

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЦИНКУ У ПОЗАКОРЕНЕВОМУ ПІДЖИВЛЕННІ КУКУРУДЗИ У ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. Г. Молдован, Ж. А. Молдован

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, с. Самчики, Хмельницький район, Хмельницька область, 31182, Україна

Актуальність. Для оптимального розвитку кукурудза потребує не лише макроелементів – азоту, фосфору та калію, але й мікроелементів – Cu, Mo, Mn, Co, Zn, B та ін. Ефективність мікродобрив у технологіях вирощування кукурудзи досить висока незалежно від способу їх використання (допосівна обробка насіння або листкове підживлення). Серед мікроелементів, які відіграють особливе значення в життєдіяльності рослин, вартує уваги цинк, адже його дефіцит призводить до сповільнення росту через скорочення міжвузлів, зниження озерненості качанів або їх незав'язаності. **Метою досліджень** було вивчення ефективності використання цинку у вигляді висококонцентрованого рідкого добрива для позакореневого підживлення кукурудзи та його впливу на ріст і розвиток рослин, формування площі листової поверхні, показників індивідуальної продуктивності, урожайності зерна кукурудзи в умовах Західного Лісостепу. **Матеріали і методи.** У двофакторному досліді вивчали гібриди кукурудзи ранньостиглий ДН Атон та середньоранній ДН Астра; висококонцентроване рідке цинкове добриво Хімік Цинк, яке використовувалося для обприскування посівів у фази 5–6 та 8–9 листків. **Результати.** Встановлено, що лінійні розміри рослин визначаються генетичними особливостями гібридів та істотно залежать від їх групи стиглості й мінерального живлення. Зокрема, висота рослин кукурудзи у фазі цвітіння волоті становила на контролі у ранньостиглого гібрида ДН Атон 200,0 см і у середньораннього гібрида ДН Астра – 210,7 см, тоді як за дворазового підживлення цинком, збільшувалася до 225,1 та 238,3 см, відповідно. Площа листової поверхні збільшувалася також у ранньостиглого гібрида ДН Атон з 31,57 до 34,67 тис. м²/га, у середньораннього гібрида ДН Астра – з 33,59 до 36,99 тис. м²/га. Варіювання кількості продуктивних качанів і показників структури врожаю за варіантами досліді, безумовно, впливало й на формування урожайності зерна, яка за застосування цинку для позакореневого підживлення кукурудзи у фази 5–6 та 8–9 листків, збільшувалася у ранньостиглого гібрида ДН Атон на 0,72 т/га (8,2 %) та у середньораннього гібрида ДН Астра – на 0,78 т/га (8,6 %) порівняно з контролем. **Висновки.** Позакореневе підживлення кукурудзи у фази 5–6 та 8–9 листків висококонцентрованим рідким цинковим добривом Хімік Цинк позитивно впливає на ріст і розвиток рослин, формування площі листової поверхні й фотосинтетичного потенціалу, зумовлює збільшення кількості продуктивних качанів на 100 рослинах, покращує показники елементів структури врожаю, що забезпечує підвищення урожайності зерна.

Ключові слова: кукурудза, гібрид, фаза розвитку, підживлення, площа листової поверхні, індивідуальна продуктивність, урожайність

Вступ. Добрива є одним з найефективніших засобів впливу на урожайність і якість зерна кукурудзи (*Zea mays* L.). Однак, відомо, що крім макроелементів (N, P, K) у формуванні зернової продуктивності кукурудзи важливу роль у процесах росту, розвитку рослин, фотосинтетичної діяльності посівів, формування продуктивності культури відіграють й мікроелементи (B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo). Потреба в цих елементах невелика, однак вони вкрай потрібні для росту та розвитку рослин [1–3]. У сучасних

агротехнологіях застосування мікродобрив для допосівної обробки насіння або позакореневих підживлень є невід'ємною складовою в забезпеченні збалансованого живлення рослин, створення умов для максимальної реалізації потенціалу продуктивності гібридами кукурудзи. Це обґрунтовано цілою низкою наукових досліджень і обумовлено тим, що приріст урожайності та покращання якості продукції значно вищі порівняно зі зростанням виробничих витрат на 1 га посіву [4–8].

Інформація про авторів:

Молдован Віктор Григорович, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник лаб. насінництва сільськогосподарських культур і сучасних технологій у рослинництві, hdsgds@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3145-1686>

Молдован Жанна Андріївна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, директор, moldovan.zh@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-1180-5969>

Серед мікроелементів для живлення кукурудзи особливо важливими є цинк, мідь, бор, марганець та ін. Цинк – основний мікроелемент для кукурудзи. Потреба в ньому особливо зростає за високого вмісту в ґрунті гумусу, рухомих сполук фосфору, за нейтрального та лужного ґрунтового середовища, холодної та вологої погоди. Досліджено, що за значної нестачі цинку рослини кукурудзи сповільнюють ріст через скорочення міжвузлів, знижується озерненість качанів або ж вони взагалі не зав'язуються [9].

Наразі на внутрішньому ринку є велика пропозиція добрив із вмістом мікроелементів, зокрема, цинку, ефективність використання яких доведена науковими дослідженнями у різних ґрунтово-кліматичних зонах, як для допосівної обробки насіння, так і для внесення під час сівби чи в інші фази. Зокрема, за результатами лабораторних досліджень Н. О. Діденко та А. П. Ранського за використання комплексних сполук цинку з ароматичними та гетероциклічними тіоамідами лабораторна схожість насіння кукурудзи, порівняно з контрольним зразком, збільшувалася з 73 до 82 %, енергія проростання – з 80 до 84 %, рістрегулююча активність, що визначалася за масою паростків, – у 1,09–1,20 рази [10].

У Лівобережному Лісостепу на чорноземах типових середньосуглинкових застосування цинкових добрив для допосівної обробки насіння зумовлювало підвищення енергії проростання на 3,1 % відносно контролю, польової та лабораторної схожості – на 3,3 та 3,0 % відповідно [11].

В умовах Лісостепу Правобережного на чорноземах малогумусних, середньосуглинкових за дворазового позакореневого підживлення кукурудзи у фази 5–7 та 10–12 листків мікродобривом Еколист моноцинк збільшувалися лінійні розміри рослин, загальна площа листової поверхні, площі верхнього «прапорцевого» та прикачанного листків. Разом з тим, відмічалось найвище значення довжини качана, зростала маса 1000 зерен на 7,5–12,4 %, вміст білка – на 0,07–0,15 %, але знижувався вміст жиру – на 0,01–0,20 % [7, 12, 13].

На сірих лісових ґрунтах підживлення кукурудзи мікродобривом Хелатин цинк у фазу 3–5 листків сприяло збільшенню площі

листової поверхні, показників урожайності та біоенергетичного коефіцієнта [14].

Зважаючи на те, що для отримання високих і сталих урожаїв зерна кукурудзи досить важливим є комплексний підхід до вирощування культури, актуальним є питання дослідження впливу мікроелементів, зокрема цинку, на ріст, розвиток, продукційні процеси, зернову продуктивність рослин кукурудзи в умовах Західного Лісостепу.

Мета дослідження полягала у вивченні ефективності використання цинку у вигляді висококонцентрованого рідкого добрива для позакореневого підживлення кукурудзи та його впливу на ріст і розвиток рослин, формування площі листової поверхні, показників індивідуальної продуктивності, урожайності зерна в умовах Західного Лісостепу.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводили в Хмельницькій ДСГДС ІКСГП НААН впродовж 2021–2022 рр. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений середньосуглинковий, слабокислий, малогумусний на лесоподібному суглинку бурувато-палевого забарвлення, має дрібно-горіхову структуру. У вологому стані – в'язкий. Ґрунт достатньо насичений основами – 39,8–42,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 1,8–2,7 мг екв. на 100 г ґрунту. Вміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,2 %. Формами поживних речовин середньозабезпечений: вміст азоту, що легко гідролізується, – 14,4–16,6 мг, фосфору рухомого – 11,0–12,0 мг, калію обмінного – 7,8–8,0 мг на 100 г ґрунту.

Технологія вирощування кукурудзи, крім досліджуваних чинників, є загальноприйнятою для зони Західного Лісостепу. Після збирання попередника (соя) проводили лущення стерні на глибину 6–8 см і основний обробіток ґрунту (оранку) – на 25–27 см. Весняний обробіток ґрунту розпочинали з боронування з подальшим проведенням двох культиваций: першої – на глибину 10–12 см, другої (передпосівної) – на глибину загортання насіння. Мінеральні добрива вносили під передпосівну культивування з розрахунку $N_{48}P_{48}K_{48}$. Сівбу ранньостиглого гібрида ДН Атон та середньораннього ДН Астра проводили в оптимальні для регіону строки – третій декаді квітня із запланованою передзбиральною густотою стояння 90 та 85 тис. шт. рослин/га,

відповідно, сівалкою СУ–12. Підживлення рослин кукурудзи проводили у фази 5–6 та 8–9 листків згідно з схемою дослідів. Використовували препарат вітчизняного виробництва, а саме висококонцентроване рідке цинкове добриво Хімік Цинк (Zn – 85 г/л, N – 45 г/л, карбонові кислоти – 220 г/л).

Методи дослідження: польовий – для визначення реакції рослин кукурудзи на чинники, що досліджувалися; морфологічний – для одержання біометричних параметрів рослин; підрахунково-ваговий – для встановлення параметрів показників структури та продуктивності рослин; математично-статистичний – з'ясування вірогідності результатів польових дослідів.

Результати дослідження. Науково обґрунтовано, що продуктивність гібридів кукурудзи забезпечується їх біологічними властивостями позитивно реагувати на погодні фактори, які складаються в зоні вирощування та рівень мінерального живлення рослин. У роки проведення нами досліджень

(2021–2022 рр.) погодні умови характеризувалися істотними відхиленнями від середніх багаторічних значень за показниками «середньодобова температура повітря» – у сторону перевищення, за «кількістю опадів» – в окремі місяці спостерігався дефіцит опадів, у інші – їх надмірна кількість, що відповідає загальним тенденціям зміни клімату в Україні у напрямі зростання його посушливості та температури. Разом з тим, варто зазначити, що ріст і розвиток рослин, формування врожаю у роки досліджень відбувалися за різних умов зволоження (табл. 1). Зокрема, у перший рік досліджень, за достатнього забезпечення вологою на час сівби, період сівби – сходи становив 8–10 діб, тоді як на другий рік збільшувався до 14–16 діб, що зумовлено значно меншим запасом продуктивної вологи в посівному шарі ґрунту на час сівби та умовами зволоження впродовж наступних 20 діб після сівби.

Разом з тим, значний дефіцит опадів у травні та червні 2022 р. (76,9 % та 59,2 % до

Таблиця 1. Погодні умови вегетаційного періоду 2021–2022 рр.

Показники	Місяці						За період вегетації
	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	
Середньодобова температура повітря, °С							
2021 р.	15,8	22,0	25,2	20,7	13,8	7,9	17,6
2022 р.	16,2	22,4	22,0	22,1	13,6	11,1	17,9
Середнє за 1960–2020 рр.	13,6	18,4	19,3	18,6	13,4	7,4	15,1
Сумарна кількість опадів, мм							
2021 р.	188,6	58,2	349,2	166,5	71,2	0,7	834,4
2022 р.	55,4	63,1	93,2	153,2	206,8	79,1	650,8
Середнє за 1960–2020 рр.	70,1	107,4	129,9	89,8	62,4	46,6	506,2
Гідротермічний коефіцієнт							
2021 р.	3,84	0,88	4,48	2,59	2,72	0,28	2,46
2022 р.	1,10	0,94	1,36	2,24	5,08	2,29	2,17
Середнє за 1960–2020 рр.	1,61	1,93	2,16	1,58	1,56	2,03	1,81

середнього багаторічного показника) у поєднанні із суттєвим зростанням середньодобової температури повітря на +2,6 °С – у травні та +4,0 °С – у червні призвели до зменшення інтенсивності наростання вегетативної маси рослин кукурудзи у обох гібридів кукурудзи на ранніх фазах розвитку порівняно з попереднім роком. Викидання та цвітіння волоті, формування качанів також відбувалися за підвищених показників середньодобової те-

мператури повітря (+ 2,7 °С) та значно меншої кількості опадів порівняно з середньо-багаторічним показником першого року досліджень.

Дозрівання кукурудзи у 2021 р. досліджень відбувалося за доволі сприятливого температурного режиму та незначним перевищенням середньобагаторічного показника кількості опадів, тоді як у 2022 р. – за досить великої кількості опадів впродовж другої та

третьої декад вересня (153,4 мм та 206,8 мм) та першої декади жовтня (43,6 мм) на фоні поступового зниження середньодобової температури повітря. За таких погодних умов вегетаційний період у ранньостиглого гібрида ДН Атон становив у 2022 р. 128 діб, а у середньораннього гібрида ДН Астра – 137 діб, тоді як у 2021 р. – 114 та 134 доби відповідно.

Важливим показником, що характеризує реакцію рослин кукурудзи на умови вирощування та застосування агротехнічних прийомів, є висота рослин. Вона істотно залежить від групи стиглості гібридів, умов вирощування і може змінюватися за різної агротехніки вирощування. Висота рослин у обох гібридів кукурудзи, що досліджувалися, максимального значення досягала у фазі цвітіння волоті й становила, у середньому за два роки досліджень, у ранньостиглого гібрида ДН Атон 200,0–225,1 см, у середньо-

раннього гібрида ДН Астра – 210,7–238,3 см, залежно від підживлення мікроелементами. Позакореневе підживлення у фази 5–6 та 8–9 листків цинком сприяло збільшенню висоти рослин кукурудзи ранньостиглого гібрида ДН Атон на 12,5 %, середньораннього гібрида ДН Астра – на 13,1 % порівняно з контролем.

Відповідно з збільшенням висоти рослин кукурудзи відбувалося й наростання площі листової поверхні. Так, на час проведення першого позакореневого підживлення у фазі (5–6 листків) вона становила у ранньостиглого гібрида ДН Атон 2,77–3,04 тис. м²/га, а у середньораннього гібрида ДН Астра – 2,95–3,25 тис. м²/га, тоді як у фазі 8–9 листків вона збільшилася, до 17,54–19,26 тис. м²/га та 18,67–20,13 тис. м²/га, відповідно (табл. 2).

Максимальні значення площі листової поверхні у рослин обох гібридів кукурудзи

Таблиця 2. Динаміка листової поверхні рослин кукурудзи за фазами розвитку залежно від позакореневого підживлення, тис. м²/га, середнє за 2021–2022 рр.

Фаза розвитку	ДН Атон		ДН Астра	
	контроль	Хімік Цинк	контроль	Хімік Цинк
5–6 листків	2,77	3,04	2,95	3,25
8–9 листків	17,54	19,26	18,67	20,55
Цвітіння волоті	31,57	34,67	33,59	36,99
Молочна стиглість	30,63	33,63	32,64	35,87
Воскова стиглість	27,50	30,19	29,27	32,22

відмічено у фазі їх цвітіння, а саме, 31,57–34,67 тис. м²/га – у ранньостиглого гібрида ДН Атон та 33,59–36,99 тис. м²/га – у середньораннього гібрида ДН Астра. Позакореневе підживлення цинком забезпечило зростання цього показника, порівняно з контролем, на 9,8 та 10,1 % відповідно. В подальшому починаючи з фази молочної стиглості, показники площі листової поверхні мали тенденцію до зменшення, внаслідок часткового відмирання листя у нижньому ярусі.

Показники фотосинтетичного потенціалу посіву при цьому збільшувалися у ранньостиглого гібриду ДН Атон з 0,542 до 0,592 млн. м² х діб або на 9,3 % та у середньораннього гібриду ДН Астра – з 0,682 до 0,748 млн. м² х діб або на 9,7 % порівняно з контролем.

Відомо, що дефіцит цинку, призводить не тільки до сповільнення росту рослин через скорочення міжвузлів, зниження озерне-

ності качанів, але й до їх формування. За результатами наших досліджень позакореневе підживлення зумовлювало збільшення кількості продуктивних качанів на 100 рослинах у ранньостиглого гібрида ДН Атон до 99 шт., у середньораннього ДН Астра – до 98 шт., тоді як на контролі цей показник становив 94 та 95 шт. відповідно. Відмічено позитивний вплив позакореневих підживлень й на формування біометричних показників і елементів структури врожаю гібридів кукурудзи, а саме: довжини качана, кількості рядів зерен і зерен у ряду. У середньому за роки досліджень, довжина качана у рослин ранньостиглого гібрида ДН Атон збільшувалася на 5,2 %, у рослин середньораннього гібрида ДН Астра – на 11,4 % порівняно з контролем, кількість рядів на качані – на 2, а кількість зерен у ряду – на 3 та 4 шт. (табл. 3).

Збільшувалися, порівняно з контролем, й показники маси зерна з 1 качана та 1000

Таблиця 3. Біометричні показники качана та елементи структури врожаю, середнє за 2021–2022 рр.

Показник	ДН Атон		ДН Астра	
	контроль	Хімік Цинк	контроль	Хімік Цинк
Довжина качана, см	17,3	18,2	18,5	20,6
Кількість рядів зерен, шт	16	18	12	14
Кількість зерен у ряду, шт.	39	42	39	43
Маса зерна з 1 качана, г	136,9	151,0	134,2	154,2
Озерненість качана, %	80,8	83,0	79,9	82,3
Маса 1000 зернин, г	206,8	229,9	247,0	277,1

зерен, що є важливими показниками повноцінності зернівок і найбільш стабільними елементами структури врожаю. Зокрема, за обробки посівів препаратом цинку у ранньостиглого гібрида ДН Атон, маса зерна з 1 качана збільшувалася на 10,3 %, а маса 1000 зерен – на 11,2 %, у середньораннього гібрида ДН Астра – відповідно на 14,9 та 12,2 %. Озерненість качана збільшувалася у ранньостиглого гібрида ДН Атон, на 2,2 %, порівняно з контролем, у середньораннього гібрида ДН Астра – на 2,4 %.

Варіювання кількості продуктивних качанів і покращання показників структури врожаю впливали й на формування уро-

жайності зерна гібридів кукурудзи, яка збільшувалася у ранньостиглого гібрида ДН Атон з 8,82 т/га на контролі до 9,54 т/га – за дворазового позакореневого підживлення рослин добривом Хімік Цинк, у середньораннього гібрида ДН Астра – відповідно з 9,02 т/га до 9,80 т/га. Загалом, використання цинку для позакореневого підживлення кукурудзи у фази 5–6 та 8–9 листків забезпечило підвищення урожайності зерна у ранньостиглого гібрида ДН Атон на 0,72 т/га (8,2 %) та у середньораннього гібрида ДН Астра – на 0,78 т/га (8,6 %) порівняно з контролем (табл. 4).

Таблиця 4. Урожайність зерна гібридів скоростиглих груп залежно від варіантів підживлення мікроелементами, т/га

Позакоренеve підживлення (В)		2021 р.	2022 р.	Середнє	Відхилення	
					т/га	%
ДН Атон (А)						
контроль (без підживлення)		8,87	8,76	8,82	-	-
Хімік Цинк		9,61	9,46	9,54	+0,72	+8,2
ДН Астра						
контроль (без внесення добрив)		9,39	8,65	9,02	-	-
Хімік Цинк		10,21	9,39	9,80	+0,78	+8,6
НІР ₀₅	2021 р.	А – 0,05		В – 0,10		АВ – 0,14
	2022 р.	А – 0,12		В – 0,17		АВ – 0,24

Висновки

За результатами досліджень встановлено, що лінійні розміри рослин визначаються генетичними особливостями гібридів та істотно залежать від їх групи стиглості й мінерального живлення. Проведення позакорневих підживлень кукурудзи у фази 5–6 та 8–9 листків висококонцентрованим рідким цинковим добривом Хімік Цинк зумовлює збільшення висоти рослин ранньостиглого гібрида ДН Атон та серед-

ньораннього гібрида ДН Астра на 11,6 та 11,9 %, відповідно, площі листової поверхні – на 9,8 та 10,1 %, фотосинтетичного потенціалу – на 9,3 та 9,7 %. Кількість продуктивних качанів на 100 рослинах збільшується у ранньостиглого гібрида ДН Атон – на 5 шт., у середньораннього ДН Астра – на 4 шт., маса зерна з 1 качана – на 14,1 та 14,9 %, маса 1000 зернин – на 11,2 та 12,2 %, озерненість качана – на 2,2 та 2,4 %, урожайність зерна – на 8,2 та 8,6 %, відповідно.

Використана література

1. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В., Пашчак М. О. Біологічні вимоги гібридів кукурудзи до умов вирощування в Західному Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 22–36. [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3).
2. Асанішвілі Н. М. Оптимізація мінерального живлення гібридів кукурудзи на основі рослинної діагностики. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Том 11. № 3. С. 22–32. <http://dx.doi.org/10.31548/agr2020.03.022>.
3. Дудка М. І., Якунін О. П., Пустовий С. І. Агроекономічна ефективність вирощування зерна кукурудзи залежно від фону удобрення та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2020. Т. 4. № 2. С. 313–318. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0140>.
4. Давидова О. Є., Вешітський В. А., Мокринський В. М., Сірик В. В. Наноматеріали і нанотехнології в рослинництві. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 7. С. 29–32.
5. Вожегова Р. А., Лавриненко О. Ю., Гож О. А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від стимуляторів росту та мікродобрив в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 7. С. 17–21.
6. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. О., Михаленко І. В., Хоменко Т. М. Біометричні показники гібридів кукурудзи різних груп ФАО залежно від обробки мікродобривами за умов зрошення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15. № 1. С. 71–79. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162486>.
7. Паламарчук В. Д., Демчук Б. С. Роль позакорневих підживлень у сучасних технологіях вирощування зернових кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 20. С. 60–76. doi.org/10.37128/2707-5826-2021-5.
8. Шевченко Л. А., Чмель О. П., Хоменко С. В. Вплив мікродобрив та ріст регуляторів на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Півночі України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 73–78. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11>.
9. Господаренко Г. М. Система застосування добрив: навч. посібник. Київ: ТОВ «СІК ГРУПІ УКРАЇНА», 2015. 332 с.
10. Діденко Н. О., Ранський А. П. Вплив комплексних сполук купрум (II), кобальту (II) та цинку з ароматичними і гетероциклічними тіоамідами на посівні властивості деяких сільськогосподарських культур. *Вісник Полтавської державної сільськогосподарської академії*. 2018. № 2. С. 17–23. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.02.02>.
11. Захарченко Е. А. Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія Агрономія та біологія. 2019. Вип. 4 (38). С. 8–14. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.4.2>.
12. Паламарчук В. Д. Вплив позакорневих підживлень на лінійні розміри рослин кукурудзи. *Науковий вісник НУБІП України. Серія Агрономія*. 2018. № 286. С. 231–244.
13. Паламарчук В. Д., Соломон А. М. Дослідження формування площі асиміляційної поверхні у кукурудзи залежно від позакорневих підживлень. *Корми і кормовиробництво*. 2021. Вип. 92. С. 82–94. doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-08.
14. Шкатула Ю. М., Сторожук Ю. В. Вплив позакорневих підживлень на біоенергетичну продуктивність кукурудзи на зерно. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 26. С. 87–101. [doi: 10.37128/2707-5826-2022-3-7](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-3-7).

References

1. Voloshchuk, O. P., Voloshchuk, I. S., Hlyva, V. V., Pashchak, M. O. (2019). Biological requirements of maize hybrids for growing conditions in the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo* [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry], 65. 22–36. [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-3) [in Ukrainian].
2. Asanishvili, N. M. (2020). Optimization of mineral nutrition of maize hybrids on the basis of plant diagnostics. *Roslynnystvo ta hruntoznavstvo* [Plant and soil science], 11(3). 22–32. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.022> [in Ukrainian].
3. Dudka, M. I., Yakunin, O. P., Pustovyy, S. I. (2020). Agro-economic efficiency of maize grain growing depending on the background of fertilization and foliar top dressing. *Zernovi kultury* [Grain crops], 4 (2). 313–318. <https://doi.org/10.31867/25234544/0140> [in Ukrainian].
4. Davydova, O., Veshytskyi, V., Mokrynskyi, V., Sirik, V. (2011). Nanomaterials and nanotechnologies in crop production. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 7. 17–21. [in Ukrainian].
5. Vozhegova, R., Lavrinenko, Yu., Gozh, O. (2016). Productivity of hybrids of corn depending on growth-promoting factors and micro-fertilizers in conditions of irrigation. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 7. 17–21. [in Ukrainian].
6. Marchenko, T. Yu., Lavrynenko, Yu. O., Mykhalenko, T. Yu., Khomenko, T. M. (2019). Biometric indices of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizer treatment under irrigation conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15 (1). 71–79. <https://doi.org/10.21498/2518-11017.15.1.2019.162486> [in Ukrainian].
7. Palamarchuk, V. D., Demchuk, B. S. (2021). Role of root feeding in modern technology of cultivating grain corn. *Silske hospodarstvo ta lisivnicztvo* [Agriculture and forestry], 20. 60–76. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-5>. [in Ukrainian].
8. Shevchenko, L. A., Chmel, O. P., Khomenko, S. V. (2020). Influence of microfertilizers and growth regulators on the productivity of corn hybrids in the North of Ukraine. *Ahrarni innovatsiyi* [Agrarian innovations], 4. 73–78. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11> [in Ukrainian].
9. Gospodarenko, H. M. (2015). *Systema zastosuvannia*

- dobryv. *Navchalnyi posibnyk* [Fertilizer application system. Tutorial]. TOV "SIK HRUP UKRAINA [in Ukrainian].
10. Didenko, N. O., Ranskyi, A. P. (2018). Influence of the complex compounds of Copper (II), Cobalt (II) and Zinc with aromatic and heterocyclic thioamides in the seeding properties of some agricultural cultures. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava state agrarian academy], 2. 17–23. doi.org/10.31210/visnyk2018.02.02. [in Ukrainian].
 11. Zakharchenko, E. A. (2019). Effect of zinc application on the maize. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Ahronomiya ta biolohiia»* [Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series "Agronomy and Biology"], 4(38). 8–14. https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.4.2. [in Ukrainian].
 12. Palamarchuk, V. D. (2018). The influence of foliar nutrition on the linear sizes of corns. *Naukovyi visnyk NUBIP Ukrainy. Seria Ahronomia*. [Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Agronomy series], 286. 231–244. [in Ukrainian].
 13. Palamarchuk, V. D., Solomon, A. M. (2021). Research of the corn assimilation surface formation depending on foliar feeding. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feeds and Feed Production], 92. 82–94. https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-08. [in Ukrainian].
 14. Shcatula, Yu. M., Storozhuk, Yu. V. (2022). Influence of extra-root nutrition on bioenergetics productivity of corn grain. *Sil'ske gospodarstvo ta lisivnicztvo* [Agriculture and forestry], 26, 87–101. doi.org/10.37128/2707-5826-2022-3-7. [in Ukrainian].

UDC 633.15: 631.81.095.337: 631.816.35

V. H. Moldovan, Zh. A. Moldovan. *Effectiveness of zinc in foliar feeding maize in the Western Forest Steppe of Ukraine.* *Grain Crops*. 2023. 7 (1). 146–152.

Khmelnitsky State Agricultural Experimental Station of Institute of Feed Research and Agriculture Podillia of NAAS, Samchyky village, Khmelnytskyi district, Khmelnytskyi region, 31182, Ukraine.

Topicality. Maize requires not only macronutrients such as nitrogen, phosphorus and potassium, but also micronutrients such as Cu, Mo, Mn, Co, Zn, B, etc. for optimal development. In maize cultivation technologies, the effectiveness of micronutrient fertilisers is quite high, regardless of the application method (pre-sowing seed treatment or foliar feeding). Among the micronutrients, zinc is especially important in plant life, as its deficiency leads to a growth slowdown due to reduced internodes, reduced ear grain content or lack of ear setting. **Purpose.** To study the effectiveness of applying zinc in the form of a highly concentrated liquid fertiliser for foliar feeding maize and its impact on plant growth and development, leaf area formation, individual productivity, and grain yield in the Western Forest-Steppe. **Materials and Methods.** In a two-factor experiment, early-ripening DN Aton and mid-early DN Astra maize hybrids were studied; highly concentrated liquid zinc fertilizer Chemic Zinc was applied to spray crops in the 5–6 and 8–9 leaf stages. **Results.** It was established that the linear dimensions of plants are determined by the genetic characteristics of hybrids and significantly depend on their maturity group and mineral nutrition. In particular, the plant height of the early-ripening hybrid DN Aton in the tasseling stage was 200.0 cm and of the mid-early hybrid DN Astra – 210.7 cm in the control, while it increased to 225.1 and 238.3 cm, respectively, due to two-time zinc feeding. The leaf surface area of the early-ripening hybrid DN Aton increased from 31.57 to 34.67 thousand m²/ha, in the mid-early hybrid DN Astra – from 33.59 to 36.99 thousand m²/ha. Variation in the number of productive ears and yield structure indicators by experimental variants certainly influenced the formation of grain yield. Maize yield increased by 0.72 t/ha (8.2 %) in the early ripening hybrid DN Aton and by 0.78 t/ha (8.6 %) in the mid-early hybrid DN Astra compared to the control due to the zinc application for foliar feeding of maize in the 5–6 and 8–9 leaf stages. **Conclusions.** Foliar feeding maize in stages of 5–6 and 8–9 leaves with highly concentrated liquid zinc fertilizer Chemic Zinc has a positive effect on the plant growth and development, the formation of leaf surface area and photosynthetic potential, increases in the number of productive ears per 100 plants, improves indicators of yield structure elements, which contributes to higher grain yield.

Key words: maize, hybrid, development stage, feeding, leaf surface area, individual productivity, yield