

УДК 631.84:633.15

Особливості формування фотосинтетичних параметрів посівів кукурудзи залежно від впливу елементів технології вирощування

А. І. Кривенко, М. М. Марткоплішвілі

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України, вул. Маяцька дорога, 24, смт Хлібодарське, Біляївський р-н, Одеська обл., 67667, Україна

Мета. Встановити особливості формування фотосинтетичних параметрів посівів кукурудзи залежно від агротехнологічних заходів у Південно-Степовому регіоні України. **Методи.** Польові та лабораторні методи досліджень та статистичні методи – описова статистика та дисперсійний аналіз. **Результати.** Площа листя під час вегетації кукурудзи зростала і максимальною була у фазу цвітіння качана кукурудзи в порівнянні з іншими фазами росту та розвитку і становила в середньому 37,35 тис. м²/га, а от кращі показники були за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреазы (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотакс – 39,52 тис. м²/га та Айдамін комплексний – 40,23 тис. м²/га. Також встановлено, що на формування сухої речовини впливали фактори досліду. Так, в цілому за вегетаційний період кукурудзи за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреазы (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Амінотакс 1 л/га накопичено 9,79 т/га, та Айдамін комплексний 2 л/га – 10,11 т/га сухої речовини за 7,51 т/га на контрольному варіанті. Максимальний фотосинтетичний потенціал по досліду ідентифікований в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качана. Встановлено, що кращі значення ФП були на варіантах використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреазы (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Амінотакс 1 л/га – 0,99 тис. м²/га, а на варіанті Айдамін комплексний 2 л/га відповідно 1,00 тис. м²/га. **Висновки.** Активізація ростових процесів, викликана застосуванням позакореневого підживлення, сприяла формуванню кращих показників чистої продуктивності фотосинтезу в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качанів. А от у фазу від молочної стиглості до повної стиглості зерна кукурудзи на фоні кращих значень, сформованих за дії фактору застосування інгібітора уреазы (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), знівелювався вплив позакореневого підживлення.

Ключові слова: рослинні рештки; основне удобрення; позакореневе підживлення; деструктор; інгібітор нітрифікації.

Вступ

Кукурудза є доволі цікавою модельною культурою, вирощування якої дозволяє ефективно спостерігати за питаннями збереження доступного рослинам азоту за застосування мінерального живлення.

Так, в працях інших дослідників визначено, що до фази 8 листків рослинами кукурудзи з ґрунту поглинається всього лише до 2 % від загального за вегетацію споживання азоту, лише до 1 % потреби фосфору та всього 4 % калію.

Такі мінімальні потреби рослин на початкових етапах росту та розвитку накладають свої обмеження й на систему живлення. Адже вона повинна забезпечувати рослини кукурудзи в елементах живлення в будь-якій фазі їх росту та розвитку, однак існуючі агротехнології не в повній мірі відповідають вимогам рослин кукурудзи. Так, практика застосування значних норм азотних добрив не виправдана в основне внесення або ж навесні за рахунок тривалого періоду пониженої потреби в них, а от під час вегетації підживити рослини азотом у великих кількостях не так і просто, особливо в умовах Одеського регіону з значною кількістю повітряних або ґрунтових посух.

Кривенко А. І., Марткоплішвілі М. М. Особливості формування фотосинтетичних параметрів посівів кукурудзи залежно від впливу елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*. 2020. № 8. doi: <https://doi.org/10.47414/na.8.2020.230582>.

Споживання елементів живлення рослинами кукурудзи, починаючи з фази 7–10 листків, істотно активізується, і вони споживають уже 18 % від загального обсягу, необхідного їм за вегетацію азоту.

В подальшому спостерігається ще більша активність споживання азоту і рослини в проміжок часу від викидання волоті до кінця цвітіння засвоюють ще додатково 70 % від загального обсягу азоту, необхідного для їх росту та розвитку. А отже, у випадку формування незначного потенціалу продуктивності мова може йти про 50–60 кг/га, а коли технологія орієнтована на значні рівні урожайності – то більше 100 кг/га потрібно мати доступного рослинам азоту.

А тому важливо не тільки визначити активізацію ростових процесів, викликану кращим забезпеченням рослин кукурудзи азотом, а й встановити на скільки і в якому напрямку за поліпшення живлення рослин змінюються параметри фотосинтетичної продуктивності посівів [7–9].

Мета досліджень – визначити показники фотосинтетичних параметрів посівів кукурудзи залежно від агротехнологічних заходів у Південно-Степовому регіоні України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводились в умовах Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України, яка розташована в зоні Південного Степу біля м. Одеса на чорноземах південних важкосуглинкових в 2018–2019 роках за такою схемою:

Схема досліду з визначення ефективних прийомів збереження азоту в ґрунті та його раціонального використання

№	Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення
1			Карбамід 14 кг/га
2		N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміномакс 1 л/га
3	Солома 7 т/га +		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га
4	25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), 1,24 л/м ³	Карбамід 14 кг/га
5			Карбамід 14 кг/га + Аміномакс 1 л/га
6			Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га
7			Карбамід 14 кг/га
8	Солома 7 т/га +	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміномакс 1 л/га
9	25 кг/га азоту +		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га
10	деструктор «СтимОрганік»	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), 1,24 л/м ³	Карбамід 14 кг/га
11	2 л/га		Карбамід 14 кг/га + Аміномакс 1 л/га
12			Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га

Повторність чотирикратна, площа елементарної посівної ділянки – 75 м², облікової – 50 м².

Солому пшениці озимої обробляли розчином карбаміду, а на відповідних варіантах досліду і з розчиненим в ньому деструктором «СтимОрганік», а вже потім заробляли в ґрунт.

Підживлення карбамідом виконували у фазу 7 листків, на визначених варіантах досліду додавали Аміномакс з розрахунку 1 л/га або Айдамін комплексний з розрахунку 2 л/га.

Ґрунт дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний легкосуглинкового гранулометричного складу. Глибина гумусного горизонту становить 90–110 см, а от вміст гумусу складає 3,6–3,8 %. Реакція ґрунтового розчину слабокисла, близька до нейтральної з рН 6,2–6,5. Ступінь насичення основами ґрунтового розчину 90–98 %. Сума поглинутих основ складає 18,9–19 мг-екв на 100 г ґрунту. Вміст азоту мінеральних сполук в орному шарі ґрунту коливається в межах від 2,8 до 3,5 мг на 1000 г ґрунту, фосфору 40–50 мг на 1000 г ґрунту і калію 76–79 мг на 1000 г ґрунту.

Показники фотосинтетичного потенціалу рослин кукурудзи визначали за формулою:

$$\text{ФП} = (L_1 + L_2) / (2 \times 1000) \times T,$$

де L_1, L_2 – площа листкової поверхні у відповідні фази розвитку, тис. м²/га;

T – тривалість міжфазного періоду, діб.

Значення чистої продуктивності фотосинтезу посівів кукурудзи розраховували за формулою:

$$\text{ЧПФ} = (B_1 - B_2) / 0,5 (L_1 + L_2) T \times 100,$$

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м² за добу;
 В₁, В₂ – маса рослин на початку і в кінці облікового періоду, т/га;
 Л₁, Л₂ – площа листової поверхні у фази розвитку, тис. м²/га;
 Т – тривалість міжфазного періоду, діб.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили із застосуванням дисперсійного методу з використанням прикладної комп'ютерної програми Statistica-6 [10].

Результати досліджень

Досліджено, що в умовах Одеського регіону у фазу повних сходів середня площа листової поверхні кукурудзи була доволі невеликою і становила 0,88 тис. м²/га, а між варіантами досліду не було ідентифіковано достовірних відхилень досліджуваного показника (табл. 1).

Таблиця 1

**Площа листя рослин кукурудзи залежно від факторів впливу, тис. м²/га
(середнє за 2018–2020 рр.)**

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Фаза розвитку					
			сходи	7-й листок	15-й листок	Цвітіння качана	Молочна стиглість	Повна стиглість
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,91	6,04	26,23	35,10	34,00	26,35
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	0,87	6,05	26,49	35,49	34,34	26,61
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,84	6,07	26,81	35,95	34,75	26,93
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,86	6,10	27,03	36,00	35,26	27,05
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	0,88	6,09	27,36	36,47	35,68	27,37
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,87	6,11	27,74	37,02	36,18	27,76
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,89	6,14	27,20	37,20	36,78	28,54
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	0,90	6,15	27,61	37,80	37,33	28,97
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,92	6,17	28,08	38,48	37,97	29,46
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,88	6,20	28,05	38,90	37,92	29,65
		Карбамід 14 кг/га + Аміносах 1 л/га	0,89	6,18	28,50	39,52	38,53	30,12
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,87	6,23	29,01	40,23	39,22	30,67
HP _{0,05}			0,11	0,18	0,78	1,10	1,24	1,15

Аналогічно ростовим процесам зі збільшення висоти надземної частини рослини кукурудзи на початкових етапах повільно формують площу листя, тому у фазу 7-х листків їх площа в середньому була 6,13 тис. м²/га, а от відхилення параметрів у бік формування кращих показників спостережено за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га 6,14–6,23 тис. м²/га, коли варіанти без даного фактору впливу мали варіювання показника в межах 6,04–6,11 тис. м²/га.

У фазу формування рослинами кукурудзи 15-го листка уже були застосовані усі елементи технології вирощування, досліджувані нами, а тому вони вносили свій вклад в формування площі листової поверхні. Так, визначено, що за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Аміносах забезпечувало площу листя на рівні 28,50 тис. м²/га, а за внесення Айдамін комплексний 29,01 тис. м²/га відповідно.

У фазу цвітіння качана площа листя рослин кукурудзи була максимальною по фазах росту та розвитку і становила в середньому 37,35 тис. м²/га, а от кращими варіантами по розвитку рослин

були ті, на яких застосовували деструктори, інгібітори нітрифікації та позакореневе підживлення Аminoтах – 39,52 тис. м²/га та Айдамін комплексний – 40,23 тис. м²/га.

У фазу молочної стиглості площа листя рослин кукурудзи знизилась незначно і в середньому по досліді була 36,50 тис. м²/га, що свідчить про підтримку рослинами певного рівня фотосинтетичного апарату, без збільшення його. Відповідно і закономірності, визначені в попередній період вегетації рослин, збереглись.

У фазу повної стиглості спостерігалось поступове відмирання листків на рослинах кукурудзи, а тому середня площа листя по досліді зменшилась до рівня 28,9 тис. м²/га.

Робота фотосинтетичного апарату впливала на накопичення сухої речовини рослинами кукурудзи залежно від факторів досліді (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка накопичення сухої речовини рослинами кукурудзи залежно від факторів впливу, т/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Фаза розвитку					
			сходи	7-й листок	15-й листок	Цвітіння качана	Молочна стиглість	Повна стиглість
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,04	0,49	2,41	5,35	5,95	7,51
		Карбамід 14 кг/га + Аminoтах 1 л/га	0,06	0,57	2,41	5,49	6,10	7,72
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,06	0,48	2,56	5,74	6,38	8,02
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,06	0,51	2,81	6,21	6,90	8,70
		Карбамід 14 кг/га + Аminoтах 1 л/га	0,06	0,66	2,88	6,43	7,15	9,00
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,06	0,72	2,86	6,67	7,41	9,32
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,06	0,60	2,60	5,85	6,50	8,20
		Карбамід 14 кг/га + Аminoтах 1 л/га	0,06	0,55	2,54	6,02	6,69	8,45
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,07	0,61	2,86	6,24	6,93	8,73
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреази (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,08	0,57	2,91	6,76	7,51	9,47
		Карбамід 14 кг/га + Аminoтах 1 л/га	0,07	0,69	2,94	6,99	7,77	9,79
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,70	3,09	7,21	8,01	10,11
НІР _{0,05}			0,01	0,08	0,12	0,23	0,30	0,33

Визначення показників накопичення сухої речовини на ранніх етапах росту та розвитку кукурудзи показало, що на час повних сходів утворювались мінімальні її параметри, не залежні від впливу факторів досліді. А от у фазу утворення 7 листків в середньому по досліді уже було сформовано 0,60 т/га сухої речовини.

У фазу формування на рослинах кукурудзи 15 листків в середньому по досліді формувалось 2,74 т/га сухої речовини, і нами було відмічено закономірності зміни цього показника. Так, максимум накопичення було спостережено за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреази (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Аminoтах 1 л/га – 2,94 т/га, та Айдамін комплексний 2 л/га – 3,09 т/га відповідно.

Активізація росту та розвитку рослин кукурудзи в проміжок часу від формування 15-ти листків до цвітіння качанів призводить до того, що формується на час набуття останньої фази 6,25 т/га сухої речовини, а кращі значення спостережено на аналогічних попередньому періоду варіантах досліді – 6,99 т/га та 7,21 т/га відповідно.

У фазу молочної стиглості рослини кукурудзи продовжили активно накопичувати суху речовину та в середньому по досліді сформували її на рівні 6,94 т/га, а у фазу повної стиглості – 8,75 т/га. Відповідно за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреазы (нітрифікації) Стабілурен (Stabilugen 30) та позакореневим підживленням Аміномах 1 л/га накопичено 9,79 т/га, та Айдамін комплексний 2 л/га – 10,11 т/га сухої речовини за 7,51 т/га на контрольному варіанті.

Отже, фактори збереження азоту сприяли його кращій доступності рослинам кукурудзи та формуванню ними вищого рівня продуктивності і відповідно накопиченню сухої речовини впродовж вегетації.

Важливим питанням визначення ефективності фотосинтетичної діяльності рослин залишається встановлення фотосинтетичного потенціалу кукурудзи залежно від факторів досліді (табл. 3).

Таблиця 3

Фотосинтетичний потенціал кукурудзи залежно від факторів впливу, тис. м²/га (середнє за 2018–2020 рр.)

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Міжфазний період				
			повні сходи – 7 листків	7 листків – 15 листків	15 листків – цвітіння качанів	цвітіння качанів – молочна стиглість	молочна стиглість – повна стиглість
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреазы (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,08	0,24	0,89	0,79	0,36
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,08	0,24	0,90	0,80	0,40
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,25	0,91	0,81	0,40
		Карбамід 14 кг/га	0,08	0,25	0,91	0,82	0,37
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреазы (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,08	0,25	0,93	0,83	0,41
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,25	0,94	0,84	0,42
		Карбамід 14 кг/га	0,08	0,25	0,93	0,85	0,39
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,08	0,25	0,95	0,86	0,43
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреазы (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,26	0,97	0,88	0,44
		Карбамід 14 кг/га	0,08	0,26	0,97	0,88	0,41
		Карбамід 14 кг/га + Аміномах 1 л/га	0,08	0,26	0,99	0,90	0,45
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреазы (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,08	0,26	1,00	0,91	0,45
		Карбамід 14 кг/га	0,08	0,26	1,00	0,91	0,45

Встановлення показників фотосинтетичного потенціалу рослин кукурудзи в міжфазний період повні сходи – формування 7-ми листків показує нам, що на ранніх етапах розвитку рослин фактори досліді не впливають на формування даного параметра. Аналогічно, в міжфазний період від формування 7-ми листків до утворення 15 листків кукурудзи в досліді значення фотосинтетичного потенціалу змінювались в межах 0,24–0,26 тис. м²/га, що доволі неістотно з точки зору варіабельності змін показника.

А от у міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качана фотосинтетичний потенціал кукурудзи зріс до максимальних в досліді значень та на варіантах використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреазы (нітрифікації) Стабілурен

(Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Аminoтах 1 л/га було спостережено ФП – 0,99 тис. м²/га, а на варіанті Айдамін комплексний 2 л/га відповідно 1,00 тис. м²/га.

У міжфазний період від цвітіння до молочної стиглості зерна кукурудзи нами було спостережено також хороші параметри фотосинтетичного потенціалу посівів кукурудзи в умовах досліду. Причому кращі значення аналогічно попередньому періоду були за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Аminoтах 1 л/га – 0,90 тис. м²/га, а на варіанті Айдамін комплексний 2 л/га відповідно 0,91 тис. м²/га.

У проміжку часу від молочної стиглості до повної стиглості кукурудзи фотосинтетичний потенціал знижувався та в середньому по досліді був на рівні 0,41 тис. м²/га. Аналогічно попередньому періоду кращі параметри фотосинтетичного потенціалу були за використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреаз (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Аminoтах 1 л/га – 0,45 тис. м²/га, а на варіанті Айдамін комплексний 2 л/га відповідно 0,45 тис. м²/га.

Наступним питанням ефективності накопичення сухої речовини є визначення чистої продуктивності фотосинтезу кукурудзи залежно від факторів досліду (табл. 4).

Таблиця 4

Чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи залежно від факторів впливу, г/м² за добу (середнє за 2018–2020 рр.)

Заорювання рослинних решток	Основне удобрення	Позакореневе підживлення	Міжфазний період				
			повні сходи – 7 листків	7 листків – 15 листків	15 листків – цвітіння качанів	цвітіння качанів – молочна стиглість	молочна стиглість – повна стиглість
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,6	7,9	3,3	0,7	4,3
		Карбамід 14 кг/га + Аminoтах 1 л/га	0,6	7,5	3,4	0,8	4,1
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,5	8,4	3,5	0,8	4,1
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,6	9,3	3,7	0,8	4,8
		Карбамід 14 кг/га + Аminoтах 1 л/га	0,7	8,8	3,8	0,9	4,5
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,8	8,4	4,1	0,9	4,6
Солома 7 т/га + 25 кг/га азоту + деструктори	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ без інгібіторів уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,7	8,0	3,5	0,8	4,3
		Карбамід 14 кг/га + Аminoтах 1 л/га	0,6	7,8	3,7	0,8	4,1
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,7	8,8	3,5	0,8	4,1
	N ₁₄₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀ інгібітор уреаз (нітрифікації)	Карбамід 14 кг/га	0,6	9,1	4,0	0,9	4,8
		Карбамід 14 кг/га + Аminoтах 1 л/га	0,8	8,6	4,1	0,9	4,5
		Карбамід 14 кг/га + Айдамін комплексний 2 л/га	0,8	9,0	4,1	0,9	4,6

Вивчення особливостей формування чистої продуктивності фотосинтезу рослин на початкових періодах росту та розвитку (міжфазний період повні сходи – формування 7-ми листків) дозволило встановити низьку інтенсивність накопичення сухої речовини на рівні 0,6–0,8 г/м² за добу.

У міжфазний період від 7-ми листків до формування 15-ти листків в рослин кукурудзи кращі показники чистої продуктивності фотосинтезу були спостережені на варіанті застосування інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) на варіантах без або з застосуванням в минулому році деструктора «СтимОрганік» та за умови позакореневого підживлення рослин карбамідом 14 кг/га – 9,1 та 9,3 г/м² за добу відповідно.

Активізація ростових процесів, викликана застосуванням позакореневого підживлення, сприяла перерозподілу показників чистої продуктивності фотосинтезу в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качанів. За результатами досліджень визначено, що позакореневе підживлення Амінотак 1 л/га та Айдамін комплексний 2 л/га сприяло формуванню кращих значень чистої продуктивності фотосинтезу на варіанті застосування інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) як на варіантах без або з внесенням в минулому році деструктора «СтимОрганік».

У фазу від цвітіння до молочної стиглості кукурудзи показники чистої продуктивності фотосинтезу істотно зменшились порівняно з попереднім періодом. Що пов'язано не тільки з тривалістю даного періоду, а й тим, що в даний проміжок часу відбувається перерозподіл накопичених рослинами запасних поживних речовин та цвітіння і формування зерна. А отже, визначено, що варіанти застосування інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) в поєднанні з позакореневим підживленням Амінотак та Айдамін комплексний істотно відрізнялись в кращу сторону за даним показником: 3,8–4,1 г/м² за добу та 4,1–4,1 г/м² за добу відповідно.

У проміжку часу від молочної стиглості до повної стиглості зерна кукурудзи показники чистої продуктивності фотосинтезу зросли. Водночас на фоні кращих значень, сформованих за дії фактору застосування інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), знівелювався вплив позакореневого підживлення.

Висновки

Досліджено, що площа листя у фазу цвітіння качана кукурудзи була максимальною по фазах росту та розвитку і становила в середньому 37,35 тис. м²/га, а от кращі показники були за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га, інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневого підживлення Амінотак – 39,52 тис. м²/га та Айдамін комплексний – 40,23 тис. м²/га.

Досліджено, що на формування сухої речовини впливали фактори досліду. Так, в цілому за вегетаційний період кукурудзи за застосування деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Амінотак 1 л/га накопичено 9,79 т/га, та Айдамін комплексний 2 л/га – 10,11 т/га сухої речовини за 7,51 т/га на контрольному варіанті.

Визначено, що максимальний фотосинтетичний потенціал по досліду ідентифікований у міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качана. Встановлено, що кращі значення ФП були на варіантах використання деструктора «СтимОрганік» 2 л/га в поєднанні з інгібітором уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30) та позакореневим підживленням Амінотак 1 л/га – 0,99 тис. м²/га, а на варіанті Айдамін комплексний 2 л/га відповідно 1,00 тис. м²/га.

Активізація ростових процесів, викликана застосуванням позакореневого підживлення, сприяла формуванню кращих показників чистої продуктивності фотосинтезу в міжфазний період від формування 15-ти листків до цвітіння качанів. А от у фазу від молочної стиглості до повної стиглості зерна кукурудзи на фоні кращих значень, сформованих за дії фактору застосування інгібітора уреазі (нітрифікації) Стабілурен (Stabiluren 30), знівелювався вплив позакореневого підживлення.

Використана література

1. Zhao B. P., Ma B. L., Hu Y. G., Liu J. H. Leaf Photosynthesis, Biomass Production and Water and Nitrogen Use Efficiencies of Two Contrasting Naked Vs. Hulled Oat Genotypes Subjected to Water and Nitrogen Stresses. *Plant Nutr.* 2011. Vol. 34. P. 2139–2157. doi: 10.1080/01904167.2011.618574
2. Ma B. L., Wu T. Y., Tremblay N. et al. Rate and timing effects of fertilizer nitrogen application to corn on ammonia volatilization in cool and humid regions. *Agron. J.* 2010. Vol. 102. P. 134–144. doi: 10.2134/agronj2009.0021

3. Chen W., Hou Z., Wu L. et al. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. *Plant Soil*. 2010. Vol. 326. P. 61–73. doi: 10.1007/s11104-008-9881-0
4. Cesar M. C., Sadras V. O. Water–Nitrogen Colimitation in Grain Crop. *Adv. Agron.* 2018. Vol. 5. P. 231–247.
5. Shenker M., Ben-Gal A., Shani U. Sweet corn response to combined nitrogen and salinity environmental stress. *Plant Soil*. 2003. Vol. 256. P. 139–147. doi: 10.1023/A:1026274015858
6. Akram M., Ashraf M. Y., Jamil M. et al. Nitrogen application improves gas exchange characteristics and chlorophyll fluorescence in maize hybrids under salinity conditions. *Russ. J. Plant Physiol.* 2011. Vol. 58. P. 394–401. doi: 10.1134/S1021443711030022
7. Vermeulen S. J., Aggarwal P. K., Ainslie A. et al. Options for support to agriculture and food security under climate change. *Environmental Science and Policy*. 2012. Vol. 5. P. 136–144.
8. Gaffney J., Schussler J., Löffler C. et al. Industry-scale evaluation of maize hybrids selected for increased yield in drought-stress conditions of the US corn belt. *Crop Sci.* 2015. Vol. 55. P. 1608–1618.
9. Nemali K. S., Bonin C., Dohleman F. et al. Physiological responses related to increased grain yield under drought in the first biotechnology-derived drought-tolerant maize. *Plant Cell Environ.* 2015. Vol. 38. P. 1866–1880.
10. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.

References

1. Zhao, B. P., Ma, B. L., Hu, Y. G., & Liu, J. H. (2011). Leaf Photosynthesis, Biomass Production and Water and Nitrogen Use Efficiencies of Two Contrasting Naked Vs. Hulled Oat Genotypes Subjected to Water and Nitrogen Stresses. *Plant Nutr.*, 34, 2139–2157. doi: 10.1080/01904167.2011.618574
2. Ma, B. L., Wu, T. Y., Tremblay, N., Deen, W., McLaughlin, N. B., Morrison, M. J., & Stewart, G. (2010). Rate and timing effects of fertilizer nitrogen application to corn on ammonia volatilization in cool and humid regions. *Agron. J.*, 102, 134–144. doi: 10.2134/agronj2009.0021
3. Chen, W., Hou, Z., Wu, L., Liang, Y., & Wie, C. (2010). Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. *Plant Soil*, 326, 61–73. doi: 10.1007/s11104-008-9881-0
4. Cesar, M. C., & Sadras, V. O. (2018). Water–Nitrogen Colimitation in Grain Crop. *Adv. Agron.*, 5, 231–247.
5. Shenker, M., Ben-Gal, A., & Shani, U. (2003). Sweet corn response to combined nitrogen and salinity environmental stress. *Plant Soil*, 256, 139–147. doi: 10.1023/A:1026274015858
6. Akram, M., Ashraf, M. Y., Jamil, M., Iqbal, R. M., Nafees, M., & Khan, M. A. (2011). Nitrogen application improves gas exchange characteristics and chlorophyll fluorescence in maize hybrids under salinity conditions. *Russ. J. Plant Physiol.*, 58, 394–401. doi: 10.1134/S1021443711030022
7. Vermeulen, S. J., Aggarwal, P. K., & Ainslie, A. (2012). Options for support to agriculture and food security under climate change. *Environmental Science and Policy*, 15, 136–144.
8. Gaffney, J., Schussler, J., Löffler, C., Cai, W., Paszkiewicz, S., Messina, C., Groeteke, J., Keaschall, J., & Cooper, M. (2015). Industry-scale evaluation of maize hybrids selected for increased yield in drought-stress conditions of the US corn belt. *Crop Sci.*, 55, 1608–1618.
9. Nemali, K. S., Bonin, C., Dohleman, F., Stephen, M., Reeves, W., Nelson, D., & Castiglioni, P. (2015). Physiological responses related to increased grain yield under drought in the first biotechnology-derived drought-tolerant maize. *Plant Cell Environ.*, 38, 1866–1880.
10. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0* [Statistical analysis of agronomic research data in package Statistica 6.0]. Kyiv: PolygraphConsalting. [in Ukrainian]

UDC 631.84:633.15

Kryvenko, A. I., & Martkoplshvili, M. M. (2020). Peculiarities of corn yield formation depending on the influence of elements of growing technology. *Novitni agrotehnologii* [Advanced Agritechnologies], 8. doi: <https://doi.org/10.47414/na.8.2020.230582>. [in Ukrainian]

Odesa State Agricultural Research Station, NAAS of Ukraine, 24 Maiatska doroha St., Khibodarske, Biliavskiy district, Odesa region, 67667, Ukraine

Purpose. To establish the peculiarities of the photosynthetic parameters formation of corn crops depending on agro-technological practices in the South-Steppe region of Ukraine. **Methods.** Field and laboratory research methods and statistical methods, such as descriptive statistics and analysis of variance. **Results.** The leaf area during the growing season of corn increased and was the maximum in the flowering phase of the corn cob in comparison with other phases of growth and development and averaged 37.35 thousand m²/ha. However, the best results (39.52 thousand m²/ha) were with the use of the destructor StimOrganic (2 l/ha), urease inhibitor (nitrification) Stabiluren 30 and foliar feeding Aminomax and Aidamin complex fertilizer (40.23 thousand m²/ha). It was also

found that the formation of dry matter was influenced by experimental factors. Thus, in general, during the growing season of corn for the use of the destructor StimOrganic (2 l/ha) in combination with urease inhibitor (nitrification) Stabiluren 30 and foliar feeding Aminomax (1 l/ha) accumulated yield was 9.79 t/ha, while with Aidamin complex fertilizer (2 l/ha) the yield was 10.11 t/ha of dry matter (to compare, 7.51 t/ha in the control version). The maximum photosynthetic potential of the experiment was identified in the interphase period from the formation of 15 leaves to flowering cob. It was found that the best values of photosynthetic potential were on the options of using the destructor StimOrganic (2 l/ha) in combination with urease inhibitor (nitrification) Stabiluren 30 and foliar feeding Aminomax (1 l/ha), 0.99 thousand m²/ha, and in the treatment with Aidamin complex fertilizer (2 l/ha), 1.00 thousand m²/ha. **Conclusions.** Activation of growth processes caused by the use of foliar fertilization contributed to the formation of the best indicators of net productivity of photosynthesis in the interphase period from the formation of 15 leaves to flowering cobs. But in the phase from milk ripeness to full ripeness of corn grain against the background, the best values obtained by the action of urease inhibitor (nitrification) Stabiluren 30, were leveled up by the the effect of foliar feeding.

Keywords: *plant residues; basic fertilizer; foliar fertilization; destructor; nitrification inhibitor.*

Надійшла / Received 18.11.2020
Погоджено до друку / Accepted 09.12.2020