

УДК 633.15:632.51:632.954:631.811.98

Особливості функціонування фотосинтетичного апарату гібридів кукурудзи залежно від гербіцидного захисту та позакореневого удобрення

Д. М. Козаченко 

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна

Автор для листування: Дмитро Козаченко, herbolohiya@ukr.net

Цитування: Козаченко Д. М. Особливості функціонування фотосинтетичного апарату гібридів кукурудзи залежно від гербіцидного захисту та позакореневого удобрення. *Біоенергетика*. 2026. № 1. С. 101–108. <https://doi.org/10.47414/be.2026.No1.pp101-108>

Мета. Установити особливості формування та функціонування фотосинтетичного апарату середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від системи гербіцидного захисту та позакореневого удобрення, а також оцінити їх вплив на продукційні процеси й формування врожайності зерна в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Польові дослідження проводили у 2023–2025 рр. у ТОВ «Світанок Плюс» (Київська обл.) на сірих лісових опідзолених середньосуглинкових ґрунтах. Схема досліду включала три гібриди кукурудзи ('ДБ Хотин', 'ДМ Стікер', 'KWS Рабатто'), чотири варіанти гербіцидного захисту (контроль без гербіцидів; контроль без бур'янів; Лаудіс + Меро; Стеллар Плюс) та три варіанти позакореневого удобрення (без удобрення; Райкат Фінал; Текамін Брікс + EGROW). Визначали площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність зерна. **Результати.** Установлено істотний вплив гербіцидного захисту та позакореневого удобрення на формування фотосинтетичного апарату кукурудзи. Найнижчі показники площі листової поверхні формувалися на контролі без гербіцидів – 10,5–18,4 тис. м²/га, що супроводжувалося зниженням фотосинтетичного потенціалу до 0,57–1,03 млн м²×дб/га та чистої продуктивності фотосинтезу до 6,62–8,55 г/м² за добу. Ефективне пригнічення бур'янів у варіантах із застосуванням гербіцидів Лаудіс + Меро та Стеллар Плюс забезпечувало істотне збільшення площі листової поверхні до 45,6–52,2 тис. м²/га та підвищення фотосинтетичної активності рослин. Найвищі значення показників отримано у варіанті без бур'янів, де площа листової поверхні досягала 48,0–54,0 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал – 2,50–3,08 млн м²×дб/га, а чиста продуктивність фотосинтезу – 17,15–18,24 г/м² за добу. Позакореневе удобрення позитивно впливало на функціонування листового апарату, причому найефективнішою була комбінація Текамін Брікс + EGROW. Найвищу врожайність зерна серед варіантів із гербіцидним захистом сформував гібрид 'ДМ Стікер' за застосування Стеллар Плюс + Текамін Брікс + EGROW – 10,91 т/га. **Висновки.** Формування та функціонування фотосинтетичного апарату кукурудзи значною мірою залежали від рівня гербіцидного захисту, позакореневого удобрення та біологічних особливостей гібридів. Застосування гербіцидів істотно підвищувало фотосинтетичну активність рослин і продуктивність посівів порівняно з варіантами без контролювання бур'янів. Найефективнішою технологічною моделлю виявилось поєднання гібрида 'ДМ Стікер', гербіциду Стеллар Плюс і позакореневого удобрення Текамін Брікс + EGROW, що забезпечувало найкращі показники фотосинтетичного потенціалу та реалізацію продуктивного потенціалу кукурудзи.

Ключові слова: кукурудза; гібриди; фотосинтетичний апарат; площа листової поверхні; фотосинтетичний потенціал; чиста продуктивність фотосинтезу; гербіцидний захист; позакореневе удобрення; урожайність зерна.

Одержано 23.02.2026 • Погоджено 03.04.2026 • Опубліковано онлайн 18.05.2026



© Автор(и), 2026. Видавець Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Це стаття відкритого доступу, що розповсюджується на умовах ліцензії CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), яка дозволяє використання, розповсюдження та відтворення на будь-яких носіях за умови належного цитування оригінальної роботи.

Вступ

Кукурудза є однією з провідних зернових культур світу з високим потенціалом продуктивності, реалізація якого значною мірою залежить від формування потужного та функціонально активного фотосинтетичного апарату. Площа листової поверхні, фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу визначають інтенсивність накопичення органічної речовини та безпосередньо впливають на формування врожайності зерна. У сучасних дослідженнях підкреслюється, що оптимізація густоти рослин, просторової структури посіву та підтримання функціональної активності листового апарату сприяють ефективнішому використанню світлової енергії, підвищують інтенсивність фотосинтетичних процесів і сповільнюють старіння листків кукурудзи.

Одним із головних чинників, що обмежують фотосинтетичну діяльність рослин кукурудзи, є забур'яненість посівів. Бур'яни конкурують із культурою за світло, вологу та елементи живлення, унаслідок чого зменшуються площа листової поверхні, висота рослин, накопичення сухої речовини та рівень урожайності. Evans et al. [1] встановили, що тривалість конкурентного впливу бур'янів істотно впливає на ріст і розвиток кукурудзи, а негативний ефект особливо посилюється за недостатнього азотного живлення. За таких умов пригнічення ростових процесів супроводжується зниженням ефективності фотосинтезу та погіршенням реалізації продуктивного потенціалу культури.

Важливим елементом сучасних технологій вирощування кукурудзи є застосування післясходових гербіцидів, які забезпечують ефективне зниження бур'янової конкуренції та створюють сприятливі умови для формування фотосинтетичного апарату культури. Ефективність гербіцидного захисту залежить від діючої речовини, спектра бур'янів, фази розвитку культури та погодних умов у період внесення.

Dayan [2] зазначає, що сучасні гербіциди повинні поєднувати високу ефективність проти широкого спектра бур'янів із достатньою селективністю щодо культурних рослин. Особливе значення для захисту посівів кукурудзи мають гербіциди групи інгібіторів HPPD, зокрема темботріон і топразамезон. Їхній механізм дії пов'язаний із порушенням синтезу каротиноїдів у чутливих бур'янів, що спричиняє знебарвлення тканин і припинення росту.

Водночас селективність цих препаратів щодо кукурудзи значною мірою визначається генетичними особливостями гібрида та здатністю рослин швидко детоксикувати діючу речовину. Williams і Pataky [3] встановили, що реакція рослин кукурудзи на темботріон може істотно відрізнятися залежно від генотипу. Дослідження Damalas et al. [4] також підтвердили, що застосування темботріону в бакових сумішах забезпечує ефективний контроль бур'янів за належної селективності до культури. Зменшення рівня забур'яненості сприяє поліпшенню світлового режиму агроценозу, підвищенню доступності ресурсів та підтриманню функціональної активності листового апарату.

Поряд із гербіцидним захистом важливу роль у підтриманні фізіологічного стану рослин кукурудзи відіграє позакореневе удобрення. За даними Brankov et al. [5], реакція кукурудзи на позакореневе внесення добрив залежить від генотипу, а застосування таких препаратів сприяє поліпшенню біометричних показників, елементів структури врожаю та загального фізіологічного стану рослин. Поєднання гербіцидів із позакореневими добривами розглядається як перспективний елемент інтегрованих технологій вирощування, оскільки дає змогу не лише ефективно контролювати бур'яни, а й підтримувати фізіологічну активність культурних рослин. Brankov et al. [6] у дослідженнях інтегрованого застосування гербіцидів і позакореневого удобрення встановили, що позакореневе підживлення може підвищувати толерантність кукурудзи до гербіцидного навантаження.

Окрему увагу в сучасних дослідженнях приділяють використанню біостимуляторів і ріст-регулюючих препаратів як засобів підвищення адаптивності рослин до стресових чинників. Sobiech et al. [7] повідомляють, що післясходове застосування біостимуляторів і ґрунтових поліпшувачів позитивно впливало на ріст, фізіологічні показники та врожайність кукурудзи. Це свідчить про доцільність поєднання гербіцидного захисту з препаратами, здатними підтримувати метаболічну активність рослин і зменшувати негативний вплив стресових факторів.

Отже, аналіз літературних джерел свідчить, що формування фотосинтетичного апарату кукурудзи є результатом комплексної взаємодії генотипу, рівня забур'яненості, ефективності

гербіцидного захисту та системи позакореневого живлення. Найбільш перспективним напрямом підвищення продуктивності культури є поєднання селективного гербіцидного захисту з позакореновими препаратами, які підтримують фізіологічну активність рослин, сприяють збереженню площі листової поверхні та забезпечують ефективнішу реалізацію продуктивного потенціалу кукурудзи.

Мета дослідження – установити особливості формування та функціонування фотосинтетичного апарату середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від системи гербіцидного захисту та позакореневого удобрення, а також оцінити їх вплив на продукційні процеси й формування врожайності зерна в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи дослідження

Польові дослідження виконували впродовж 2023–2025 рр. у ТОВ «Світанок Плюс» (с. Григорівка, Обухівський р-н, Київська обл.). За режимом і кількістю опадів територія господарства належить до зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу. Незважаючи на певні відхилення фактичних погодних умов від середньобогаторічних норм, вони загалом забезпечували сприятливі умови для росту й розвитку кукурудзи.

Ґрунти дослідної ділянки належать до сірих лісових опідзолених, середньосуглинкових на лесовій породі. Вміст гумусу в орному шарі становив 1,6–1,9% (за Тюрнімом), рН сольової витяжки – 5,1–6,0. Гідролітична кислотність перебувала в межах 200–250 мг-екв/кг ґрунту, сума ввібраних основ – 120–160 мг-екв/кг ґрунту. В одному кілограмі ґрунту містилося 100–120 мг легкогідролізованого азоту, 100–140 мг обмінного калію та 100–150 мг рухомого фосфору.

Дослідження проводили за схемою:

Фактор А – гібриди кукурудзи: ‘ДБ Хотин’, ‘ДМ Стікер’, ‘КВС РАБАТО’.

Фактор Б – гербіциди:

1. Контроль – без гербіцидів;
2. Контроль 2 – посіви без присутності бур’янів;
3. Лаудіс, в. г. [ізоксадіфен (антидот), 100 г/кг + темботріон, 200 г/кг], 0,4–0,5 кг/га + Мєро (прилипач), 1,0–2,0 л/га]. Гербіцид системної дії для контролювання однорічних дводольних та злакових бур’янів у посівах кукурудзи.
4. Стеллар Плюс (топрамезон, 50 г/л + дикамба, 160 г/л), 1,25 л/га. Гербіцид системної дії для контролювання одно- та багаторічних злакових і дводольних бур’янів.

Фактор С. Позакореневе удобрення у фазі ВВСН 85 (воскова стиглість)

1. без удобрення;
2. Райкат Фінал Atlantica Agricola, 1,0 л/га;
3. Текамін Брікс, 3 л/га + EGROW, 1,0 л/га.

Облікова площа ділянки становила 50 м², повторність – чотириразова, розміщення ділянок – рендомізоване.

Сівбу виконували сівалкою прямого висіву Massey Ferguson MF 555, агрегатованою з трактором Challenger 8122. Глибина загортання насіння становила 4–5 см, що є оптимальним для формування рівномірних сходів за умов дефіциту вологи, характерного для Правобережного Лісостепу України.

Оптимальна густина сівби – 75–80 тис. шт./га – забезпечувала раціональне використання світлової енергії та запобігала надмірній конкуренції між рослинами, що є важливим для стабільного фотосинтезу та зниження непродуктивних втрат вологи.

Система удобрення складалася з двох етапів. Під передпосівну культивуацію рівномірно по поверхні ґрунту вносили мінеральні добрива в дозі N₁₀₀P₇₀K₇₀, що створювало оптимальний фон живлення на початку вегетації. Додатково, під час сівби, у прикореневу зону вносили N₂₀P₂₀K₂₀, що посилювало стартовий ріст рослин, сприяло формуванню потужної кореневої системи та підвищувало коефіцієнт використання азоту (NUE). Такий підхід дозволяв мінімізувати ризики ранньої конкуренції бур’янів за доступні форми N, а отже – зменшував потенційну емісію N₂O.

До моменту внесення гербіцидів проводили обстеження поля для визначення густоти сходів та первинної сегетальної рослинності. Гербіциди вносили у фазі 2–6 листків культури (ВВСН 12–16) за швидкості вітру до 3–4 м/с у ранкові години. Для забезпечення чистоти

«контролю 2» (посіви без бур'янів) проводили регулярне ручне прополювання через кожні 5–7 днів протягом усього періоду вегетації, що гарантувало повну відсутність сеgetальних видів.

Облік забур'яненості здійснювали у фазі ВВСН 12–17 перед внесенням гербіцидів та повторно – через 21–28 днів після обробки. На кожній ділянці закладали чотири облікові рамки площею 0,25 м², у межах яких визначали загальну кількість бур'янів, видовий склад, співвідношення однорічних і багаторічних форм. Ефективність дії препаратів визначали за зменшенням чисельності бур'янів у порівнянні з контролем.

Оцінювання морфологічних показників рослин кукурудзи проводили у фазах ВВСН 75–85 (налив – повна стиглість). На кожній ділянці вимірювали висоту прикріплення качана (за 20 рослинами), довжину качана, кількість рядів зерен (за 15–20 качанами), визначали масу 1000 зерен методом подвійного зважування наважок по 100 зерен. Урожайність встановлювали на основі суцільного обмолоту ділянки із приведенням вологості зерна до 14%. Експериментальні дослідження проводили згідно з методиками [10–12].

Результати дослідження

Площа листової поверхні є одним із ключових показників формування фотосинтетичного апарату кукурудзи, оскільки саме листки забезпечують накопичення органічної речовини та реалізацію продуктивного потенціалу рослин. Її величина залежить від біологічних особливостей гібрида, рівня конкуренції з боку бур'янів, ефективності гербіцидного захисту та застосування позакореневого удобрення. Тому оцінювання цього показника дає змогу встановити, як досліджувані елементи технології впливають на формування асиміляційної поверхні культури.

За результатами досліджень встановлено, що площа листової поверхні гібридів кукурудзи істотно залежала від системи гербіцидного захисту, позакореневого удобрення та біологічних особливостей гібрида. Найменші показники площі листової поверхні сформувалися у варіанті контроль без гербіцидів, де рослини кукурудзи розвивалися за умов природної забур'яненості. У цьому варіанті площа листової поверхні становила від 10,5 до 18,4 тис. м²/га залежно від гібрида та варіанту позакореневого удобрення. Найбільш пригніченим за формуванням асиміляційної поверхні був гібрид 'KWS Рабат', у якого на контролі без гербіцидів показник становив лише 10,5–11,7 тис. м²/га. Це свідчить про істотний негативний вплив бур'янів на ріст і розвиток листового апарату кукурудзи (табл. 1).

Таблиця 1. Площа листової поверхні гібридів кукурудзи залежно від гербіцидного захисту та позакореневого удобрення, тис. м²/га (середнє за 2023–2025 рр.)

Гібрид	Гербіцидний захист	Без удобрення	Райкат Фінал, 1,0 л/га	Текамін Брікс, 3,0 л/га + EGROW, 1,0 л/га
'ДБ Хотин'	Контроль без гербіцидів	14,8	15,4	15,9
	Контроль без бур'янів	48,0	49,1	49,8
	Лаудіс + Мєро	45,6	46,7	47,4
	Стеллар Плюс	46,3	47,5	48,1
'ДМ Стікер'	Контроль без гербіцидів	17,2	17,9	18,4
	Контроль без бур'янів	52,0	53,2	54,0
	Лаудіс + Мєро	49,4	50,5	51,3
	Стеллар Плюс	50,1	51,4	52,2
'KWS Рабат'	Контроль без гербіцидів	10,5	11,1	11,7
	Контроль без бур'янів	50,0	51,1	51,8
	Лаудіс + Мєро	47,2	48,3	49,0
	Стеллар Плюс	48,0	49,2	49,8

НІР_{0,05} А 0,8; В 1,2; С 0,6; АВ 1,7, АС 1,2, ВС 1,5; АВС 2,1

Найвищі показники площі листової поверхні одержано у варіанті контроль без бур'янів, де рослини не зазнавали конкурентного впливу сеgetальної рослинності. У цьому варіанті площа листової поверхні становила 48,0–54,0 тис. м²/га. Найбільшу асиміляційну поверхню

сформував гібрид 'ДМ Стікер' – 52,0 тис. м²/га без позакореневого удобрення, 53,2 тис. м²/га за внесення Райкат Фінал і 54,0 тис. м²/га за застосування Текамін Брікс + EGROW.

Застосування гербіцидів Лаудіс + Метро та Стеллар Плюс сприяло істотному збільшенню площі листової поверхні порівняно з контролем без гербіцидів. У варіантах із Лаудіс + Метро цей показник становив 45,6–51,3 тис. м²/га, Стеллар Плюс – 46,3–52,2 тис. м²/га. Це свідчить про те, що ефективно пригнічення бур'янів поліпшувало умови освітлення, живлення і вологозабезпечення рослин кукурудзи, що позитивно впливало на формування листового апарату.

Позакореневе удобрення також мало позитивний вплив на площу листової поверхні. Застосування Райкат Фінал забезпечувало приріст показника порівняно з варіантом без удобрення, а найвищі значення формувалися за внесення Текамін Брікс + EGROW. У середньому по варіантах цей препаратний комплекс сприяв кращому збереженню функціональної активності листків і формуванню більшої асиміляційної поверхні.

Серед досліджуваних гібридів найвищою здатністю до формування листової поверхні характеризувався 'ДМ Стікер', який у більшості варіантів перевищував 'ДБ Хотин' і 'KWS Рабатто'. Це свідчить про вищу фізіологічну активність цього гібрида та кращу реалізацію його адаптивного потенціалу за оптимізованих умов гербіцидного захисту і позакореневого удобрення.

Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу є важливими показниками, що характеризують не лише розміри листового апарату, а й ефективність його роботи впродовж вегетації. Вони відображають здатність рослин кукурудзи накопичувати органічну речовину, використовувати сонячну енергію та формувати урожай за різних умов гербіцидного захисту і позакореневого удобрення.

За даними таблиці 2 встановлено, що найнижчі значення фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу формувалися у варіанті контроль без гербіцидів. У цьому варіанті фотосинтетичний потенціал становив лише 0,57–1,03 млн м²×діб/га, а чиста продуктивність фотосинтезу – 6,62–8,55 г/м² за добу. Це свідчить про істотне пригнічення фотосинтетичної діяльності кукурудзи внаслідок конкуренції бур'янів за світло, вологу та елементи живлення.

Таблиця 2. Фотосинтетичний потенціал і чиста продуктивність фотосинтезу гібридів кукурудзи залежно від гербіцидного захисту та позакореневого удобрення (середнє за 2023–2025 рр.)

Гібрид	Гербіцидний захист	Без	Райкат Фінал,	Текамін Брікс, 3,0 л/га
		удобрення	1,0 л/га	+ EGROW, 1,0 л/га
		ФП / ЧПФ		
'ДБ Хотин'	Контроль без гербіцидів	0,77 / 7,45	0,81 / 7,68	0,84 / 7,82
	Контроль без бур'янів	2,50 / 17,15	2,58 / 17,42	2,63 / 17,61
	Лаудіс + Метро	2,37 / 16,58	2,45 / 16,84	2,50 / 17,02
	Стеллар Плюс	2,41 / 16,73	2,49 / 16,98	2,54 / 17,18
'ДМ Стікер'	Контроль без гербіцидів	0,96 / 8,15	1,00 / 8,38	1,03 / 8,55
	Контроль без бур'янів	2,91 / 17,78	3,00 / 18,05	3,08 / 18,24
	Лаудіс + Метро	2,77 / 17,18	2,86 / 17,46	2,93 / 17,66
	Стеллар Плюс	2,81 / 17,35	2,91 / 17,64	2,99 / 17,85
'KWS Рабатто'	Контроль без гербіцидів	0,57 / 6,62	0,61 / 6,84	0,64 / 7,05
	Контроль без бур'янів	2,70 / 17,51	2,78 / 17,76	2,84 / 17,95
	Лаудіс + Метро	2,55 / 16,92	2,62 / 17,18	2,68 / 17,37
	Стеллар Плюс	2,59 / 17,08	2,67 / 17,34	2,73 / 17,56
		НІР _{0,05} А 0,07 / 0,20; В 0,11 / 0,31; С 0,05 / 0,16; АВ 0,16 / 0,43; АС 0,12 / 0,34; ВС 0,14 / 0,40; АВС 0,21 / 0,56		

Примітка. ФП – фотосинтетичний потенціал, млн м²×діб/га; ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу.

Найвищі показники отримано у варіанті контроль без бур'янів, де фотосинтетичний потенціал досягав 2,50–3,08 млн м²×діб/га, а чиста продуктивність фотосинтезу – 17,15–18,24 г/м² за добу. Це характеризує потенційні можливості гібридів кукурудзи за відсутності конкурентного впливу сегетальної рослинності.

Застосування гербіцидів Лаудіс + Мєро та Стеллар Плюс сприяло істотному підвищенню фотосинтетичної активності рослин порівняно з контролем без гербіцидів. Децю вищі показники формувалися за внесення Стеллар Плюс, особливо у поєднанні з позакореневим удобренням Текамін Брікс + EGROW. Серед гібридів найвищими показниками фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу характеризувався 'ДМ Стікер'. У варіанті Стеллар Плюс + Текамін Брікс + EGROW він сформував 2,99 млн м²×дб/га фотосинтетичного потенціалу та 17,85 г/м² за добу чистої продуктивності фотосинтезу. Це свідчить про кращу функціональну активність його листкового апарату та вищу здатність до реалізації продуктивного потенціалу.

Урожайність зерна є інтегральним показником ефективності досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи, оскільки відображає сумарний вплив гібрида, рівня забур'яненості, гербіцидного захисту та позакореневого удобрення. Дані таблиці з дають змогу оцінити, наскільки формування фотосинтетичного апарату пов'язане з реалізацією продуктивного потенціалу гібридів кукурудзи.

За результатами досліджень встановлено, що найнижча урожайність зерна формувалася у варіанті контроль без гербіцидів. У цьому варіанті вона становила лише 0,15–1,03 т/га залежно від гібрида та позакореневого удобрення. Такий рівень продуктивності свідчить про сильне пригнічення рослин кукурудзи бур'янами, які істотно обмежували доступ культури до світла, води, елементів живлення та простору.

Найвищі показники врожайності отримано у варіанті контроль без бур'янів, де продуктивність гібридів становила 9,82–11,08 т/га. Цей варіант характеризує потенційну продуктивність кукурудзи за повного усунення конкурентного впливу сегетальної рослинності. Найвищу врожайність у цьому варіанті сформував гібрид 'ДМ Стікер' – 11,08 т/га за застосування Текамін Брікс + EGROW (табл. 3).

Таблиця 3. Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від гербіцидного захисту та позакореневого удобрення, т/га (середнє за 2023–2025 рр.)

Гібрид	Гербіцидний захист	Без удобрєння	Райкат Фінал, 1,0 л/га	Текамін Брікс, 3,0 л/га + EGROW, 1,0 л/га
'ДБ Хотин'	Контроль без гербіцидів	0,62	0,68	0,71
	Контроль без бур'янів	9,82	10,05	10,18
	Лаудіс + Мєро	8,94	9,18	9,31
	Стеллар Плюс	9,12	9,34	9,47
'ДМ Стікер'	Контроль без гербіцидів	0,92	0,98	1,03
	Контроль без бур'янів	10,74	10,96	11,08
	Лаудіс + Мєро	10,12	10,36	10,49
	Стеллар Плюс	10,47	10,73	10,91
'KWS Рабато'	Контроль без гербіцидів	0,15	0,20	0,24
	Контроль без бур'янів	10,32	10,51	10,69
	Лаудіс + Мєро	9,49	9,62	9,76
	Стеллар Плюс	10,18	10,41	10,62
H _P 0,05 A 0,16; B 0,24; C 0,12; AB 0,35; AC 0,27; BC 0,31; ABC 0,46				

Застосування гербіцидів Лаудіс + Мєро та Стеллар Плюс забезпечувало істотне підвищення врожайності порівняно з контролем без гербіцидів. У варіантах із Лаудіс + Мєро врожайність становила 8,94–10,49 т/га, а Стеллар Плюс – 9,12–10,91 т/га. Децю вищі показники продуктивності формувалися за внесення Стеллар Плюс, що свідчить про його кращу ефективність у системі захисту посівів кукурудзи від бур'янів.

Позакореневе удобрення позитивно впливало на врожайність зерна. Застосування Райкат Фінал забезпечувало помірне підвищення продуктивності, тоді як найвищі показники формувалися за внесення Текамін Брікс + EGROW. Це свідчить про доцільність використання позакореневого удобрення у фазі ВВСН 85 для підтримання фізіологічної активності рослин і поліпшення наливу зерна.

Серед досліджуваних гібридів найвищою продуктивністю характеризувався 'ДМ Стікер'. У варіанті Стеллар Плюс + Текамін Брікс + EGROW його урожайність становила 10,91 т/га, що було найбільшим показником серед варіантів із застосуванням гербіцидного захисту.

Отже, найкраще поєднання технологічних елементів для формування врожайності зерна кукурудзи забезпечувало застосування Стеллар Плюс у поєднанні з Текамін Брікс + EGROW. Найвищу реалізацію продуктивного потенціалу за цих умов мав гібрид 'ДМ Стікер', що узгоджується з його вищими показниками площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу.

Висновки

Формування фотосинтетичного апарату кукурудзи істотно залежало від гібрида, гербіцидного захисту та позакореневого удобрення. Найменші показники площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу й чистої продуктивності фотосинтезу отримано на контролі без гербіцидів.

За відсутності гербіцидного захисту площа листкової поверхні становила лише 10,5–18,4 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал – 0,57–1,03 млн м²×дїб/га, що свідчить про сильне пригнічення рослин бур'янами. Застосування гербіцидів Лаудіс + Метро та Стеллар Плюс забезпечувало істотне поліпшення фотосинтетичної діяльності кукурудзи. Деякі вищі показники формувалися за внесення Стеллар Плюс. Позакореневе удобрення позитивно впливало на функціональний стан рослин. Найкращий ефект забезпечувала комбінація Текамін Брікс + EGROW. Найвищими показниками фотосинтетичної активності та урожайності характеризувався гібрид 'ДМ Стікер'. За поєднання Стеллар Плюс + Текамін Брікс + EGROW урожайність становила 10,91 т/га.

Найбільш ефективною технологічною моделлю було поєднання гібрида 'ДМ Стікер', гербіцидного захисту Стеллар Плюс і позакореневого удобрення Текамін Брікс + EGROW, що забезпечувало краще функціонування фотосинтетичного апарату та реалізацію продуктивного потенціалу кукурудзи.

Список використаної літератури

1. Evans, S. P., Knezevic, S. Z., Lindquist, J. L., & Shapiro, C. A. (2003). Influence of nitrogen and duration of weed interference on corn growth and development. *Weed Science*, 51(4), 546–556. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2003\)051\[0546:IONADO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0546:IONADO]2.0.CO;2)
2. Dayan, F. E. (2019). Current status and future prospects in herbicide discovery. *Plants*, 8(9), Article 341. <https://doi.org/10.3390/plants8090341>
3. Williams, M. M., & Pataky, J. K. (2008). Genetic basis of sensitivity in sweet corn to tembotrione. *Weed Science*, 56(3), 364–370. <https://doi.org/10.1614/WS-07-149.1>
4. Chhokar, R., Gill, S., Sharma, R., & Singh, G. (2020). Tank-mix application of p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD) inhibiting herbicide (mesotrione, tembotrione or topramezone) with atrazine improves weed control in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Research in Weed Science*, 3(4), 556–581. <https://doi.org/10.26655/jrweedsci.2020.4.9>
5. Brankov, M., Simić, M., Dolijanović, Ž., Rajković, M., Mandić, V., & Dragičević, V. (2020). The response of maize lines to foliar fertilizing. *Agriculture*, 10(9), Article 365. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090365>
6. Brankov, M., Simić, M., Dolijanović, Ž., Rajković, M., Mandić, V., & Dragičević, V. (2020). Integrated effects of herbicides and foliar fertilizer on corn inbred line. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80(1), 50–60. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000100050>
7. Sobiech, Ł., Grzanka, M., Idziak, R., & Blecharczyk, A. (2025). The effect of post-emergence application of biostimulants and soil amendments in maize cultivation on the growth and yield of plants. *Plants*, 14(9), Article 1274. <https://doi.org/10.3390/plants14091274>
8. Prysiazhniuk, O. I., Klymowych, N. M., Polunina, O. V., Yevchuk, Ya. V., Tretiakova, S. O., Kononenko, L. M., Voitovska, V. I., & Mykhailovyn, Yu. M. (2021). *Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technologies*. Nilan-LTD. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-927-2>
9. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (Eds.). (2014). *Methods of research in beet growing*. FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
10. Trybel, S. O. (Ed.). (2001). *Methods of testing and applying pesticides* (pp. 174–175). Svit. [In Ukrainian]

Functioning of the maize photosynthetic apparatus as affected by herbicide protection and foliar application of fertilisers

D. M. Kozachenko

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine

Corresponding author: Dmytro Kozachenko, herbolohiya@ukr.net

Citation: Kozachenko, D. M. (2026). Functioning of the maize photosynthetic apparatus as affected by herbicide protection and foliar application of fertilisers. *Bioenergy*, 1, 101–108. <https://doi.org/10.47414/be.2026.No1.pp101-108>

Aim. To determine the characteristics of the formation and functioning of the photosynthetic apparatus of medium-early maize hybrids under different systems of herbicide protection and foliar application of fertilisers, and to assess the influence of the herbicide protection and foliar dressing on production processes and grain yield formation the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** Field experiments were conducted in 2023–2025 at Svitanok Plus LLC (Kyiv region) on grey forest podzolic medium-loam soils. The experimental design included three maize hybrids ('DB Khotyn', 'DM Stiker', 'KWS Rabato'), four herbicide protection treatments (control without herbicides; weed-free control; Laudis + Mero; Stellar Plus), and three foliar dressing options (no fertilisation; Raikat Final; Tekamin Brix + EGROW). Measurements included leaf area, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity, and grain yield. **Results.** Herbicide protection and foliar fertilisation had a significant effect on the formation of the maize photosynthetic apparatus. The lowest leaf area values, ranging from 10.5 to 18.4 thousand m²/ha were recorded in the untreated control accompanied by a reduction in photosynthetic potential to 0.57–1.03 million m²·days/ha and net photosynthetic productivity to 6.62–8.55 g/m² per day. Effective weed suppression in the treatments with Laudis + Mero and Stellar Plus ensured a substantial increase in leaf area to 45.6–52.2 thousand m²/ha and enhanced photosynthetic activity. The highest values were obtained in the weed-free control, where leaf area reached 48.0–54.0 thousand m²/ha, photosynthetic potential 2.50–3.08 million m²·days/ha, and net photosynthetic productivity 17.15–18.24 g/m² per day. Foliar fertilisation positively influenced leaf apparatus functioning, with the most effective combination being Tekamin Brix + EGROW. The highest grain yield among the herbicide protection treatments (10.91 t/ha) was achieved by the hybrid 'DM Stiker' with Stellar Plus + Tekamin Brix + EGROW. **Conclusions.** The formation and functioning of the maize photosynthetic apparatus largely depended on the level of herbicide protection, foliar application of fertilisers, and the biological characteristics of the hybrids. Herbicide application significantly increased photosynthetic activity and crop productivity compared with the treatments without weed control. The most effective technological model was the combination of the hybrid 'DM Stiker', the herbicide Stellar Plus, and foliar fertilisation with Tekamin Brix + EGROW, which ensured the best photosynthetic potential indicators and the realisation of the productive potential of maize.

Keywords: maize; hybrids; photosynthetic apparatus; leaf area; photosynthetic potential; net photosynthetic productivity; herbicide protection; foliar application of fertilisers; grain yield.

ORCID

Дмитро Козаченко / Dmytro Kozachenko

<https://orcid.org/0000-0002-5502-7628>