

УДК 633.1:581.134:581.43

DOI:10.37128/2707-5826-2020-4-2

**ВМІСТ КРОХМАЛЮ У ЗЕРНІ  
КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД  
ПОЗАКОРЕНЕВИХ  
ПІДЖИВЛЕНЬ**

**В.Д. ПАЛАМАРЧУК**, доктор с.-г. наук,  
доцент

**В.Ф. ПІДЛУБНИЙ**, асистент

**В.Ю. КРИЧКОВСЬКИЙ**, аспірант

Вінницький національний аграрний  
університет

**О.А. КОВАЛЕНКО**, канд. с.-г. наук,  
доцент

Миколаївський національний аграрний  
університет

В статті представлені результати дослідження впливу позакореневих підживлень мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, регулятором росту рослин Вимпел та бактеріальним препаратом Біомаг на комплекс господарсько-цінних ознак та продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості (ранньостиглої групи: Харківський 195 МВ(ФАО 190), ДКС 2960 (ФАО 250), ДКС 2949 (ФАО 190), ДКС 2971 (ФАО 200), середньоранньої: ДКС 3472 (ФАО 270), ДКС 3420 (ФАО 280), Переяславський 230 СВ (ФАО 230), ДКС 3871 (ФАО 280) та середньостиглої: ДК 391 (ФАО 320), ДК 440 (ФАО 350), ДКС 4964 (ФАО 390), ДК 315 (ФАО 310)). Проведено узагальнення залежності проведення позакореневих підживлень та вмісту у зерні кукурудзи крохмалю.

Проаналізовано ефективність строків застосування позакореневих підживлень при вирощуванні зернової кукурудзи для підвищення продуктивності та якості зерна. Одноразове позакореневе підживлення забезпечило збільшення вмісту крохмалю на 0,1-0,5 %, дворазове – на 0,85-1,30 %. Вихід крохмалю при цьому становив за одноразового підживлення в гібридів ДК 391 – 8,748 т/га, ДК 440 – 8,821 т/га, ДКС 4964 – 9,559 т/га, ДК 315 – 9,314 т/га та за дворазового підживлення він був істотно вищим і становив – 9,220 т/га, 9,384 т/га, 10,142 т/га, 9,993 т/га, відповідно. Найвищий вихід крохмалю у всіх гібридів забезпечило дворазове внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк (8,983-10,595 т/га) та Росток кукурудза (8,721-10,597 т/га), зростання виходу крохмалю за застосування даних мікродобрив становило 0,5-1,8 т/га, відносно контролю. Встановлено, що в посушливі із високими температурами роки (2012 рік) відбувається зниження вмісту крохмалю незалежно від досліджуваних факторів вегетації та технології вирощування. Позакореневі підживлення сприяли збільшенню вмісту крохмалю у зерні (на 0,1-0,46 % у 2011-2013 рр.) порівняно з контролем (без позакореневих підживлень). Зменшення вмісту крохмалю відмічено за обробки посівів регулятором росту рослин Вимпел у фазу 5-7 листків кукурудзи на гібридах ДКС 3420 на 0,36 %, Переяславський 230СВ на 0,11 % та ДКС 3871 на 0,5 %, відповідно.

**Ключові слова:** кукурудза, гібрид, зерно, крохмаль, живлення, мікродобрива, регулятори росту, бактеріальний препарат.

**Табл. 3. Літ. 15.**

**Постановка проблеми.** Сучасні технології вирощування кукурудзи важко уявити без застосування добрив, що містять макро- та мікроелементи. В той же час варто звернути увагу та не що органічні добрива, через скорочення поголів'я тварин мають значний дефіцит, а мінеральні добрива на разі мають велику вартість. Тому сьогодні досить важливим елементом покращення мінерального живлення, особливо мікроелементами, є застосування позакореневих підживлень мікродобривами, регуляторами росту рослин та бактеріальними препаратами. Позакореневі підживлення можуть не лише підвищувати рівень урожайності гібридів кукурудзи, але і вміст у зерні крохмалю [1].

Існує тісна від'ємна кореляційна залежність між вмістом в зерні крохмалю та білковитістю (вмістом  $\text{NO}_3^-$ ). Збільшення середньорічної температури і зменшення річної суми опадів збільшує вміст білку у зерні, а вміст крохмалю при цьому знижується. П.І. Бойко [2] вказує, що застосування добрив не впливає на забезпечення зерна кукурудзи крохмалем та жиром. Звичайно, ми не можемо змінити природні фактори, але маючи в розпорядженні низку агротехнічних та агрономічних прийомів, можемо вплинути на імунітет рослин, підвищити стресостійкість, посухостійкість, оптимізувати використання наявних елементів живлення та вологи для формування вегетативної маси та генеративних органів [3], покращуючи при цьому якість зерна, зокрема вміст крохмалю.

Враховуючи вище сказане та виклики і загрози у вирощуванні зернової кукурудзи, дослідження ефективності позакореневих підживлень у сучасних технологіях вирощування кукурудзи набуває першочергового значення та має практичне значення. Через це саме цей елемент технології вирощування кукурудзи і став ціллю проведених досліджень та нашої публікації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На думку О.Л. Сірохи [4] поєднання азотних добрив із позакореневими підживлення мікроелементами забезпечує підвищення адаптивності рослин до несприятливих стрес-факторів навколишнього середовища та покращанню інтенсивності ростових процесів і продуктивності. Листова поверхня є основним органом фотосинтезу, через це збільшення листової поверхні значною мірою визначається кількістю поживних речовин у ґрунті, в тому числі мікроелементами (міддю, цинком, залізом тощо) [1].

Особливістю біології кукурудзи є уповільнений розвиток кореневої системи на початку вегетації, коли вона потребує більшої кількості елементів живлення. У кукурудзи до фази 4-го листка корені розміщуються в шарі ґрунту до 30 см у радіусі менше 30 см. Через це саме у стадії формування такої мало-об'ємної кореневої системи рослини кукурудзи споживають майже 10% загальної потреби фосфору (P), 15% магнію (Mg), по 29% азоту (N) і калію (K) [5, 6]. Між розвитком підземної та надземної частин рослини існує тісний зв'язок. Коренева система кукурудзи має високу вбирну силу і поглинає воду в 3-6 рази швидше,

ніж коренева система інших культур, зокрема ячменю, вівса або пшениці [7].

Істотний вплив на інтенсивний ріст і розвиток кореневої системи мають макроелементи магній (Mg) і сірка (S) та мікроелементи: цинк (Zn), бор (B) та марганець (Mn). Завдяки цим мікроелементам рослини кукурудзи збільшують кореневу систему на 20 і більше відсотків [1]. Поглинання елементів живлення починається з адсорбції, яка відбувається на поверхні клітин кореневої системи. Після цього починається складний процес активного і пасивного їх транспорту в клітину [1, 8]. Отже, важливість елементів живлення для кукурудзи дозволяє відмітити вплив їх не лише на ріст і розвиток, але і на формування окремих органів та частин рослини, а також на якість зерна. Особливу увагу елементи живлення відіграють у критичні періоди росту і розвитку кукурудзи, зокрема у фазу 4-6 та 8-12 листків кукурудзи, забезпечення рослин макро- і мікроелементами у ці періоди можливе перш за все за рахунок проведення позакорневих підживлень [9]. Тому подальше зростання урожайності гібридів кукурудзи та підвищення його якості при мінімалізації затрат на вирощування зумовлює необхідність застосування позакорневих підживлень мікродобривами, регуляторами росту рослин та бактеріальними препаратами.

**Умови та методика досліджень.** Польові дослідження проводились на протязі 2011-2013 рр. на дослідному полі кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур в умовах ДП ДГ «Корделівське» ІК НААНУ Вінницького національного аграрного університету. Ґрунти – чорноземи глибокі середньо суглинкові на лесі, вміст гумусу (за Тюріном) в орному шарі становив 4,60%, реакція ґрунтового – рН (сольове) 5,7 (близька до нейтральної); середньозважені: гідролітична кислотність 40 мг.-екв. на 1 кг ґрунту; сума ввібраних основ – 158 мг.-екв. на 1 кг ґрунту (за Каппеном-Гільковицом); ступінь насичення основами 82,3%; щільність ґрунту – 1,2 г/см<sup>3</sup>. Вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 106 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) 186 і 160 мг на 1 кг ґрунту, відповідно. Вміст мікроелементів даних ґрунтів становить бору (Калориметричний аналіз) високий – 0,76 мг на 1 кг ґрунту; марганцю, міді та цинку (Атомно-адсорбційно спектрофотометричний аналіз) також високий – 77,17, 6,07 та 8,01 мг на 1 кг ґрунту, відповідно.

Клімат зони досліджень (Вінницької області) помірно теплий. Проаналізуємо кліматичні умови, які склалися в період досліджень. В 2011 році спочатку холодна із заморозками погода спостерігалась у першій-другій декаді квітня, в травні місяці спостерігалось підвищення температурних показників та дефіцит опадів, що суттєво вплинуло на проростання насіння кукурудзи. В подальшому кліматичні умови 2011 року мало відрізнялись від багаторічних і були сприятливими для росту і розвитку кукурудзи. Достатнє зволоження 2011 р. та високий температурний режим сприяли інтенсивному листоутворенню, підвищеному габітусові рослин. За вегетаційний період випало 356 мм опадів при сумі активних температур 1050°C, що є близьким до середнього багаторічного показника. Середня температура в період вегетації кукурудзи була на 0,8°C вища за середньо багаторічну.

Рання весна 2012 року та високі температури квітня (5,4-16,3°C) створили несприятливі агрокліматичні умови для розвитку кукурудзи. Так починаючи із травня місяця до другої декади серпня спостерігався дефіцит вологи, про що свідчить суттєве відхилення кількості опадів (207 мм) за цей період від середньо-багаторічних (297 мм). Крім того, необхідно відмітити, що дана кількість опадів підвищила шкодочинність такого шкідника, як кукурудзяний метелик. Зменшення кількості опадів в період воскової-повної стиглості сприяло інтенсивній вологовіддачі зерна кукурудзи. В період із серпня по першу декаду жовтня випало 60 мм опадів, що на 79 мм менше від середньо багаторічного показника. У 2013 році у другій та третій декадах квітня спостерігалось різке підвищення температурних показників та спостерігався дефіцит вологи, що в кінцевому результаті вплинуло на проростання насіння гібридів кукурудзи. В подальшому кліматичні умови 2013 року мало відрізнялись від багаторічних і були сприятливими для росту і розвитку кукурудзи. Збільшення кількості опадів в період воскової-повної стиглості сприяло збільшенню вологості зерна кукурудзи. В період із серпня по другу декаду жовтня випало 145 мм опадів, що на 57 мм більше від середньо багаторічного показника.

В дослідженнях використовували гібриди ранньостиглої групи: Харківський 195 МВ(ФАО 190), ДКС 2960 (ФАО 250), ДКС 2949 (ФАО 190), ДКС 2971 (ФАО 200), середньоранньої: ДКС 3472 (ФАО 270), ДКС 3420 (ФАО 280), Переяславський 230 СВ (ФАО 230), ДКС 3871 (ФАО 280) та середньостиглої: ДК 391 (ФАО 320), ДК 440 (ФАО 350), ДКС 4964 (ФАО 390), ДК 315 (ФАО 310).

Робочі розчини мікродобрив, регуляторів росту та бактеріальних препаратів готували безпосередньо перед їхнім застосуванням, розчиняючи їх у воді з температурою 15-20°C. Позакореневе підживлення рослин проводили в ясну (не дощову) погоду, за температури повітря 15-20°C (вранці до 10 год. або у вечірній час після 18-19 год), коли випаровування відносно слабке й поживний розчин, нанесений на листову поверхню рослин, випаровується досить повільно, що сприяє ефективному поглинанню ними поживних речовин. У процесі досліджень на посівах досліджуваних гібридів застосовували внесення мікродобрив: «Еколист моноцинк», «Росток кукурудза», регулятора росту росли «Вимпел» та бактеріального препарату «Біомаг» у фазі 5-7 листків кукурудзи одноразово, та дворазово – 5-7 та 10-12 листків. Вміст крохмалю у зерні визначається групою стиглості, підвидом гібриду та агротехнологією вирощування. Так, ранньостиглі гібриди в Лісостеповій зоні України мають не високу урожайність зерна і вихід крохмалю, хоча в деяких із них вміст крохмалю в зерні високий. Вищий вміст крохмалю у середньоранніх та середньостиглих гібридів, це пояснюється тим, що вони представлені зубовидним підвидом, в зерні якого міститься більше крохмалю [10].

Вміст крохмалю розраховували за формулою:  $x = a \times K$ ,

де  $x$  – вміст крохмалю у відсотках,  $a$  – показник сахариметра, %;  $K$  – коефіцієнт Еверса (=1,898) [11].

Дослідні дані оброблялись дисперсійним, кореляційним і регресійним методами аналізу за А.А. Жученком [12] та Б.А. Доспеховим [13] на персональному комп'ютері із використанням спеціальних прикладних програм для Windows – 2003/2010: Excel-7.0, Mathcad 2000.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Результатами проведених досліджень встановлено вплив позакоренових підживлень мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, бактеріальним препаратом Біомаг та регулятором росту рослин Вимпел на вміст та вихід крохмалю (табл. 1-3).

Даний вплив істотно змінювався залежно від забезпеченості рослин кукурудзи теплом та вологою, про що свідчать результати якісного аналізу зерна на вміст та вихід крохмалю.

Таблиця 1

**Вміст та вихід крохмалю у ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від позакоренових підживлень (середнє за 2011-2013 рр.)**

Гібрид (А)	Позакоренеve підживлення (В)	Кількість обробок (С)	Вміст крохмалю в АСР, %	Вихід крохмалю, т/га
1	2	3	4	5
Харківський 195 МВ	Контроль (підживлення водою)	-	72,00	6,298
	Біомаг	I*	71,69	7,038
		II*	72,40	7,314
	Еколист Моно Цинк	I*	72,62	7,281
		II*	74,13	7,848
	Росток кукурудза	I*	72,80	7,150
		II*	73,65	7,632
	Вимпел	I*	72,22	7,091
		II*	72,50	7,411
	ДКС 2960	Контроль (підживлення водою)	-	70,26
Біомаг		I*	71,00	7,086
		II*	71,87	7,851
Еколист Моно Цинк		I*	71,72	7,823
		II*	72,33	8,548
Росток кукурудза		I*	70,92	7,713
		II*	71,45	8,237
Вимпел		I*	70,77	7,145
		II*	71,32	7,634
ДКС 2949		Контроль (підживлення водою)	-	70,45
	Біомаг	I*	70,71	6,093
		II*	71,67	6,585
	Еколист Моно Цинк	I*	72,25	6,663
		II*	72,38	7,131
	Росток кукурудза	I*	71,28	6,528
		II*	72,06	6,891
	Вимпел	I*	70,45	6,098
		II*	69,99	6,469

продовження табл.1

1	2	3	4	5
ДКС 2971	Контроль (підживлення водою)	-	71,23	6,390
	Біомаг	I*	71,37	6,673
		II*	72,34	7,463
	Еколист Моно Цинк	I*	73,56	7,352
		II*	74,45	7,858
	Росток кукурудза	I*	72,28	7,019
		II*	73,18	7,571
	Вимпел	I*	70,84	6,873
II*		71,95	7,189	
НІР <sub>05</sub> гібрид			0,57	0,21
НІР <sub>05</sub> підживлення			0,64	0,24
НІР <sub>05</sub> кількість підживлень			0,40	0,15

Примітка: I\* - одноразове внесення препарату у фазу 5-7 листків кукурудзи;

II\* - дворазове внесення препарату у фази 5-7 та 10-12 листків кукурудзи;

\*\* - зроблено дисперсійний аналіз в урівненні для рівновеликих дисперсій для встановлення істотності варіантів позакореневих підживлень

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

На дану залежність в своїх дослідженнях вказують також Є.Д. Адіньєв [14] та А. Капустін, М. Ковтун, С. Капустін [15]. Зокрема застосування елементів живлення веде до збільшення вмісту крохмалю у зерні кукурудзи з 70,5 % до 71,68 %, жиру – з 3,12 % до 3,50 %, а також азоту (з 1,58 до 1,68 %), фосфору (з 0,21 до 0,24 %) та калію (з 0,36 до 0,39 %). Вміст та вихід крохмалю в ранньостиглих гібридів кукурудзи визначався біологічними особливостями конкретного гібриду (НІР<sub>05</sub> гібрид = 0,57 % та 0,21 т/га) і в середньому за три роки істотно відрізнявся по гібридах і становив Харківський 195 МВ – 72,7 % і 7,229 т/га, ДКС 2960 – 71,3 % і 7,631 т/га, ДКС 2949 – 71,3 % і 6,483 т/га та ДКС 2971 – 72,4 % і 7,154 т/га. За позакореневих підживлень гібридів ранньостиглої групи істотно збільшувався вихід крохмалю із одиниці площі на 0,2-1,9 т/га (НІР<sub>05</sub> підживлення = 0,24 т/га) та вміст крохмалю порівняно з контролем (підживлення водою). Найвищий вміст крохмалю та його вихід з одиниці площі забезпечило дворазове позакореневе підживлення всіх гібридів мікродобривом Еколист Моно Цинк. Одне позакореневе підживлення у фазу 5-7 листків кукурудзи забезпечило істотне збільшення вмісту крохмалю та виходу крохмалю порівняно з контролем, які в середньому за три роки по гібридах становили, Харківський 195 МВ – 72,3 % і 7,140 т/га, ДКС 2960 – 71,1 % і 7,442 т/га, ДКС 2949 – 71,2 % і 6,345 т/га та ДКС 2971 – 72,0 % і 6,979 т/га, а за дворазового підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи ці показники істотно були вищими як порівняно з контролем, так і з одноразовим підживленням і становили по гібридах, відповідно – 73,2 % і 7,55 т/га, 71,7 % і 8,07 т/га, 71,5% і 6,77 т/га та 73,0 % і 7,52 т/га. За позакореневих підживлень у групі ранньостиглих гібридів виявлене незначне зниження вмісту крохмалю (0,1-0,46 %) за обробки рослин бактеріальним добривом Біомаг у фазу 5-7 листків кукурудзи порівняно з контролем. Найвищий

вихід крохмалю (0,6-1,9 т/га) визначено за дворазового позакореневого підживлення мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза.

У зерні гібридів кукурудзи середньоранньої групи стиглості вміст крохмалю істотно відрізнявся по гібридах. Проведення позакорневих підживлень забезпечило підвищення вмісту крохмалю та його виходу відносно контролю – підживлення водою ( $HP_{05}$  підживлення = 0,65 % та 0,27 т/га) у середньоранніх гібридів на 0,7-1,2% та 0,2-1,8 т/га (табл. 2). Одноразове позакореневе підживлення у фазу 5-7 листків кукурудзи, забезпечило істотне

Таблиця 2

**Вміст та вихід крохмалю у середньоранніх гібридів кукурудзи  
залежно від позакорневих підживлень,  
(середнє за 2011-2013 рр.)**

Гібрид (А)	Позакореневе підживлення (В)	Кількість обробок (С)	Вміст крохмалю в АСР, %	Вихід крохмалю, т/га
1	2	3	4	5
ДКС 3472	Контроль (підживлення водою)	-	70,89	7,763
	Біомаг	I*	71,09	8,338
		II*	71,94	9,209
	Еколист Моно Цинк	I*	72,47	8,693
		II*	73,32	9,227
	Росток кукурудза	I*	71,43	8,812
		II*	72,89	9,568
	Вимпел	I*	70,97	8,390
II*		71,35	8,812	
ДКС 3420	Контроль (підживлення водою)	-	73,31	7,575
	Біомаг	I*	73,41	8,019
		II*	73,99	8,954
	Еколист Моно Цинк	I*	74,26	8,356
		II*	74,93	9,263
	Росток кукурудза	I*	73,71	8,416
		II*	74,73	8,952
	Вимпел	I*	72,95	7,790
II*		73,71	8,047	
Переяславський 230 СВ	Контроль (підживлення водою)	-	71,63	7,017
	Біомаг	I*	71,88	6,989
		II*	72,58	7,919
	Еколист Моно Цинк	I*	72,71	7,911
		II*	73,12	8,926
	Росток кукурудза	I*	72,12	7,854
		II*	72,74	8,365
	Вимпел	I*	71,52	7,365
II*		72,72	7,774	

продовження таблиці 2

DKC 3871	Контроль (підживлення водою)	-	71,85	7,065
	Біомаг	I*	72,60	7,610
		II*	73,72	7,955
	Еколист Моно Цинк	I*	73,34	7,923
		II*	75,04	8,797
	Росток кукурудза	I*	72,38	7,694
		II*	72,87	8,504
	Вимпел	I*	71,80	7,556
II*		72,54	7,925	
НІР <sub>05</sub> гібрид			0,58	0,24
НІР <sub>05</sub> позакореневі підживлення			0,65	0,27
НІР <sub>05</sub> кількість позакорневих підживлень			0,41	0,17

*Примітка:* I\* - одноразове внесення препарату у фазу 5-7 листків кукурудзи;

II\* - дворазове внесення препарату у фази 5-7 та 10-12 листків кукурудзи;

\*\* - зроблено дисперсійний аналіз в урівненні для рівновеликих дисперсій  
для встановлення істотності варіантів позакорневих підживлень

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

збільшення вмісту крохмалю по гібридах порівняно з контролем, який в середньому за три роки становив – DKC 3472 – 71,5 %, DKC 3420 – 73,6 %, Переяславський 230СВ – 72,1 % та DKC 3871 – 72,5 %, а дворазове – DKC 3472 – 72,4 %, DKC 3420 – 74,3 %, Переяславський 230СВ – 72,1 % та DKC 3871 – 73,5 % (НІР<sub>05</sub> кількість підживлень = 0,41 %). Зменшення вмісту крохмалю за позакорневих підживлень відмічено на варіантах, де використовували регулятор росту рослин Вимпел у фазу 5-7 листків кукурудзи у гібриду DKC 3420 на 0,36 %, Переяславський 230СВ на 0,11 % та DKC 3871 на 0,5 %, відносно контролю (підживлення водою).

У групі середньостиглих гібридів кукурудзи відмічалось загальне зростання величини вмісту та виходу крохмалю, в середньому за роки, порівняно із ранньостиглою та середньоранньою групами стиглості (табл. 3). Вміст крохмалю у гібридів середньостиглої групи залежав від біологічних особливостей гібриду (НІР<sub>05</sub> гібрид = 0,59 %) і становив DK 391 – 72,9 %, DK 440 – 73,2 %, DKC 4964 – 75,5 % та DK 315 – 73,8 %. Використання для вирощування таких гібридів, як DKC 4964 та DK 315 дозволить істотно збільшувати вихід крохмалю із одиниці площі. Проведення позакорневих підживлень забезпечило зростання виходу крохмалю із одиниці площі на 0,2-1,8 т/га (НІР<sub>05</sub> підживлення = 0,44 т/га) порівняно з контролем (без позакорневих підживлень). Одноразове позакореневе підживлення забезпечило збільшення вмісту крохмалю на 0,1-0,5 %, дворазове – на 0,85-1,30 %. Вихід крохмалю при цьому становив за одноразового підживлення в гібридів DK 391 – 8,748 т/га, DK 440 – 8,821 т/га, DKC 4964 – 9,559 т/га, DK 315 – 9,314 т/га та за дворазового підживлення він був істотно вищим і становив – 9,220 т/га, – 9,384 т/га, 10,142 т/га, 9,993 т/га (НІР<sub>05</sub> кількість підживлень = 0,28 т/га), відповідно. Найвищий вихід крохмалю у всіх гібридів забезпечило дворазове внесення мікродобрива Еколист Моно Цинк (8,983-10,595 т/га) та Росток кукурудза (8,721-10,597 т/га), зростання виходу крохмалю за застосування



Таблиця 3

**Вміст та вихід крохмалю у середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від позакоренових підживлень (середнє за 2011-2013 рр.)**

Гібрид (А)	Позакоренеve підживлення (В)	Кількість обробок (С)	Вміст крохмалю в АСР, %	Вихід крохмалю, т/га	
DK 391	Контроль (підживлення водою)	-	72,50	8,204	
		I*	72,58	8,867	
	Біомаг	II*	72,76	9,089	
		I*	72,98	8,983	
	Еколист Моно Цинк	II*	74,27	9,708	
		I*	72,52	8,721	
	Росток кукурудза	II*	73,78	9,318	
		I*	72,37	8,420	
	Вимпел	II*	72,59	8,767	
		-	72,40	8,283	
	DK 440	Контроль (підживлення водою)	I*	72,56	8,500
			II*	73,36	9,113
Біомаг		I*	74,15	9,132	
		II*	74,82	9,665	
Еколист Моно Цинк		I*	72,83	9,044	
		II*	73,47	9,686	
Росток кукурудза		I*	71,91	8,610	
		II*	73,26	9,074	
DKC 4964		Контроль (підживлення водою)	-	74,95	8,864
			I*	74,59	9,297
		Біомаг	II*	74,96	9,677
			I*	76,12	9,812
	Еколист Моно Цинк	II*	76,72	10,597	
		I*	75,58	9,874	
	Росток кукурудза	II*	76,10	10,597	
		I*	74,79	9,254	
	Вимпел	II*	75,25	9,696	
		-	73,13	8,811	
	DK 315	Контроль (підживлення водою)	I*	72,90	8,999
			II*	73,31	9,336
Біомаг		I*	74,46	9,579	
		II*	75,34	10,593	
Еколист Моно Цинк		I*	74,04	9,609	
		II*	74,57	10,434	
Росток кукурудза		I*	72,78	9,069	
		II*	73,37	9,610	
НІР <sub>05</sub> гібрид			0,59	0,39	
НІР <sub>05</sub> позакореневі підживлення			0,66	0,44	
НІР <sub>05</sub> кількість позакоренових підживлень			0,42	0,28	

*Примітка:* I\* - одноразове внесення препарату у фазу 5-7 листків кукурудзи;

II\* - дворазове внесення препарату у фазі 5-7 та 10-12 листків кукурудзи;

\*\* - зроблено дисперсійний аналіз в урівненні для рівновеликих дисперсій

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

даних мікродобрив становило 0,5-1,8 т/га, відносно контролю.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Вміст та вихід крохмалю із одиниці площі істотно залежали від групи стиглості гібридів, використання гібридів кукурудзи із тривалим вегетаційним періодом зубовидного підвиду забезпечило підвищення вмісту крохмалю в зерні порівняно із скоростиглими формами. Встановлено, що в посушливі із високими температурами роки (2012 рік) відбувається зниження вмісту крохмалю незалежно від досліджуваних факторів вегетації та технології вирощування. Позакореневі підживлення сприяли збільшенню вмісту крохмалю у зерні (на 0,1-0,46 % у 2011-2013 рр.) порівняно з контролем. Найбільший вміст крохмалю у зерні досліджуваних гібридів кукурудзи (70,92-76,72 % та 71,45-76,72 %) забезпечували позакореневі підживлення мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза. Зменшення вмісту крохмалю відмічено за обробки посівів регулятором росту рослин Вимпел у фазу 5-7 листків кукурудзи на гібридах ДКС 3420 на 0,36 %, Переяславський 230СВ на 0,11 % та ДКС 3871 на 0,5 %, відповідно.

### Список використаної літератури

1. Паламарчук В.Д., Алексеев О.О. Математичні моделі високо крохмальних гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №16. С. 28-47.
2. Бойко П.І. Кукурудза в інтенсивних сівозмінах. К.: «Урожай». 1990. 144 с.
3. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник. Вінниця, 2017. 588 с.
4. Сіроха О.Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2014. Вип. 5(82). С. 37-47.
5. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. Кукурудза селекція та вирощування гібридів: [Монографія]. Вінниця, 2009. 199 с.
6. Коваленко О., Поляничников С.П., Ковбель А.І. Шляхи підвищення коефіцієнту засвоєння поживних елементів. *Агроном*. 2015. №1 (47). С. 28-29.
7. Паламарчук В.Д. Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: *Підручник*. 2013. 636 с
8. Пастернак В. Елементи мінерального живлення рослин. 2015. 30 с.
9. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на кількість качанів у гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки. Рослинництво, кормовиробництво*. 2018. №8 (785). С. 24-32.
10. Дудка Т.В. Доцільність отримання біоетанолу із зерна кукурудзи. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. №1. С. 44-47.
11. ДСТУ 46.045:2003 «Зерно. Методи визначення умовної крохмалистості» № 250.
12. Жученко А.А. Математическое моделирование при оптимизации селекционно-генетических исследований. Кишинёв: Штинца. 1980. 104 с.

13. Доспехов В.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

14. Адиньев Э.Д. Возделывание кукурузы при орошении. М.: ВО «Агропромиздат», 1988. 276 с.

15. Капустін А., Ковтун М., Капустін С. Особливості вирощування простих гібридів кукурудзи. *Пропозиція*. 2011. №5. С. 56-61.

### Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Palamarchuk, V.D., & Aliksieiev, O.O. (2020). Matematychni modeli vysoko krokhmalnykh hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti [*Mathematical models of high-starch hybrids of corn of different maturity groups*]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry*, 16, 28-47. [in Ukrainian].

2. Boiko, P.I. (1990). *Kukurudza v intensyvnnykh sivozminakh*. [Corn in intensive crop rotations]. К.: «Urozhai». [in Ukrainian].

3. Mazur, V.A., Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., & Palamarchuk, O.D. (2017). *Novitni ahrotekhnologii u roslynyntstvi* [The latest agricultural technologies in crop production]. *Pidruchnyk*. Vinnytsia. [in Ukrainian].

4. Sirokha, O.L. (2014). Vplyv udobrennia na biometrychni pokaznyky ta pokaznyky vyrivnianosti roslyn kukurudzy riznoi hrupy styhlosti [*Influence of fertilizer on biometric indicators and indicators of leveling of corn plants of different maturity group*]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: Silskohospodarski nauky – Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Agricultural Sciences*. 5(82), 37-47. [in Ukrainian].

5. Palamarchuk, V.D., Mazur, V.A., & Zozulia, O.L. (2009). *Kukurudza selektsiia ta vyroshchuvannia hibrydiv* [Maize selection and cultivation of hybrids]. [Monohrafiia]. Vinnytsia. [in Ukrainian].

6. Kovalenko, O., Polianychnykov, S.P., & Kovbel, A.I. (2015). Shliakhy pidvyshchennia koefitsientu zasvoiennia pozhyvnykh elementiv [*Influence of fertilizer on biometric indicators and indicators of leveling of corn plants of different maturity group*]. *Ahronom – Agronom*. 1(47), 28-29. [in Ukrainian].

7. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Kalenska, S.M., & Yermakova, L.M. (2013). *Biologhiia ta ekolohiia silskohospodarskykh roslyn* [Biology and ecology of agricultural plants]. *Pidruchnyk*. Vinnytsia. [in Ukrainian].

8. Pasternak, V. (2015). *Elementy mineralnoho zhyvlennia roslyn*. [Elements of mineral nutrition of plants]. [in Ukrainian].

9. Palamarchuk, V.D. (2018). Vplyv pozakorenevykh pidzhyvlen na kilnist kachaniv u hibrydiv kukurudzy [*Influence of foliar fertilization on the number of cobs in maize hybrids*]. *Visnyk ahrarnoi nauky. Roslynyntstvo, kormo vyrobnytstvo – Bulletin of Agricultural Science. Crop production, feed production*. 8 (785), 24-32. [in Ukrainian].

10. Dudka, T.V. (2012). Dotsilnist otrymannia bioetanolu iz zerna kukurudzy [*Expediency of obtaining bioethanol from corn grain*]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn – Variety research and protection of plant variety rights*. 1, 44-47.

[in Ukrainian].

11. DSTU 46.045:2003 «Zerno. Metody vyznachennia umovnoi krokhmalystosti».

[Grain. Methods for determining conditional starch content]. № 250. [in Ukrainian].

12. Zhuchenko, A.A. (1980). *Matematicheskoe modelirovanie pri optimizatsii selektsionno-geneticheskikh issledovaniy* [Mathematical modeling in the optimization of selection and genetic research]. KishinYov: Shtintsa. [in Moldova].

13. Dospheov, V.A. (1985). *Metodika polevogo opyita (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)*. [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Agropromizdat. [in Russian].

14. Adinev, E.D. (1988). *Vozdelyivanie kukuruzy pri oroshenii* [Cultivation of corn under irrigation]. M.: VO «Agropromizdat». [in Russian].

15. Kapustin, A., Kovtun, M., & Kapustin, S. (2011). *Osoblyvosti vyroshchuvannia prostykh hibrydiv kukurudzy* [Features of growing simple hybrids of corn]. *Propozytsiia – Proposal*, 5, 56-61. [in Ukrainian].

### АННОТАЦИЯ

#### СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА В ЗЕРНЕ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВНЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК

В статье представлены результаты исследования влияния внекорневых подкормок микроудобрениями Еколист Моно Цынк и Росток кукуруза, регулятором роста растений Вымпел и бактериальным препаратом Биомаг на комплекс хозяйственно-ценных признаков и урожайность гибридов кукурузы различных групп спелости (раннеспелой группы: Харьковский 195 МВ (ФАО 190), ДКС 2960 (ФАО 250), ДКС 2949 (ФАО 190), ДКС 2971 (ФАО 200), среднеранней: ДКС 3472 (ФАО 270), ДКС 3420 (ФАО 280), Переяславский 230 СВ (ФАО 230), ДКС 3871 (ФАО 280) и среднеспелой: ДК 391 (ФАО 320), ДК 440 (ФАО 350), ДКС 4964 (ФАО 390), ДК 315 (ФАО 310)). Проведено обобщение зависимости проведения внекорневых подкормок и содержания в зерне кукурузы крахмала. Проанализирована эффективность сроков применения внекорневых подкормок при выращивании зерновой кукурузы для повышения урожайности и качества зерна. Однократная внекорневая подкормка обеспечивает увеличение содержания крахмала на 0,1-0,5%, двукратная - на 0,85-1,30%. Выход крахмала при этом составлял при однократной подкормке в гибридов среднеспелой группы ДК 391 – 8,748 т / га, ДК 440 – 8,821 т / га, ДКС 4964 – 9,559 т / га, ДК 315 – 9,314 т / га и при двукратной подкормке он был существенно выше и составил – 9,220 т / га, - 9,384 т / га, 10,142 т / га, 9,993 т / га, соответственно. Самый высокий выход крахмала во всех гибридов обеспечило двукратное внесение микроудобрений Еколист Моно Цынк (8,983-10,595 т / га) и Росток кукуруза (8,721-10,597 т / га), рост выхода крахмала за применение данных микроудобрений составил 0,5-1,8 т / га, относительно контроля. Установлено, что в засушливый с высокими температурами 2012 год происходит снижение содержания

крахмала незалежно від досліджуваних факторів вегетації та технології вирощування. Внекорневі підкормки сприяли збільшенню вмісту крахмала в зерні (на 0,1-0,46% в 2011-2013 рр.) порівняно з контролем (без внекорневих підкормок). Зменшення вмісту крахмала відмічено при обробці посівів регулятором росту рослин Вимпел в фазу 5-7 листків кукурузи на гібридах ДКС 3420 на 0,36%, Переяславський 230СВ на 0,11% і ДКС 3871 на 0,5%, відповідно.

**Ключові слова:** кукуруза, гібрид, зерно, крахмал, живлення, мікроудобрення, регулятори росту, бактеріальний препарат.

**Табл. 3. Літ. 15.**

### ANNOTATION

#### STARCH CONTENT IN CORN GRAIN DEPENDING ON ROOT FEEDING

The article presents the results of researching the impact of foliar fertilization with microfertilizers Ecolist Mono Zinc and Rostok Corn, plant growth regulator Vimpel and bacterial preparation Biomag on the complex of economically valuable traits and productivity of maize hybrids of different maturity groups (early ripening group: Kharkiv 195 MV, (FAO 190), DKS 2960 (FAO 250), DKS 2949 (FAO 190), DKS 2971 (FAO 200), middle-early: DKS 3472 (FAO 270), DKS 3420 (FAO 280), Pereyaslavsky 230 SV (FAO 230), DKS 3871 (FAO 280) and medium-ripe: DK 391 (FAO 320), DK 440 (FAO 350), DKS 4964 (FAO 390), DK 315 (FAO 310)). The dependence of foliar fertilization usage and the starch content in corn grain is generalized. One-time foliar feeding provided a starch content increase by 0.1-0.5%, double feeding - by 0.85-1.30%. The yield of starch was in hybrids DK 391 - 8,748 t / ha, DK 440 - 8,821 t / ha, DKS 4964 - 9,559 t / ha, DK 315 - 9,314 t / ha with a single feeding and with a double feeding it was significantly higher - 9,220 t / ha, - 9,384 t / ha, 10,142 t / ha, 9,993 t / ha, accordingly. The highest yield of starch in all hybrids was provided by double application of microfertilizer Ecolist Mono Zinc (8,983-10,595 t / ha) and Rostok corn (8,721-10,597 t / ha), the increase in starch yield with the use of these fertilizers was 0.5-1.8 t / ha, relative to control (water supply). It is established that in dry years with high temperatures (2012) there is a decrease in starch content, regardless of the studied vegetation factors and cultivation technology. Foliar fertilization contributed to an increase in the starch content of the grain (by 0.1-0.46% in 2011-2013) compared to the control (without foliar fertilization). The highest starch content in the grain of the studied maize hybrids (70.92-76.72% and 71.45-76.72%) was provided by foliar fertilization with microfertilizers Ecolist Mono Zinc and Rostock corn. A decrease in the starch content was observed during crop treatment with the plant growth regulator Vimpel in the phase of 5-7 corn leaves on hybrids DKS 3420 by 0.36%, Pereyaslavsky 230SV by 0.11% and DKS 3871 by 0.5%, respectively.

**Key words:** corn, hybrid, grain, starch, nutrition, micronutrient fertilizers, growth regulators, bacterial preparation.

**Table. 3. Lit. 15.**

### Інформація про авторів

**Паламарчук Віталій Дмитрович** – доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-mail: vd-palamarchuk@ukr.net).

**Підлубний Владислав Федорович** – асистент кафедри комп'ютерних наук та економічної кібернетики Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-mail: vladpodlubny@gmail.com).

**Кричковський Вадим Юрійович** – аспірант Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: 2112kv@gmail.com).

**Коваленко Олег Анатолійович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету (54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9. e-mail: kovalenko\_oleh@ukr.net).

**Паламарчук Віталій Дмитрович** – доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3 e-mail: vd-palamarchuk@ukr.net).

**Подлубний Владислав Федорович** – асистент кафедри комп'ютерних наук та економічної кібернетики Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3 e-mail: vladpodlubny@gmail.com).

**Кричковський Вадим Юрійович** – аспірант Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3 e-mail: 2112kv@gmail.com).

**Коваленко Олег Анатолійович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства Миколаївського національного аграрного університету (54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9. e-mail: kovalenko\_oleh@ukr.net).

**Palamarchuk Vitaliy Dmitrovich** – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of plant production, selection and bioenergetic cultures Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonyachna st., 3 e-mail: vd-palamarchuk@ukr.net).

**Pidlubny Vladislav Fyodorovych** – Assistant of the Department of Computer Science and Economic Cybernetics, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3 Sonyachna Street, e-mail: vladpodlubny@gmail.com).

**Krychkovskiy Vadym** – postgraduate student of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonyachna Str. 3, e-mail: 2112kv@gmail.com).

**Kovalenko Oleg Anatolyevich** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of plant growing and landscape gardening in Nikolaev National Agrarian University (54020, Nikolaev, st. Georgi Gongadze, 9).