УДК 631.527.5:633.15:581.13:631.8:581.144.4

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПЛОЩІ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ У КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ

В.Д. Паламарчук, А.М. Соломон

DOI: 10.31073/kormovyrobnytstvo202192-08

Мета. Дослідити вплив позакореневих підживлень мікродобривами, регулятором росту рослин та бактеріальним препаратом на площу листової поверхні та окремих ярусів листків гібридів кукурудзи різних груп стиглості. **Методи.** Спостереження, порівняння, аналіз та синтез, системний аналіз та прогноз. Визначення площі асиміляційної поверхні та окремих ярусів листків проводили за загальноприйнятими методиками. **Результати.** Найбільшу площу листової поверхні гібридів Харківський 195 МВ, ДКС 2960 та ДКС 2971, відповідно – 30,1, 27,4 та 31,8 тис. м² на 1 га в середньому за три роки, одержано за дворазового позакореневого підживлення препаратом Росток кукурудза. Аналогічні результати одержані за позакореневого підживлення гібридів кукурудзи середньоранньої та середньостиглої групи, за виключенням обробки рослин препаратом Вимпел. У групі ранньостиглих гібридів загальна площа листової поверхні, в середньому за три роки, становила 27,0 тис. м²/га, середньоранньої – 31,0 тис. м²/га, середньостиглої – 33,3 тис. м²/га, площа верхнього листка, відповідно – 119, 149 та 167 см², площа прикачанного листка – 485, 585 та 640 тис. см². Тобто в групі ранньостиглих гібридів площа листової поверхні коливалась в межах 19,2-35,96 тис. м²/га, в групі середньоранніх гібридів спостерігалось загальне підвищення площі листової поверхні (на 4,0 тис. м²/га) порівняно із ранньостиглою групою, а в групі середньостиглих гібридів відзначено найвище значення площі листової поверхні (33,3 тис. м²/га), що на 6,3 тис. м²/га вище у порівнянні з ранньостиглою групою. Аналогічні результати одержані з площі верхнього та прикачанного листків. **Висновки.** Найбільшу загальну площу листової поверхні та листків різних ярусів одержано за дворазового позакореневого підживлення в фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза як порівняно з контролем, так і з підживленням іншими препаратами.

Ключові слова: кукурудза, асиміляційна поверхня, позакореневі підживлення, мікроелементи, площа листків, прикачанний листок, фотосинтез.

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,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4906-3761>

Соломон Алла Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Вінницького національного аграрного університету, 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: Soloalla78@ukr.net,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2982-302X>.

Вступ. Постановка проблеми. Ми не можемо змінити природні фактори, але, маючи в розпорядженні низку агротехнічних та агрономічних прийомів і заходів, можемо істотно вплинути на імунітет рослин, збільшити стресостійкість, посухостійкість, оптимізувати використання доступних елементів живлення та вологі для формування вегетативної маси та генеративних органів [1].

Через це створилася система уявлень, згідно якої всі агротехнічні прийоми розглядаються як засіб формування оптико-біологічних систем-посівів, призначених для найкращого використання сонячної радіації для фотосинтезу і формування урожаю рослин. Застосування позакореневих підживлень мікроелементами разом із

азотними добривами під час вегетації кукурудзи сприяє підвищенню адаптивності рослин до несприятливих стрес-факторів довкілля та покращенню інтенсивності процесів росту і продуктивності [2].

Живлення і фотосинтез рослин – взаємозумовлені процеси, проте механізми їх взаєморегуляції залишаються не до кінця з'ясованими. Даний зв'язок визначається на основі показників фізіологічних процесів рослин, насамперед це вміст і співвідношення пігментів фотосинтезу, від яких залежить не тільки спрямованість фотосинтезу, але й швидкість і характер метаболізму рослин (анатомо-морфологічні зміни) [1, 3].

Формування зерна кукурудзи в основному відбувається завдяки фотосинтезу верхніх листків. Більш високу продуктивність забезпечують гібриди, у яких листки середніх та нижніх ярусів інтенсивно використовують послаблену інсоляцію, а верхні – краще пристосовані до інтенсивного надходження ФАР. Максимальної величини площа листків досягає на 70-й день після появи сходів, що збігається з фазою «викидання-цвітіння волоті». Після цього йде поступове зменшення площі листової поверхні і доходить до нуля на 130-й день вегетації [4, 5]. Збільшення листової поверхні відбувається нерівномірно протягом вегетації і значною мірою визначається кількістю поживних речовин у ґрунті, в тому числі мікроелементами (міддю, цинком тощо) [3].

Втрата рослинами 25% листків на всіх стадіях розвитку, окрім періоду викидання волоті-молочної стиглості, призводить до зменшення врожайності зерна кукурудзи на 10% [6, 7].

У стресових ситуаціях (посуха, низькі температури тощо) листове підживлення є практично єдиним способом забезпечення деякими елементами живлення, особливо мікроелементами. Навіть невелика їх кількість є дуже корисною, оскільки макро- і мікроелементи містяться у легкодоступній формі і швидко проникають у рослину [8].

Мікроелементи, що застосовуються при позакореновому підживленні рослин, засвоюються приблизно на 80-90%, тоді як при кореновому – лише на 20-30% [6]. Ступінь і швидкість засвоєння елементів живлення через листя в 3-6 разів (при внесенні із засобами захисту в 30-40 разів) вища, ніж при засвоєнні корінням добрив, внесених у ґрунт, але обсяги засвоєння елементів через листя обмежені. Таким чином, фосфор, калій і кальцій практично неможливо внести в достатній кількості шляхом позакоренового підживлення, але потребу рослин у мікроелементах через листя можна задовольнити на 100% [4, 6].

Проведення позакоренових підживлень макро- та мікродобривами одночасно із обробкою пестицидами дозволяє зменшувати стресовий вплив засобів захисту рослин на культуру та підвищує дію пестицидів [4].

На вплив позакоренових підживлень на площу листової поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу вказували у своїх дослідженнях М. Дудка та О. Шевченко [9]. Застосування мінерального комплексу макро- і мікроелементів збільшує приріст листової поверхні на 2,9 тис. м²/га (від 19,3 до 22,2 тис. м²/га) та максимальне значення чистої продуктивності фотосинтезу кукурудзи у фазі

молочно-воскової стиглості до 9,72 г/м² за добу. Отже, дослідження в даному напрямку є необхідними та актуальними.

Мета досліджень – вивчення впливу позакоренових підживлень на характеристику формування фотосинтетичної поверхні у гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Матеріали і методи. Польові дослідження проводились протягом 2011-2013 рр. у ДП ДГ «Корделівське» Інституту картоплярства НААНУ Вінницького національного аграрного університету.

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи глибокі, середньо-суглинкові на лесі, вміст гумусу (за Тюрнімом) в орному шарі ґрунту складав 4,60%. Гідролітична кислотність становила 40 мг-екв на 1 кг ґрунту; сума ввібраних основ – 158 мг-екв на 1 кг ґрунту (за Каппеном-Гільковицом). Вміст у ґрунтах дослідної ділянки: легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 106 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чиріковим) – 186 та 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).

Кліматичні умови 2011-2013 років були сприятливими для росту й розвитку кукурудзи, що в кінцевому результаті вплинуло на продуктивність гібридів кукурудзи.

Польові дослідження проводились згідно рекомендацій, викладених у «Методиці польових дослідів із кукурудзою» [10]. У дослідженнях застосовувались польовий і лабораторний методи вивчення гібридного матеріалу кукурудзи (фактор А) та позакоренових підживлень (фактор В). Загальна площа дослідів становила 0,15 га, а облікова площа ділянки для гібриду – 10,5 м². Повторність дослідів була 4-разова. Розміщення дослідних ділянок проводили методом рендомізованих повторень.

Застосовували позакореневі підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи мікродобрином Росток кукурудза та Еколист Моно Цинк, регулятором росту рослин Вимпел та бактеріальним препаратом Біомаг.

Препарат Біомаг (азотофіксатор ґрунтовий) вносили у кількості 2 л/га. Біомаг містить продуценти *Azotobacter chroococcum*, що фіксують азот з повітря і використовують як продукт своєї життєдіяльності. Продуктивність дії бактеріального препарату Біомаг підвищується при поєднанні із мікроелементами Мо, В, Со і Мн.

Росток кукурудза – це комплексне добриво на основі комплексоутворювальної кислоти (ЕДТА). Вносилося у нормі 3,0 л/га (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика хімічного складу мікродобрива Росток кукурудза

Мікродобриво	Склад мікродобрива, г/л								
	N	MgO	SO ₃	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Mo
Росток кукурудза	80	42	26	4,2	4,2	2,2	22	1,5	0,1

Вимпел – регулятор росту рослин, вносився у нормі 1,5 л/га. Діючою речовиною Вимпелу є: кріополіетиленоксид 400 (230 г/кг), поліетиленоксид 1500 (540 г/кг), солі гумінових кислот (гумат натрію 3 г/кг), бурштинова кислота (3 г/кг). До його складу входить янтарно-гуматний хелатний комплекс, який містить усі необхідні рослині мікроелементи.

Еколист Моно Цинк – Zn (112 г/л), норма внесення 2 л/га – концентрат цинку у вигляді хелату ЕДТА. Попереджає виникнення фізіологічних захворювань, викликаних дефіцитом цинку, і усуває їх симптоми. Стимулює розвиток рослин, підвищує стійкість до грибкових і бактеріальних хвороб. Містить у своєму складі 6,0% азоту, 4,0% сірки та 8,0% цинку.

Внесення проводили ручним оприскувачем нормою 5 л/сотку. 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 [11].

Визначення площі листової поверхні для кукурудзи проводили за параметрами листка з подальшим розрахунком за формулою (1) [12]:

$$S=0,75 \times a \times b, \quad (1)$$

де, S – загальна площа листків проби, см^2 ;

0,75 – перерахунковий коефіцієнт для кукурудзи;

a – довжина листка, см ;

b – ширина листка у найширшому місці, см .

Враховували площу тільки у фізіологічно повноцінних листків. Кількість відібраних рослин – 10 у чотириразовому повторенні.

У дослідженнях використовували гібриди вітчизняної селекції (Харківський 195МВ та Переяславський 230СВ) та компанії *Байєр* «Монсанто» ДКС 2960, ДКС 2949, ДКС 2971, ДКС 3472, ДКС 3420, ДКС 3871, ДК 391, ДК 440, ДКС 4964, ДК 315 як найбільш продуктивні із трьох груп стиглості – ранньостиглої, середньостиглої та середньоранньої.

Технологія вирощування кукурудзи на зерно – загальноприйнята, за виключенням елементів, що досліджувались. Попередником у дослідах виступала пшениця озима. Після збирання попередника обробіток ґрунту складався із лушення стерні важкими боронами БДТ-7 та оранки плугом ПНЯ-5-40 в агрегаті із трактором ХТЗ-121. Для передпосівного обробітку ґрунту використовували культиватор типу КПС-4 в агрегаті із зубовими боронами типу БЗТСС-1. Сівбу гібридів кукурудзи проводили сівалкою СУПН-8 оновленою із густотою 75 тис. шт. насінин на гектар. Система удобрення передбачала лише рядкове удобрення з внесенням 60 кг у фізичній вазі аміачної селітри одночасно із посівом. У фазі 5 справжніх листків кукурудзи застосовувався післясходовий гербіцид системної дії Мелагро (д. р. нікосульфурон) для боротьби із однорічними і багаторічними злаковими бур'янами у нормі 1,25 л/га. Обприскування дослідних ділянок проводили вранці або ввечері при швидкості вітру до 4-5 м/с, не допускаючи

знесення препарату, ранцевим оприскувачем. Отримані результати досліджень оброблялись дисперсійним, кореляційним і регресійним методами аналізу за Б.А. Доспеховим (1985) на персональному комп'ютері із використанням спеціальних прикладних програм для Windows – 2003/2010: Excel-7.0, Mathcad 2000.

Результати дослідження і обговорення. Дослідженнями встановлено залежність величини площі листкової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків від застосування позакоренових підживлень. Як одноразове, так і дворазове позакоренове підживлення всіма препаратами, за виключенням Вимпела, забезпечило достовірне збільшення цих показників у всіх гібридів ранньостиглої групи порівняно з контролем (табл. 2).

Достовірне збільшення площі листкової поверхні препарат Вимпел забезпечив за обробки посівів гібрида ДКС 2949. За позакоренового підживлення гібридів Харківський 195 МВ та ДКС 2960 лише дворазове підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи забезпечило істотне збільшення площі листкової поверхні, а за обробки Вимпелом посіву гібрида ДКС 2971 площа листкової поверхні не збільшилася, порівняно з контролем (без позакоренового підживлення).

Площа верхнього листка істотно збільшилася у всіх гібридів, що вивчали, а збільшення площі прикачанного листка не було одержано лише за обробки посівів препаратом Вимпел гібрида ДКС 2971. Найбільшу площу листкової поверхні гібридів Харківський 195 МВ, ДКС 2960 та ДКС 2971, відповідно 30,1, 27,4 та 31,8 тис. м² на 1 га в середньому за три роки, одержано за дворазового позакоренового підживлення препаратом Росток кукурудза. Цей препарат за дворазового підживлення також забезпечив найбільшу площу прикачанного листка. При позакореновому підживленні гібрида ДКС 2949 найбільше збільшення площі листкової поверхні (на 4,7 тис. м² на 1 га) та площі прикачанного листка (на 74 см²) порівняно з контролем, одержано за обробки посівів препаратом Еколист Моно Цинк. Позакоренове підживлення гібридів кукурудзи ранньостиглої групи препаратом Біомаг також забезпечило достовірне збільшення площі листкової поверхні, верхнього та прикачанного листка але рівень його був меншим.

Кількість позакоренових підживлень також впливала на збільшення загальної площі листкової поверхні та площі верхнього листка. Проте гібриди ранньостиглої групи по-різному реагували на цей агрозахід. Дворазове позакоренове підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи препаратами Біомаг та Росток кукурудза забезпечило достовірне підвищення площі листкової поверхні кукурудзи гібрида Харківський 195 МВ, гібрида ДКС 2949 – препаратами Еколист Моно Цинк і Вимпел та гібрида ДКС 2971 – препаратом Еколист Моно Цинк порівняно з одноразовим. Інші препарати не забезпечували значного підвищення площі листкової поверхні за дворазового позакоренового підживлення порівняно з одноразовим, що свідчить про недоцільність їх застосування. Достовірно збільшилася площа верхнього листка всіх гібридів

незалежно від препаратів, яким проводили підживлення, а площа прикачанного листка збільшилася лише в гібрида Харківський 195 МВ за обробки препаратом Біомаг, гібрида ДКС 2960 – препаратом Біомаг та Вимпел та гібрида ДКС 2971 – препаратами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза.

Таблиця 2

Загальна площа листкової поверхні, верхнього та прикачанного листків у ранньостиглих гібридів кукурудзи залежно від генотипу та позакореневих підживлень (середнє за 2011-2013 рр.)

Гібрид (А)	Позакореневе підживлення (В)	Кількість обробок (С)	Загальна площа листкової поверхні, тис. м²/га	Площа верхнього листка, см²	Площа при качанного листка, см²
Харківський 195 МВ	Контроль (підживлення водою)	-	25,5	122	434
	Біомаг	I*	27,8	133	488
		II*	29,2	139	518
	Еколист Моно Цинк	I*	28,9	140	498
		II*	29,4	147	515
	Росток кукурудза	I*	28,9	139	494
		II*	30,1	142	510
	Вимпел	I*	26,7	128	481
II*		27,3	132	490	
ДКС 2960	Контроль (підживлення водою)	-	23,7	117	403
	Біомаг	I*	25,4	130	405
		II*	26,1	135	436
	Еколист Моно Цинк	I*	26,2	132	442
		II*	26,9	139	461
	Росток кукурудза	I*	26,6	136	460
		II*	27,4	142	478
	Вимпел	I*	24,6	127	417
II*		25,3	132	441	
ДКС 2949	Контроль (підживлення водою)	-	21,7	110	377
	Біомаг	I*	24,7	123	431
		II*	25,3	127	446
	Еколист Моно Цинк	I*	25,6	124	435
		II*	26,4	130	451
	Росток кукурудза	I*	25,2	128	431
		II*	25,9	132	447
	Вимпел	I*	23,3	116	414
II*		24,2	118	426	
ДКС 2971	Контроль (підживлення водою)	-	26,8	131	444
	Біомаг	I*	28,8	142	468
		II*	29,5	145	479
	Еколист Моно Цинк	I*	29,7	151	481
		II*	30,6	162	517
	Росток кукурудза	I*	31,1	148	488
		II*	31,8	155	511
	Вимпел	I*	27,4	139	455
II*		27,9	143	466	
НІР ⁰⁵ гібрид**			1,1	3	28
НІР ⁰⁵ підживлення			1,2	4	32
НІР ⁰⁵ кількість обробок			0,8	2	20

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 для встановлення істотності варіантів позакореневих підживлень

Аналогічні результати одержані за позакореневого підживлення гібридів кукурудзи середньоранньої групи, за виключенням обробки рослин препаратом Вимпел (табл. 3).

Таблиця 3

Загальна площа листкової поверхні, верхнього та прикачанного листків у гібридів кукурудзи середньоранньої групи залежно від сортових особливостей та позакореневих підживлень (середнє за 2011-2013 рр.)

Гібрид (А)	Позакоренеve підживлення (В)	Кількість обробок (С)	Загальна площа листкової поверхні, тис. м²/га	Площа верхнього листка, см²	Площа при качанного листка, см²
DKC 3472	Контроль (підживлення водою)	-	34,9	166	516
	Біомаг	I*	37,0	175	531
		II*	37,4	177	550
	Еколист Моно Цинк	I*	38,1	178	529
		II*	39,4	181	544
	Росток кукурудза	I*	38,1	180	532
		II*	39,5	188	543
	Вимпел	I*	35,8	173	523
II*		36,6	179	531	
DKC 3420	Контроль (підживлення водою)	-	34,9	165	530
	Біомаг	I*	36,6	177	567
		II*	37,5	181	577
	Еколист Моно Цинк	I*	38,1	180	562
		II*	39,0	185	571
	Росток кукурудза	I*	38,2	179	570
		II*	38,6	184	593
	Вимпел	I*	35,9	173	555
II*		36,4	175	561	
Переяславський 230 СВ	Контроль (підживлення водою)	-	34,2	159	523
	Біомаг	I*	36,8	173	532
		II*	38,6	189	549
	Еколист Моно Цинк	I*	38,1	180	557
		II*	39,2	183	573
	Росток кукурудза	I*	38,4	177	546
		II*	39,8	184	569
	Вимпел	I*	35,5	169	532
II*		36,3	172	541	
DKC 3871	Контроль (підживлення водою)	-	37,1	172	562
	Біомаг	I*	38,8	180	593
		II*	40,3	186	614
	Еколист Моно Цинк	I*	39,5	183	584
		II*	40,6	188	600
	Росток кукурудза	I*	40,3	185	596
		II*	41,1	190	620
	Вимпел	I*	37,9	175	579
II*		38,7	179	602	
НІР ^{**} 05 гібрид			0,9	5	9
НІР ⁰⁵ підживлення			1,0	6	11
НІР ⁰⁵ кількість обробок			0,6	4	7

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

Одноразове позакоренеve підживлення гібридів DKC 3472, DKC 3420, Переяславський 230 СВ та DKC 3871 у фазу 5-7 листків кукурудзи препаратом Вимпел в середньому за три роки не забезпечило достовірного збільшення

загальної площі листової поверхні порівняно з контролем. Позакореневе підживлення препаратом Вимпел не у всіх гібридів забезпечило збільшення площі верхнього листка, а саме в гібридах Переяславський 230 СВ та ДКС 3871, площа прикачанного листка істотно не збільшилася за підживлення гібридів ДКС 3472 та Переяславський 230 СВ.

Позакореневе підживлення препаратом Вимпел не у всіх гібридів забезпечило збільшення площі верхнього листка, а саме в гібридах Переяславський 230 СВ та ДКС 3871, площа прикачанного листка істотно не збільшилася за підживлення гібридів ДКС 3472 та Переяславський 230 СВ. За дворазового підживлення гібрида кукурудзи у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи препаратом Вимпел загальна площа листової поверхні істотно підвищилася, відповідно по гібридах – на 1,7, 1,5, 2,1 та 1,6 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ (НІР_{05} підживлення = 1,0 тис. $\text{м}^2/\text{га}$). Препарати Біомаг, Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза як за одноразового, так і за дворазового позакореневого підживлення, незалежно від гібридів, забезпечували достовірне збільшення загальної площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків.

Найбільше збільшення загальної площі листової поверхні гібридів ДКС 3472, Переяславський 230 СВ та ДКС 3871 одержано за дворазового позакореневого підживлення препаратом Росток кукурудза, відповідно по гібридах – на 4,6, 5,6 та 4,0 тис. $\text{м}^2/\text{га}$. За підживлення гібрида ДКС 3420 препаратом Еколист Моно Цинк одержано достовірно найвищу площу листової поверхні – 39,0 тис. $\text{м}^2/\text{га}$, або на 4,1 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ більшу, ніж в контролі.

Гібриди кукурудзи не однаково реагували на позакореневе підживлення мікродобривами, регулятором росту рослин та бактеріальним препаратом. Так за дворазового підживлення препаратом Росток кукурудза загальна площа листової поверхні гібрида ДКС 3472 становила 39,5 тис. $\text{м}^2/\text{га}$, гібрида ДКС 3420 – 38,6 тис. $\text{м}^2/\text{га}$, гібрида Переяславський 230 СВ – 39,8 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ та гібрида ДКС 3871 – 41,1 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ (НІР_{05} гібрид = 0,9 тис. $\text{м}^2/\text{га}$). Тобто достовірне збільшення вказаного показника було лише в гібрида ДКС 3871 у порівнянні з гібридом ДКС 3420. Аналогічні результати одержані за позакореневого підживлення іншими препаратами. Найбільше значення площі листової поверхні та верхнього листка зафіксовано на варіантах, де для позакореневих підживлень використовувались цинквмістне добриво Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза. Це ще раз підтверджує важливість для кукурудзи такого мікроелементу, як цинк.

Так само, як і гібриди ранньостиглої групи, гібриди середньоранньої групи по-різному реагували на позакореневе підживлення препаратами, що вивчали. Дворазове позакореневе підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи забезпечило достовірне підвищення площі листової поверхні кукурудзи гібрида ДКС 3472 препаратами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза, ДКС 3420 – препаратами Біомаг та Еколист Моно Цинк, гібрида Переяславський 230 СВ – препаратами Біомаг, Еколист Моно Цинк і Росток кукурудза та гібрида ДКС 3871 – препаратом Біомаг. Інші препарати не забезпечували значного підвищення площі листової поверхні за дворазового позакореневого підживлення, що свідчить про

недоцільність їх застосування. Аналогічні результати одержані щодо впливу підживлення на площу верхнього та прикачанного листків.

Про зростання площі листової поверхні у гібридів із подовженим вегетаційним періодом вказує у своїх дослідженнях І.М. Сметанська [3]. Дане зростання площі листової поверхні пов'язане із максимальним використанням агрокліматичного потенціалу регіону і формуванням великої кількості листків, які тривалий час залишаються функціональними (табл. 4).

Таблиця 4

Загальна площа листової поверхні, верхнього та прикачанного листків у гібридів кукурудзи середньостиглої групи залежно від сортових особливостей та позакоренових підживлень (середнє за 2011-2013 рр.)

Вплив позакореневого підживлення на показники продуктивності кукурудзи (середнє за 2014-2015 рр.)					
Гібрид (А)	Позакореневе підживлення (В)	Кількість обробок (С)	Загальна площа листкової поверхні, тис. м²/га	Площа верхнього листка, см²	Площа при качаного листка, см²
ДК 391	Контроль (підживлення водою)	-	36,7	188	522
	Біомаг	I*	39,6	207	567
		II*	40,4	215	583
	Еколист Моно Цинк	I*	40,3	209	587
		II*	41,6	217	604
	Росток кукурудза	I*	41,0	219	593
		II*	42,1	233	612
	Вимпел	I*	38,2	196	555
II*		38,7	199	562	
ДК 440	Контроль (підживлення водою)	-	36,4	182	553
	Біомаг	I*	39,3	200	607
		II*	40,6	206	621
	Еколист Моно Цинк	I*	40,5	206	627
		II*	41,1	214	648
	Росток кукурудза	I*	39,3	210	590
		II*	40,5	219	624
	Вимпел	I*	37,6	195	565
II*		38,9	200	579	
ДКС 4964	Контроль (підживлення водою)	-	38,2	189	549
	Біомаг	I*	39,5	202	560
		II*	41,0	205	578
	Еколист Моно Цинк	I*	41,1	204	576
		II*	41,9	208	587
	Росток кукурудза	I*	41,2	205	572
		II*	41,8	208	586
	Вимпел	I*	39,2	195	552
II*		39,9	201	568	
ДК 315	Контроль (підживлення водою)	-	36,4	192	538
	Біомаг	I*	38,7	206	571
		II*	39,4	212	596
	Еколист Моно Цинк	I*	39,7	207	586
		II*	40,4	209	611
	Росток кукурудза	I*	39,8	210	597
		II*	40,7	223	606
	Вимпел	I*	38,0	202	562
II*		39,1	206	573	
НІР ^{**} 05 гібрид			0,7	5	13
НІР ⁰⁵ підживлення			0,8	6	15
НІР ⁰⁵ кількість обробок			0,5	4	9

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 для встановлення істотності варіантів позакоренових підживлень

У групі середньостиглих гібридів кукурудзи значення площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків було найвищим порівняно з гібридами ранньостиглої та середньоранньої груп стиглості навіть у контролі: загальна площа листової поверхні становила: ДКС 391 – 36,7 тис. м²/га, ДКС 440 – 36,4 тис. м²/га, ДКС 4964 – 38,2 тис. м²/га та ДК 315 – 36,4 тис. м²/га; площа верхнього листка – відповідно по гібридах: 188, 182, 189 та 192 см²; площа прикачанного листка – відповідно по гібридах: 522, 553, 549 та 538 см².

Як одноразове, так і дворазове позакореневе підживлення всіма препаратами, забезпечило достовірне збільшення загальної площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків у всіх гібридів середньоранньої групи порівняно з контролем.

Лише за одноразового підживлення рослин гібрида кукурудзи ДКС 4964 не одержано достовірного збільшення загальної площі листової поверхні. Найбільшу площу листової поверхні (42,1 тис. м²/га) та площу верхнього листка (233 см²) як у порівнянні з контролем, так і з іншими гібридами, одержано за дворазового підживлення гібрида кукурудзи ДК 391 препаратом Росток кукурудза.

Гібриди кукурудзи по-різному реагували на позакореневе підживлення залежно від препаратів. Наприклад: позакореневе підживлення кукурудзи гібрида ДКС 391 препаратом Еколист Моно Цинк забезпечило достовірне збільшення площі листової поверхні за одноразового підживлення на 3,6 тис. м²/га, дворазового – на 4,9 тис. м²/га, водночас за застосування цього препарату у підживленні гібрида ДКС 4964 збільшення площі листового апарату було меншим і становило відповідно 2,9 та 3,7 тис. м²/га (НІР_{05 гібрид} = 0,7 тис. м²/га). Аналогічні результати одержані й у інших гібридах не лише щодо площі листового апарату, а і площі верхнього та прикачанного листків залежно від позакоренових підживлень.

Кількість позакоренових підживлень також впливала на збільшення загальної площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків. Але гібриди середньоранньої групи стиглості по-різному реагували на цей агрозахід.

Наприклад, дворазове позакореневе підживлення гібрида ДК 391 у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи всіма препаратами, крім препарату Вимпел, забезпечило достовірне збільшення загальної площі листової поверхні кукурудзи, гібрида ДК 440 – крім препарату Еколист Моно Цинк, гібрида ДКС 4964 та гібрида ДК 315 – крім препарату Росток кукурудза.

Висновки. Встановлено залежність величини площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків від застосування позакоренових підживлень. Як одноразове, так і дворазове позакореневе підживлення всіма препаратами, за виключенням Вимпела, забезпечило достовірне збільшення цих показників у всіх гібридів ранньостиглої групи порівняно з контролем.

Досліджувані гібриди кукурудзи, незалежно від групи стиглості, істотно відрізняються за значенням загальної площі листової поверхні, площі верхнього та прикачанного листків. У групі ранньостиглих гібридів загальна площа листової поверхні в середньому за три роки становила 27,0 тис. м²/га, середньоранньої – 31,0

тис. м²/га, середньостиглої – 33,3 тис. м²/га, площа верхнього листка, відповідно – 119, 149 та 167 см², площа прикачанного листка – 485, 585 та 640 тис. см². Тобто в групі ранньостиглих гібридів площа листової поверхні коливалася в межах 19,2-35,96 тис. м²/га, в групі середньоранніх гібридів спостерігалось загальне підвищення площі листової поверхні (на 4,0 тис. м²/га) порівняно із ранньостиглою групою, а в групі середньостиглих гібридів відзначено найвище значення площі листової поверхні (33,3 тис. м²/га), що на 6,3 тис. м²/га вище порівняно з ранньостиглою групою. Аналогічні результати одержані з площі верхнього та прикачанного листків.

Найбільшу загальну площу листової поверхні та листків різних ярусів одержано за дворазового позакореневого підживлення у фазу 5-7 та 10-12 листків кукурудзи мікродобривами Еколист Моно Цинк та Росток кукурудза як порівняно з контролем, так і з підживленням іншими препаратами.

Список бібліографічних посилань

1. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С. & Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник. Вінниця, 2017. 588 с.
2. Бендер Р.Р., Хаегеле Дж.В., Руффо М.Л. & Белоу Ф.Е. Динамика поглинання елементів питания сучасними гібридами кукурудзи. *Агроном*. 2015. №1 (47), лютий. С. 122-128.
3. Сметанська І. М. Фізіолого-агрохімічні аспекти формування врожаю та якості кукурудзи на силос. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2000. Вип. 7. С. 57-65.
4. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М. & Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: Видавництво «Друк». 2020. 536 с.
5. Городній М.М. & Павлик Р.М. Вплив систематичного використання добрив в сівоzmіні на формування асиміляційного апарату посівів та продуктивність кукурудзи на силос. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2010. № 149. С. 54 - 60.
6. Надь Янош. Кукурудза. Вінниця: ФОП Д.Ю. Корзун, 2012. 580 с.
7. Паламарчук В.Д., Мазур В.А. & Зозуля О.Л. Кукурудза селекція та вирощування гібридів: [Монографія]. Вінниця, 2009. 199 с.
8. Пастернак В. Елементи мінерального живлення рослин. 2015, УкрАгроРесурс. 30 с.
9. Дудка М. & Шевченко О. Мікродобрива й кукурудза. *Farmer the Ukrainian*. № 5(77), травень 2016. С. 68-69.
10. Лебідь Є.М., Циков В.С., Пащенко Ю.М. [та ін.]. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.
11. Краткие методические указания по проведению государственных испытаний регуляторов роста растений. М.: ЦИНАО, 1984. 43 с.
12. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. М.: Наука. 1965. 45 с.
13. Доспехов В.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Mazur V.A., Palamarchuk V.D., Polishchuk I.S. & Palamarchuk O.D. (2017). Novitni ahrotekhnolohii u roslinnytstvi: Pidruchnyk [The latest agricultural technologies in crop production: Textbook]. Vinnytsia. [in Ukrainian]

2. Bender R.R., Haegele Dzh.V., Ruffo M.L. & Below F.E. Dinamika pogloscheniya elementov pitaniya sovremennymi gibridami kukuruzyi [Dynamics of absorption of nutrients by modern corn hybrids]. *Agronom [Agronomist]*, 2015, no. 1(47), pp. 122-128 [in Russian].
3. Smetanska I. M. Fiziolo-ho-ahrokhimichni aspekty formuvannya vrozhaiu ta yakosti kukurudzy na sylos [Physiological and agrochemical aspects of yield formation and quality of corn for silage]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu [Collection of scientific works of Vinnytsia State Agrarian University]*, 2000, vol. 7, pp. 57-65 [in Ukrainian].
4. Palamarchuk V.D., Didur I.M., Kolisnyk O.M. & Aliexsieiev O.O. (2020). Aspekty suchasnoi tekhnolohii vyroshchuvannya vysokokrokhmalnoi kukurudzy v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Aspects of modern technology of growing high-starch corn in the right-bank Forest-Steppe]. Vinnytsia, Vydavnytstvo "Druk" [in Ukrainian].
5. Horodnii M.M. & Pavlyk R.M. Vplyv systematichnoho vykorystannia dobrov v sivozmini na formuvannya asimiliatsiinoho aparatu posviv ta produktyvnist kukurudzy na sylos [The influence of systematic use of fertilizers in crop rotation on the formation of the assimilation apparatus of crops and the productivity of corn on silage]. *Naukovyi visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]*, 2010, no. 149, pp. 54-60 [in Ukrainian].
6. Nad Yanosh (2012). *Kukurudza [Maize]*. Vinnytsia, FOP D.Iu. Korzun [in Ukrainian].
7. Palamarchuk V.D., Mazur V.A. & Zozulia O.L. (2009). *Kukurudza selektsiia ta vyroshchuvannya hibrydiv: Monohrafiia [Maize selection and cultivation of hybrids: Monograph]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
8. Pasternak V. (2015). *Elementy mineralnoho zhyvlennia roslin [Elements of mineral nutrition of plants]*. UkrAhroResurs [in Ukrainian].
9. Dudka M. & Shevchenko O. (2016). *Mikrodobryva y kukurudza [Microfertilizers and corn]*. *Farmer the Ukrainian*, no. 5(77), pp. 68-69 [in Ukrainian].
10. Lebid Ye.M., Tsykov V.S., Pashchenko Yu.M. et al. (2008). *Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu [Methods of conducting field experiments with corn]*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
11. *Kratkie metodicheskie ukazaniya po provedeniyu gosudarstvennykh ispytaniy regulatory rosta rasteniy [Brief methodological instructions for conducting state tests of plant growth regulators]*. Moscow, TsINA O, 1984, 43 p. [in Russian].
12. Nichiporovich A.A. (1965). *Fotosintez i voprosy intensifikatsii selskogo hozyaystva [Photosynthesis and issues of agricultural intensification]*. Moscow, Nauka, 45 p. [in Russian].
13. Dospehov V.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]*. Moscow, Agropromizdat [in Russian].

Palamarchuk V.D., Solomon A.M. Research of the corn assimilation surface formation depending on foliar feeding

Purpose. To investigate the effect of foliar fertilization with microfertilizers, plant growth regulator and bacterial preparation on the leaf surface area and individual layers of leaves of maize hybrids of different maturity groups. **Methods.** Observation, comparison, analysis and synthesis, system analysis and forecast. Determination of the assimilation surface area and individual layers of leaves was performed according to the generally accepted methods. **Results.** Studies have shown that the largest leaf surface area was obtained in the Kharkiv 195 MV, DKS 2960 and DKS 2971 hybrids, respectively – 30.1, 27.4 and 31.8 thousand m² per 1 ha on average for the three years of study at two foliar fertilization with Rostok corn. Similar results were obtained with foliar feeding of corn hybrids of medium-early and medium-ripe groups, except for treatment of plants with the Vympel fertilizer. In the group of early-maturing hybrids, the total leaf surface area averaged 27.0 thousand m²/ha for the three years, medium-early hybrids – 31.0 thousand m²/ha, medium-ripe – 33.3 thousand m²/ha, the area of the upper leaf, respectively – 119, 149 and 167 cm², the area of the subcob leaf – 485, 585 and 640 thousand cm². That is, in the group of early-maturing hybrids the leaf surface area ranged from 19.2 to 35.96 thousand m²/ha, in the group of medium-early hybrids there was a general increase in leaf area (by 4.0 thousand m²/ha) compared to the early-maturing group, and in the group of medium-ripe hybrids the highest value of the leaf surface area (33.3 thousand m²/ha) was registered, which is 6.3 thousand m²/ha higher than in the early-ripening group. Similar results were obtained for the area of the upper and subcob leaves. **Conclusions.** The largest total area of leaf surface and leaves of different layers was obtained by double foliar feeding in the phase of 5-7 and 10-12 leaves of corn with microfertilizers Ecolist Mono Zinc and Rostok corn both in comparison with control and with feeding with other fertilizer.

Key words: corn, assimilation surface, foliar feeding, microelements, leaf area, subcob leaf, photosynthesis.

Palamarchuk Vitaliy, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of plant production, selection and bioenergetic crops, Vinnytsia National Agrarian University, 3 Sonyachna st., Vinnytsia, 21008, email: vd-palamarchuk@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4906-3761>

Solomon Alla, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of Food Technology and Microbiology, Vinnytsia National Agrarian University, 3 Sonyachna st., Vinnytsia, 21008, email: Soloalla78@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2982-302X>

Паламарчук В.Д., Соломон А.Н. Исследование формирования площади ассимиляционной поверхности у кукурузы в зависимости от внекорневых подкормок

Цель. Исследовать влияние внекорневых подкормок микроудобрениями, регулятором роста растений и бактериальным препаратом на площадь листовой поверхности и отдельных ярусов листьев гибридов кукурузы различных групп спелости. **Методы.** Наблюдение, сравнение, анализ и синтез, системный анализ и прогноз. Определение площади ассимиляционной поверхности и отдельных ярусов листьев проводили по общепринятым методикам. **Результаты.** Наибольшую площадь листовой поверхности гибридов Харьковский 195 МВ, ДКС 2960 и ДКС 2971, соответственно – 30,1, 27,4 и 31,8 тыс. м² на 1 га в среднем за три года, получено при двукратной внекорневой подкормке препаратом Росток кукуруза. Аналогичные результаты получены при внекорневой подкормке гибридов кукурузы среднеранней и среднеспелой группы, за исключением обработки растений препаратом Вымпел. В группе раннеспелых гибридов общая площадь листовой поверхности в среднем за три года составила 27,0 тыс. м²/га, среднеранних – 31,0 тыс. м²/га, среднеспелых – 33,3 тыс. м²/га, площадь верхнего листа соответственно – 119, 149 и 167 см², площадь прикачанного листа – 485, 585 и 640 тыс. см². То есть в группе раннеспелых гибридов площадь листовой поверхности колебалась в пределах 19,2-35,96 тыс. м²/га, в группе среднеранних гибридов наблюдалось общее повышение площади листовой поверхности (на 4,0 тыс. м²/га) по сравнению с раннеспелой группой, а в группе среднеспелых гибридов отмечено высокое значение площади листовой поверхности (33,3 тыс. м²/га), что на 6,3 тыс. м²/га выше по сравнению с раннеспелой группой. Аналогичные результаты получены с площади верхнего и прикачанного листьев. **Выводы.** Наибольшую общую площадь листовой поверхности и листьев различных ярусов получено при двукратной внекорневой подкормке в фазу 5-7 и 10-12 листьев кукурузы микроудобрениями Еколист Моно Цинк и Росток кукуруза как по сравнению с контролем, так и с подпиткой другими препаратами.

Ключевые слова: кукуруза, ассимиляционная поверхность, внекорневые подкормки, микроэлементы, площадь листьев, прикачанный листок, фотосинтез.

Паламарчук Виталий Дмитриевич, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции и биоэнергетических культур Винницкого национального аграрного университета, 21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, email: vd-palamarchuk@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4906-3761>

Соломон Алла Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры пищевых технологий и микробиологии Винницкого национального аграрного университета, 21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: Soloalla78@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2982-302X>

Стаття надійшла до редакції: 01.10.21

Фахове рецензування: 07.10.21

Бібліографічний опис для цитування:

Паламарчук В.Д., Соломон А.М. Дослідження формування площі асиміляційної поверхні у кукурудзи залежно від позакоренових підживлень. Корми і кормовиробництво. 2021. № 92. С.82-94. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-08>