбінацією мінерального добрива Еколіст багатоконпонентний разом з Емістимом С. Такий підхід активізував фізіологічні процеси, покращив засвоєння поживних речовин і сприяв формуванню більш високорослих і продуктивних рослин.

Як зазначають Ю. Лавриненко та О. Гож, на величину висоти рослин найбільше впливають біологічні особливості гібридів різних груп стиглості, використання регуляторів росту та різні види макро- і мікродобрив. У ході їхніх досліджень встановлено, що висота рослин істотно варіює залежно від фази органогенезу, способів передпосівної обробки насіння та характеру позакореневого живлення. Так, у фазі молочної стиглості висота різних гібридів коливалася в межах 224–282 см [51], що свідчить про високу чутливість культури до умов живлення.

Забезпечення збалансованого мінерального живлення є одним із провідних чинників підвищення продуктивності кукурудзи. Добрива відіграють вирішальну роль у формуванні оптимального поживного режиму ґрунту, оскільки дозволяють оперативно компенсувати нестачу макро- та мікроелементів. Наукові дані підтверджують, що покращення умов живлення, у тому числі за рахунок внесення рідких добрив, сприяє інтенсивнішому нарощуванню вегетативної маси. Це зумовлено збільшенням площі листкової

поверхні, активним ростом стебла та кращою здатністю рослин використовувати запаси ґрунтової вологи, що в остаточному підсумку забезпечує підвищення урожайності.

У ранні етапи органогенезу різниця у висоті рослин за різних варіантів удобрення зазвичай є незначною, однак у період цвітіння волоті такі відмінності стають виразними. Підвищене мінеральне живлення в цей час сприяє формуванню вищих рослин та збільшує висоту прикріплення нижнього качана, що є важливим показником для рівномірного освітлення та оптимізації процесів фотосинтезу.

Основними чинниками, котрі сприяли збільшенню рослин у висоту, виступають особливості вирощуваних гібридів кукурудзи, віднесених до різних груп дозрівання, а також рідкі комплексні добрива. Зміна висоти рослин спостерігалася диференційовано відповідно до стадій розвитку різних гібридів, особливостей застосованих комплексних рідких добрив у якості листового підживлення. Під впливом вищезгаданих умов діапазон коливань висоти у фазі молочно-воскової стиглості зерна був від 2,18 до 2,80 метра (табл. 3.2)

Таблиця 3.2

Динаміка лінійної висота рослин гібридів кукурудзи при застосуванні позакореневого підживлення, 2025 р.

Гібрид	Позакореневе підживлення	Період від повних сходів до:		
		6-8 листка	цвітіння	молочно-воскова стиглість зерна
DKC 3730	Без підживлення	78±2,38	209±5,09	218±3,47
	Нановіт кукурудза, 1,5 л/га	78±2,38	218±3,09	228±4,04
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	78±2,38	225±2,98	235±4,25
DKC 4590	Без підживлення	89±2,56	227±3,53	245±4,09
	Нановіт кукурудза, 1,5 л/га	88±2,67	232±5,03	267±6,01
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	89±2,67	253±4,07	280±5,23

У фазу 6-8 листків на час проведення позакореневого підживлення препаратами які містять макро- і мікроелементи, висота рослин середньораннього гібриду ДКС 3730 складала 78 см, а середньостиглого гібрида ДКС 4590 – 88-89 см.

Проведені обліки даного показника у фазу цвітіння показали позитивний вплив рідких добрив на формування лінійної висоти рослин. Як по гібриду ДКС3730, так і по гібриду ДКС 4590 вищими рослини були на варіанті із внесенням добрива Авангард кукурудза – 225 і 253 см відповідно. Дещо нижчими рослини були при внесенні добрива Нановіт кукурудза – 218 і 232 см відповідно.

На заключному етапі вегетації (молочно-воскова стиглість) рослини середньораннього гібриду ДКС 3730 сформували лінійну висоту на рівні 235 см при внесенні добрива Авангард кукурудза, що на 7 і 17 см вище у порівнянні з внесенням добрива Нановіт кукурудза і контролю відповідно.

Рослини середньостиглого гібриду ДКС 4590 в умовах 2025 року сформували достатньо високі рослини на варіанті де вносили добриво Авангард кукурудза – 280 см. При тому, що даний показник на варіанті з внесенням добрива Нановіт кукурудза склав 267 см, а на контролі взагалі 245 см.

Таким чином, внесення в якості позакореневого підживлення комплексних рідких добрив сприяє лінійному росту рослин кукурудзи. Більш високорослими були рослини середньостиглого гібриду ДКС 4590 (ФАО 360). Більш позитивно на висоту рослин впливало внесення добрива Авангард кукурудза.

3.3 Вплив рідких добрив на характер накопичення надземної маси рослин

Показники продуктивності рослин кукурудзи, такі як сира біомаса та суха речовина, площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал посіву та

динаміка зростання чистої продуктивності фотосинтезу, є важливими для формування високих врожаїв зерна кукурудзи [38].

Найбільше накопичення сухої маси врожаю (90-95%) відбувається за рахунок поточного фотосинтезу в листках. Тривалість та інтенсивність накопичення сухої речовини і сировини залежать від біологічних особливостей росту рослин і фотосинтетичної продуктивності [16].

У наших господарських дослідженнях 2025 року встановлено, що величина сирової маси рослин досліджуваних гібридів істотно залежала від використаних у позакореновому підживленні добрив (табл. 3.3). На ранніх етапах органогенезу ріст рослин був уповільненим, і протягом 22–29 днів після появи сходів висота рослин досягала лише 25-30 см. Проте вже у фазі 6–8 листків темпи росту суттєво прискорювалися. Максимальне накопичення зеленої маси та сухої речовини спостерігалось у фазі молочної стиглості, коли рослини мають найвищий фотосинтетичний потенціал.

Таблиця 3.3

Характер накопичення сирової надземної маси рослин, 2025 р.

Гібрид	Позакореневе підживлення	Періоди від сходів до:		
		6-8 листків	цвітіння	молочно-воскова стиглість
DKC 3730	Без підживлення	8,32±0,32	29,25±0,41	56,03±0,44
	Нановіт кукурудза, 1,5 л/га	8,30±0,31	29,92±0,39	62,84±0,52
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	8,32±0,32	30,08±0,44	67,92±0,49
DKC 4590	Без підживлення	9,31±0,30	30,46±0,42	60,01±0,53
	Нановіт кукурудза, 1,5 л/га	9,29±0,28	31,33±0,44	67,28±0,56
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	9,30±0,29	31,52±0,46	72,09±0,63

У фазі 6-8 листків рослини більш пізньостиглого гібриду DKC 4590 сформували більшу вегетативну масу (9,299...9,31 т/га) у порівнянні з середньораннім гібридом DKC 3730 (8,30...8,32).

В послідуючі періоду росту та розвитку рослин нами відмічено позитивну дію застосованих у фазу 6-8 листків препаратів які містять макро- і мікроелементи. Так, у фазу цвітіння сира маса вегетативної частини рослин гібриду ДКС 3730 була більшою на варіанті, де вносили добриво Авангард кукурудза – 30,08 т/га, що на 0,16 т/га більше у порівнянні з іншим добривом Нановіт кукурудза (29,92 т/га) і на 0,83 т/га – у порівнянні з контрольним варіантом де не вносилися добрива (29,25 т/га).

По гібриду ДКС 4590 також вищі показники сирої маси вегетативних органів рослин кукурудзи при внесення в якості підживлення рідкого добрива Авангард кукурудза – 31,52 т/га, нижчі показники були при внесенні обрива Нановіт кукурудза - 31,33 т/га при масі на контролі 30,46 т/га.

Наприкінці вегетації у фазу молочно-воскової стиглості зерна найбільшу масу вегетативних органів кукурудзи було у середньостиглого гібриду ДКС 4590 при внесенні в якості підживлення добрива Авангард кукурудза – 72,09 т/га, що на 4,81 т/га більше ніж при внесенні добрива Нановіт кукурудза (67,28 т/га) і на 12,08 т/га у порівнянні з контролем (60,01 т/га).

По середньоранньому гібриду ДКС 3730 сира маса вегетативної частини рослин була також більшою на варіанті, де вносили добриво Авангард кукурудза – 67,92 т/га, що на 5,08 т/га більше у порівнянні з іншим добривом Нановіт кукурудза (62,84) і на 11,089 т/га – у порівнянні з контрольним варіантом (56,03 т/га).

Динаміка накопичення сухої маси загалом повторювала тенденції наростання сирої біомаси (табл. 3.4), але відображала більш точну реакцію рослин на внесенні рідких добрив.

У фазі 6-8 листків рослини гібриду ДКС 4590 сформували більшу суху вегетативну масу (2,89...2,92 т/га) у порівнянні з середньораннім гібридом ДКС 3730 (2,59...2,60).

У фазу цвітіння суха маса вегетативних органів рослин гібриду ДКС 3730 була більшою за внесення добрива Авангард кукурудза – 9,40 т/га, що на

0,05 т/га вище порівняно з добривом Нановіт кукурудза і на 0,28 т/га – контрольним варіантом.

Таблиця 3.4

Характер накопичення сухої надземної маси рослин, 2025 р.

Гібрид	Позакореневе підживлення	Періоди від сходів до:		
		6-8 листків	цвітіння	молочно-воскова стиглість
DKC 3730	Без підживлення	2,60±0,12	9,12±0,23	19,32±0,44
	Нановіт кукурудза, 1,5 л/га	2,59±0,11	9,35±0,22	21,67±0,40
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	2,60±0,12	9,40±0,22	23,42±0,48
DKC 4590	Без підживлення	2,91±0,23	9,52±0,34	20,69±0,53
	Нановіт кукурудза, 1,5 л/га	2,89±0,23	9,79±0,33	23,20±0,49
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	2,92±0,20	9,85±0,31	24,86±0,51

По гібриду DKC 4590 вищі показники сухої маси надземної частини рослин кукурудзи при підживленні добривом Авангард кукурудза – 9,85 т/га, дещо нижчі показники були при внесенні добрива Нановіт кукурудза - 9,79 т/га при масі на контролі 9,52 т/га.

У фазу молочно-воскової стиглості більшу суху масу рослин кукурудзи було сформовано у середньостиглого гібриду DKC 4590 при внесенні в якості підживлення добрива Авангард кукурудза – 24,86 т/га, що на 1,66 т/а більше ніж при внесенні добрива Нановіт кукурудза (23,20 т/га) і на 4,17 т/га у порівнянні з контролем (20,69 т/га).

У середньораннього гібриду DKC 3730 суха надземної маси рослин була більшою на варіанті, де вносили добриво Авангард кукурудза – 23,42 т/га, що на 1,75 т/га більше у порівнянні з іншим добривом Нановіт кукурудза (21,67) і на 4,10 т/га – у порівнянні з контрольним варіантом (19,32 т/га).

3.4. Вплив позакореневого підживлення рідкими добривами на структуру врожаю

Основні структурні елементи врожаю кукурудзи формуються під впливом широкого спектра чинників, серед яких визначальну роль відіграють технологічні прийоми вирощування, погодні умови та правильний добір гібридів. Ефективність реалізації потенціалу культури значною мірою залежить від того, наскільки технологія вирощування здатна компенсувати несприятливі кліматичні коливання, які є типовими для сучасних умов землеробства.

До елементів технології, що безпосередньо впливають на продуктивність кукурудзи, належать внесення мінеральних добрив, проведення позакорневих підживлень та застосування стимуляторів росту. Враховуючи нестабільність погодних факторів, досягнення високих врожаїв неможливе без системного удосконалення агротехніки, а також без використання високопродуктивних гібридів, адаптованих до специфічних ґрунтово-кліматичних умов регіону. Варто підкреслити, що навіть перспективний гібрид не може щороку забезпечувати однакову врожайність за відсутності оптимальних умов живлення та догляду. Проте структура врожаю кукурудзи на зерно залишається сталою - вона визначається кількістю продуктивних рослин на одиницю площі й масою зерна, сформованого однією рослиною.

Структурні елементи врожайності - це базові індикатори продуктивності будь-якої культури, зокрема й кукурудзи, а їх зміна є відображенням впливу агротехнічних заходів. Одні компоненти структури швидко реагують на зміни технологічних операцій, інші ж залишаються більш стабільними [38].

Одним із ключових резервів підвищення продуктивності агрофітоценозів кукурудзи є нарощування індивідуальної продуктивності рослин. Це досягається за рахунок удосконалення елементів технології, здатних індукувати позитивні зміни у господарсько цінних ознаках. Ефективне формування високопродуктивних агрофітоценозів можливе лише за умов раціонального управління процесами реалізації генетично обумовленого потенціалу

врожайності, що дозволяє мінімізувати розрив між потенційною та фактичною продуктивністю.

В агрофітоценозах кукурудзи спостерігається динамічний взаємозв'язок між окремими елементами структури врожаю. Зміна одного показника - наприклад, кількості рослин на площі чи величини качана - неминуче впливає на інші компоненти, що зумовлено компенсаторними можливостями рослинного організму та генетично визначеними межами варіювання ознак.

Формування високої продуктивності кукурудзи можливе лише за глибокого розуміння особливостей динаміки структурних елементів урожаю протягом усього вегетаційного періоду та своєчасного втручання для їх оптимізації. На величину кожного показника впливають різні фактори, серед яких особливо важливими є рівень продуктивної вологи в ґрунті, погодні умови, густина стояння рослин, агротехнічні заходи та правильний вибір гібрида.

Серед численних господарсько вагомих ознак гібридів кукурудзи значну роль у формуванні потенційної та фактичної врожайності відіграють такі параметри, як кількість рядів зерен і число зерен у ряду. Вивчення кореляційних зв'язків між цими показниками та основними елементами врожайності є важливим для визначення оптимальних параметрів майбутніх гібридів, їх моделювання та впровадження у виробництво з урахуванням агрокліматичних особливостей зон вирощування.

Згідно з даними, отриманими шляхом аналізу структури врожаю на експериментальних ділянках, стало очевидно, що використання комплексних рідких добрив як елемента позакореневої підгодівлі чинило цілком сприятливий вплив на формування складових елементів урожайності (рис. 3.3).

Нами виявлено достатньо позитивну дію застосування в якості позакореневого підживлення макро- і мікродобрив. Довжина качана була найбільшою на варіанті з внесення добрива Авангард кукурудза по гібриду ДКС 3730 19,7 см, що на 0,6 і 1,12 см більше у порівнянні з внесенням добрива Нановіт кукурудза (19,1 см) і контролем (18,6 см) відповідно.

По гібриду ДКС 4590 даний показник мав максимальне вираження 20,6 см у порівнянні з попереднім гібридом.

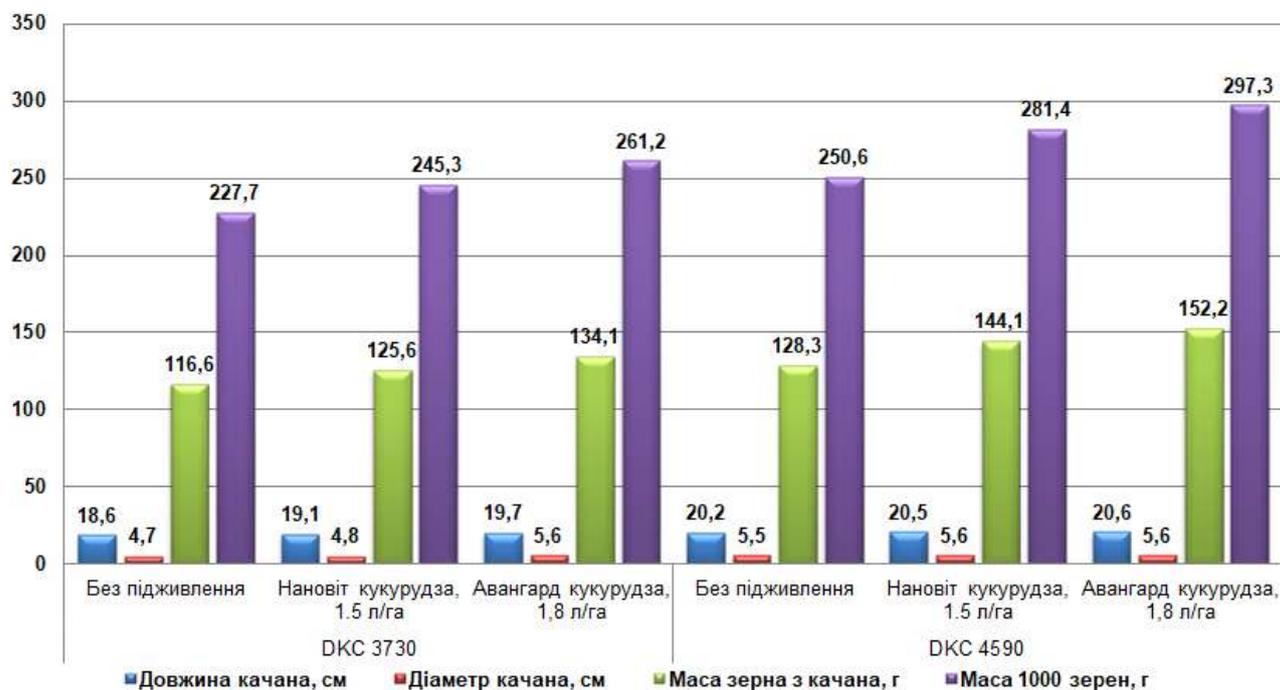


Рис. 3.3 Структура врожайності під впливом позакореневого підживлення рідкими добривами, 2025 р.

Найбільшу масу зерна з качана було отримано по середньостиглому гібриду ДКС 4590 152,2 г на варіанті де вносили добриво Авангард кукурудза. Дещо нижчою була маса при внесенні добрива Нановіт кукурудза – 144,1 грам з качана. На варіанті де не застосовувалися макро- і мікродобрива маса зерна з качана складала 128,3 грами.

По середньоранньому гібриду ДКС 3730 більш ефективним по дії на формування маси зерна в качані був варіант із внесенням добрива Авангард кукурудза (134,1 грами), дещо нижчими показниками маси зерна характеризувався варіант із внесенням добрива Нановіт кукурудза (125,6 грами).

Більшу масу тисячі зерен отримано при вирощуванні гібриду ДКС 4590 і внесення в якості позакореневого підживлення добрива Авангард кукурудза – 297,3 грами, що на 15,9 грам більше порівняно із внесенням Нановіт кукурудза

(281,4 грами) і на 46,7 грами порівняно з контролем (250,6 грами). По гібриду ДКС 3730 ми спостерігали аналогічну ситуацію по ефективності підживлення кукурудзи досліджуваними рідкими добривами.

Таким чином, вищі показники елементів структури врожаю – довжина качан, кількість і маса зерен у качані, маса 1000 зерен отримано при застосуванні добрива Аванград кукурудза.

3.5 Вплив внесення комплексних рідких добрив на врожайність зерна

Врожайність кукурудзи є ключовим критерієм ефективності її вирощування та основним показником результативності впроваджуваних агротехнологій. У сучасних умовах інтенсифікації агровиробництва проблема стабільного збільшення врожайності не може бути розв'язана лише за рахунок традиційних підходів - таких як селекційно-генетичне поліпшення гібридів, збалансоване внесення макродобрив чи застосування засобів захисту рослин. Хоча ці чинники залишаються фундаментальними, вони вже не забезпечують достатнього приросту продуктивності, особливо в умовах кліматичної нестабільності та зростаючого антропогенного навантаження на агроєкосистеми.

Саме тому все більшого значення набуває застосування макро- і мікродобрив та бактеріальних препаратів, які доповнюють традиційні прийоми та виступають важливим елементом ресурсозберігальних технологій вирощування кукурудзи [17, 32]. Їх використання дає змогу коригувати дефіцит життєво необхідних мікроелементів у ґрунті, посилювати захисні реакції рослин, активізувати фізіологічні процеси та підвищувати загальний рівень біологічної стійкості посівів. Мікродобрива забезпечують більш повну реалізацію генетичного потенціалу рослин кукурудзи, оскільки навіть за достатньої кількості макроелементів (NPK) відсутність хоча б одного мікроелемента може істотно обмежувати продуктивність. Доведено, що застосування мікроелементів сприяє покращенню якості зерна: підвищується

виповненість, вміст білка, крохмалю та рівень метаболічної активності, що є важливим фактором для насінницьких і товарних посівів.

Позитивний вплив комплексних добрив пояснюється їхньою активною участю в ключових біохімічних реакціях. Вони виступають кофакторами ферментів, що регулюють окисно-відновні процеси та метаболізм вуглеводів, беруть участь у синтезі хлорофілу, регулюють дихання й фотосинтез, а також стимулюють розвиток кореневої системи, що покращує засвоєння вологи та поживних речовин. У результаті підвищується інтенсивність фотосинтетичної діяльності рослин, збільшується площа листкової поверхні та загальний рівень асиміляційної здатності.

Додатковим чинником успіху є біопрепарати на основі корисних мікроорганізмів. Вони здатні колонізувати ризосферу, посилюючи доступність поживних речовин та активізуючи природні механізми живлення рослин. Такі препарати також знижують токсичність ґрунту, сприяють синтезу фітогормонів, зміцнюють імунітет рослин та підвищують їхню стійкість до абіотичних стресів - нестачі вологи, високих температур, засолення.

Завдяки цим процесам кукурудза ефективніше формує як вегетативні, так і генеративні органи: пришвидшується розвиток кореневої системи, збільшується маса стебел і листків, покращується запилення та формування качанів. У підсумку підвищується кількість зерен у качані, зростає їхня маса та якість, що безпосередньо відображається на загальній врожайності.

Отже, комплексне застосування добрив та бактеріальних препаратів є одним із найефективніших напрямів підвищення продуктивності кукурудзи в сучасних умовах. Такий підхід дозволяє оптимізувати живлення рослин, зменшити негативний вплив кліматичних коливань, підвищити здатність рослин до саморегуляції та забезпечити стабільно високі врожаї навіть за обмежених ресурсів і складних умов вирощування.

Проведений облік господарської врожайності зерна у розрізі гібридів та варіантів позакореневого підживлення показав високу ефективність у формуванні зернової продуктивності рослин застосування добрив (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Врожайність зерна залежно від застосування рідких добрив, 2025 р.

Гібрид.	Позакореневе підживлення	Урожайність зерна на 14% вологість	
		т/га	± до контролю
DKC 3730	Без підживлення	7,98	-
	Нановіт кукурудза, 1,5 л/га	8,17	0,19
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	8,26	0,28
DKC 4590	Без підживлення	8,88	-
	Нановіт кукурудза, 1,5 л/га	9,06	0,18
	Авангард кукурудза, 1,8 л/га	9,14	0,26

НІР₀₅ добриво

0,168

Серед досліджуваних гібридів вищу врожайність зерна 8,88...9,14 т/га отримано по DKC 4590 (ФАО 360). По гібриду DKC 3730 була у межах 7,98...8,26 т/га залежно від досліджуваних факторів.

Проведення позакореневого підживлення добривом Авангард кукурудза дозволило сформувати найвищу врожайність зерна середньостиглого гібриду DKC 4590 – 9,14 т/га, що на 0,26 т/га вище порівняно із контролем при НІР₀₅ 0,168 т/га. Суттєвий приріст врожаю отримано і при внесенні добрива Нановіт кукурудза – 0,18 т/га. По середньоранньому гібриду DKC 3730 (ФАО 280) нами отримано дещо вищі прирости врожаю за рахунок внесення добрив порівняно з середньостиглим гібридом – 0,28 т/га і 0,19 т/га відповідно.

3.6 Оцінка ефективності позакореневого підживлення кукурудзи комплексними рідкими добривами

Сучасне рослинництво ґрунтується на принципах раціонального використання ресурсів, коли головною метою є отримання максимальної кількості та якості продукції за мінімально можливих матеріальних витрат на її одиницю. Такий підхід вимагає ґрунтового аналізу економічної ефективності виробництва, що передбачає встановлення оптимального співвідношення між вкладеними ресурсами та кінцевим результатом. У процесі оцінювання враховують загальну структуру витрат, собівартість продукції, обсяг валового виробництва, рівень прибутковості, а також рентабельність технології в цілому.

Ефективність будь-якої технології вирощування сільськогосподарських культур визначається не лише абсолютною врожайністю, а й економічними показниками, які демонструють доцільність її впровадження та стабільність застосування в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Саме тому економічна оцінка врожайності є важливою складовою при виборі оптимальних технологічних рішень для аграрного виробництва. У сучасних умовах зростає роль технологічних інновацій, які дозволяють підвищувати продуктивність агробіоценозів без збільшення енерго- та ресурсозатрат. Йдеться про впровадження нових методів удобрення, біологізації технологій, удосконалення систем рослинного живлення, оптимізацію густоти стояння рослин, використання сучасних гібридів та інші елементи, що забезпечують більш ефективне використання потенціалу культури.

За даними Шпаар Д. та співавторів (2009) [38], а також досліджень Надь Янош (2022) [7], інноваційні технології дозволяють суттєво підвищити віддачу посівів, зменшити втрати ресурсів, зробити рослинництво більш екологічно збалансованим та довгостроково рентабельним. Такі технологічні рішення не лише підвищують урожайність і покращують якість продукції, а й забезпечують більшу стабільність виробництва за умов кліматичних ризиків, що є актуальним для сучасного аграрного сектору.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що економічна результативність вирощування сільськогосподарських культур є комплексною характеристикою, яка залежить як від агротехнічних заходів, так і від рівня інноваційності технології. Розуміння цих взаємозв'язків дає можливість виробникам приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації виробничих процесів і підвищення загальної ефективності господарювання.

За результатами зробленого нами економічного розрахунку ефективності внесення у позакореневе підживлення сучасних комплексних рідких добрив встановлено, що за рахунок отриманих приростів врожаю економічні показники вказують на достатньо високу ефективність внесення добрив (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи добривами, 2025 р.

Показник ефективності	DKC 3730 (ФАО 280)		DKC 4590 (ФАО 360)	
	Нановіт кукурудза	Авангард кукурудза	Нановіт кукурудза	Авангард кукурудза
1. Приріст врожайності, т/га	0,19	0,28	0,18	0,26
3. Реалізаційна ціна 1 т зерна, грн.	8500	8500	8500	8500
4. Вартість додаткового врожаю, грн.	1615	2380	1530	2210
Витрати на добрива, грн./га	336	295	336	295
Витрати внесення добрив, грн/га	520	520	520	520
Витрати на збирання додаткового врожаю, грн..	19	28	18	26
Усього витрат на вирощування, збирання, грн.	875	843	874	841
Додатковий прибуток, грн.	740	1537	656	1369
Рівень рентабельності, %	85	182	75	163
Собівартість продукції, грн/т	4605	3011	4856	3235

Встановлено високу ефективність проведення позакореневого підживлення сучасними комплексними рідкими добривами. Вищі показники економічної ефективності при вирощуванні середньораннього гібрида ДКС 3730 і середньостиглого ДКС 4590 отримано при застосуванні добрива Авангард кукурудза, 1,8 л/га при цьому рівень рентабельності склав 182 і 163% залежно від досліджуваних гібридів. Більш ефективно дане добриво було при вирощуванні середньораннього гібриду ДКС 3730 (ФАО 280).

Дещо нижча ефективність були за використання добрива Нановіт кукурудза, 21,0 л/га - рентабельності по гібриду ДКС 3730 склала склав 85 %, а гібриду ДКС 4590 – 75%.

ВИСНОВКИ

Можна зробити наступні висновки:

1. Більш сприятливіші умови для проходження головних періодів росту та розвитку рослин гібридів кукурудзи склалися за внесення у позакореневе підживлення рідкого добрива Авангард кукурудза, 1,8 л/га.

2. Внесення в якості позакореневого підживлення добрив сприяє лінійному росту рослин кукурудзи. Більш високорослими були рослини середньостиглого гібриду ДКС 4590 (ФАО 360). Більш позитивно на висоту рослин впливало внесення добрива Авангард кукурудза.

3. Як у середньораннього гібриду ДКС 3730, так і середньостиглого гібриду ДКС 4590 сира і суха надземної маси рослин була більшою на варіанті, де вносили добриво Авангард кукурудза.

4. Вищі показники елементів структури врожаю – довжина качан, кількість і маса зерен у качані, маса 1000 зерен отримано при застосуванні добрива Авангард кукурудза.

5. Проведення позакореневого підживлення рідкого добрива Авангард кукурудза дозволило сформувати найвищу врожайність зерна середньостиглого гібриду ДКС 4590 – 9,14 т/га, що на 0,26 т/га вище порівняно із контролем при $НР_{05}$ 0,168 т/га. Суттєвий приріст врожаю отримано і при внесенні добрива Нановіт кукурудза – 0,18 т/га. По середньоранньому гібриду ДКС 3730 (ФАО 280) нами отримано дещо вищі прирости врожаю за рахунок внесення добрив порівняно з середньостиглим гібридом – 0,28 т/га і 0,19 т/га відповідно.

6. Вищі показники економічної ефективності при вирощуванні середньораннього гібрида ДКС 3730 і середньостиглого ДКС 4590 отримано при застосуванні комплексного рідкого добрива Авангард кукурудза, 1,8 л/га при цьому рівень рентабельності склав 182 і 163% залежно від досліджуваних гібридів.

ПРОПОЗИЦІЇ

На основі даних висновків можна рекомендувати сільгосп підприємствам Прилуцького району Чернігівської області, для отримання високих врожаїв кукурудзи застосовувати в якості позакореневого підживлення комплексне рідке добриво Авангард кукурудза (1,5 л/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Leaf area index of sweet corn (*Zea mays* ssp. *saccharata* L.) crops depending on cultivation technology in the drip-irrigated conditions of the south of Ukraine / Lykhovyd P. etc. *Modern Phytomorphology*. 2019. № 1–4, P. 166–184.
2. Захарченко Е.А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського НАУ*. 2019. Вип. 4. С. 8–14.
3. Коваленко О.А., Дробітько А.В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов змін клімату. *Кліматичні 124 Таврійський науковий вісник № 136. Частина 1 зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали Міжн. наук.-практ. конф. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730.*
4. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Формування урожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2019. Т. 10. № 1. С. 18–26.
5. Особливості застосування мікродобрив Реаком Плюс сумісно з гербіцидами в технології вирощування кукурудзи. URL: <https://posivna.com.ua/ua/doslidi-agronoma/osoblivosti-zastosuvannya-mikrodobriv-reacom-plyus-sumisno-zgerbitsidami-v-tekhnologiji-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 06.11.2025).
6. Тараріко Ю. О. Агроресурсний потенціал маловитратних технологій у землеробстві. *Меліорація і водне господарство*. 2014. Вип. 101. С. 60–70.
7. Надь Янош. *Кукурудза*. Вінниця : Корзун Д. Ю., 2012. 580 с.
8. Циков В. С. Прогрессивная технология выращивания кукурузы. Київ : Урожай, 1984. 192 с. 5. Барсуков С. С. Питательность кормов из основных частей растений. *Кукуруза и сорго*. 1990. № 4. С. 16–17. 6. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. *Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур*. Львів : Українські технології, 2014.

9. Слухай С. И. Водный режим и минеральное питание кукурузы. Київ : Наук. думка, 1974. 246 с.
10. Мовсесян Д. Н. Особливості мінерального живлення кукурудзи//Перлини степового краю, (4–6 листоп. 2009 р.): матеріали регіон. наук.-практ. агроеколог. конф. студ., аспірантів і молодих вчених/редкол.: В. М. Ганганов та ін. Миколаїв : МДАУ, 2009. С. 119–122.
11. Система удобрення кукурудзи. *Аграрний сектор України*. URL: <http://admin@agrosience.com.ua>.
12. Афонин Н. М. Особенности выращивания кукурузы на зерно в Тамбовской области. *Кукуруза и сорго*. 2002. № 3. С. 2–4.
13. Индустриальная технология производства кукурузы/сост. Н. В. Тудель. 2-е изд., с изм. Київ : Урожай, 1985. 280 с.
14. Циков В. С. Кукуруза: технология, гибриды, семена. Днепропетровск : Зоря, 2003. 296 с.
15. Носко Б. С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив. Київ : Урожай, 1990. 220 с.
16. Pellerin Sylvain, Mollier Alain, Plinet Daniel. Phosphorus Deficiency Affects the rate of Emergence and Number of Corn Adventitious Nodal Roots. *Agronomy Journal*. 2000. Vol. 92. P. 690–697.
17. Годулян І. С. Попередники кукурудзи на Україні. Київ, 1963. С. 157.
18. Крамарев С. М., Якунин А. А., Коваленко В. Е. Дозы, сроки, формы и способы внесения минеральных удобрений под кукурузу при различной основной обработке обыкновенных черноземов. *Агротехника*. 1995. № 2. С. 47–62.
19. Круглов Ю. В. Микробиологические аспекты экологизации земледелия//Разработка экологически безопасных методов ведения сельского хозяйства : сб. науч. тр. материалы Росс.-финск. симпозиума. Санкт-Петербург, 1993. С. 75–79.
20. Шапова Л. Н., Дмитренко Т. И. Мобилизация фосфора из его труднодоступных соединений как фактор повышения плодородия почв//Тез.

докл. делегатів 7-го съезда Всесоюз. о-ва почвоєдєня, (Ташкєнт, 9–13 сєнт. 1985 р.). Ташкєнт, 1985. С. 140–146.

21. Forster J., Freier K. Verkommen P-mobilisierender mikroorganismen in Boden der DDR und Prufung ihrer leistungsfiohgkeit. *Acad. Landwirtschaftswiss. DDR*. 1988. № 1. P. 295–299.

22. Цигура Г. О., Сальник В. П., Усмажиш Т. О. Ефективність фосформобілізуєчих препаратів при вирощуванні олійних культур//Матеріали Всеукраїн. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів з проблем виробництва зерна в Україні, (Дніпропетровськ, 5–6 берез. 2002 р.). Дніпропетровськ, 2002. С. 91–92.

23. Цигура Г. О., Погорілько М. Я. Застосування біопрепаратів фосформобілізуєчих бактерій для обробки насіння сільськогосподарських культур. *Бюл. Ін-ту с.-г. мікробіології*. 2000. № 6. С. 59–60.

24. Філіп'єв І. Д., Міхєєв Є. К. Лінійна залежність врожаю зерна озимої пшениці та кукурудзи від співвідношень мінеральних добрив. *Зрошуване землеробство*. Київ : Урожай, 1981. Вип. 26. С. 31–34.

25. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : монографія/Волкогон В. В. та ін. ; за ред. В. В. Волкогона. Київ : Аграрна наука, 2006. 312 с.

26. Особливості фосфорного живлення гречки при застосуванні бактеризації та ріст стимулятора залежно від агрофону / В. В. Волкогон та ін.//Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (Чернігів, 2004 р.). Чернігів ; Харків, 2004. С. 20–29.

27. Агрохімія : підручник/Городній М. М. та ін. ; за ред. М. М. Городнього. Київ : Алефа, 2003. 775 с.

28. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва : рекомендації/Носко Б. С. та ін. Київ : Аграрна наука, 1999. 111 с.

29. Эффективность ЭМ-технологии при выращивании кукурузы/В. М. Соколов и др. *Надежда планеты*. 2006. № 3. С. 11–12.
30. Маслоїд А. П., Осадчук В. Д., Табачук В. З. Продуктивність цукрових буряків при обробці насіння бактеріальними добривами і вегетуючих рослин регулятором росту. *Зб. наук. пр. Ін-ту цукрових буряків УААН*. 2005. Вип. 8. С. 477–480. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2005_8_70.
31. Ященко Л. А. Продуктивність ячменю ярого за використання препарату полімісобактерин. *Молодий вчений*. 2015. № 7(1). С. 30-32.
32. Особливості застосування мікродобрив Реакком Плюс сумісно з гербіцидами в технології вирощування кукурудзи. URL: <https://posivna.com.ua/ua/doslidi-agronoma/osoblivosti-zastosuvannya-mikrodobriv-reakom-plyus-sumisno-zgerbitsidami-v-tekhnologiji-viroshchuvannya-kukurudzi> (дата звернення: 06.11.2025).
33. Пелех Л.В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 54–61.
34. Поліщук М.І. Паламарчук О.Д. Вплив позакоренових підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.
35. Циков В.С., Дудка М.І., Шевченко О.М. Ефективність позакоренового підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень ІЗГ степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27.
36. Циков В.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т 1. № 1. С. 75–79.
37. Що любить «їсти» кукурудза? Мікроелементи, які необхідні цариці полів. URL: <https://superagronom.com/articles/143-scho-lyubit-yisti-kukurudzamikroelementi-yaki-neobhidni-tsaritsi-poliv> (дата звернення: 06.11.2024).

38. Шпаар Дитер. Кукуруза. Выращивание, уборка, хранение и использование. Київ : Зерно, 2012. 464 с.
39. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив : підручник. Київ : Вищ. шк., 2002. 317 с.
40. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : Українські технології, 2006. С. 271–326.
41. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно – гарантія стабілізації урожайності на рівні 90-100 ц/га : практик. рек./Держ. установа. Ін-т сільс. госп-ва степової зони. Дніпропетровськ, 2012.
42. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник/за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 249–265.
43. Агротехнологічні особливості вирощування озимих та ярих культур у посушливих умовах Південного Степу : наук.-метод. рек. Херсон : Айлант, 2012. С. 15–18.
44. Барчукова А., Коваленко О. Кукурудза без стресів. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 74–75.
45. Микроэлементы в сельском хозяйстве/Булыгин С. Ю. и др. Днепропетровск, 2007. 100 с.
46. Коваленко О., Ковбель А. Елементи живлення та стреси польових культур. *Пропозиція*. 2013. № 5 (215). С. 78–79.
47. Мікродобрива важливий резерв підвищення урожайності сільськогосподарських культур/С. Ю.Булигін, А. І. Фатєєв, Л. Ф. Демішев, Ю. Ю. Туровський. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 11. С. 13–15.
48. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 6 (229). URL: <http://www.agro-business.com.ua>.
49. Ефективність мікробних препаратів та макро- й мікродобрив при вирощуванні зернових культур в умовах ризикованого землеробства/В. В.

Савранчук, І. М. Семеняка, В. О. Курцев, Л. В. Сало. *Вісн. ЦНЗ АПВ Харків. обл.* 2011. Вип. 11. С. 153–163.

50. Ткаліч Ю. І., Ткаліч О. В., Кохан А. В. Продуктивність та економічна оцінка вирощування кукурудзи при використанні стимуляторів росту і мікродобрив. *Вісн. Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-ту.* 2016. С. 26–31.

51. Продуктивність нових гібридів кукурудзи ФАО 310-430 за впливу регуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України / Ю. О. Лавриненко та ін. *Зрошуване землеробство.* 2016. № 66. С. 27–30.

52. Дудка М., Черчель В. Позакореневе підживлення кукурудзи: необхідність чи альтернатива? *Пропозиція.* 2017. URL: <http://propozitsiya.com/ua/pozakoreneve-pidzhivlennya-neobhidnist-chi-alternativa>.

53. Ткачук С. О., Олійник О. О. Вплив застосування мікродобрива «Оракул мультикомплекс» та «Оракул насіння» на врожайність кукурудзи на зерно в умовах Західного Лісостепу України. *Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту.* 2012. № 4. С. 157–160.

54. Паламарчук В. Д., Поліщук М. І., Паламарчук О. Д. Вплив системи удобрення на стійкість гібридів кукурудзи до стеблового кукурудзяного метелика. *Наукові пр. Ін-ту біоенергет. культур і цукрових буряків.* 2013. № 17. С. 240–244.

55. Андрущенко В. Визначення фази розвитку кукурудзи. Веб-сайт : <https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Ukraine Intl/agronomy/staging-corn-growth.pdf> [Дата звернення: 12.11. 2025].

56. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія. 2005. 288 с.

57. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп., перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 39 с.

58. Медведєв В.В. та ін. Оптимальні фізичні властивості посівного шару ґрунту як агровимоги до передпосівного обробітку (наукове видання). Харків, 2016. 196 с

59. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український Інститут експертизи сортів рослин.. 2016. 81 с. <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f4147d3595.pdf>. (Дата звернення: 15.11.2025).

60. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Чинний від 01.07.2005. Вид. Офіц. Держспоживстандарт України. 2005. 9 с.

61. ДСТУ-4525:2006 «Кукурудза. Технічні умови» Чинний від 01.04.2007. Вид. Офіц. Держспоживстандарт України. 2007. 33 с.

ДОДАТОК

