

В. Л. Курило,

доктор сільськогосподарських наук,

Н. О. Григоренко,

кандидат технічних наук,

О. О. Марчук,

молодший науковий співробітник

Інститут біоенергетичних культур

і цукрових буряків НААН

Залежність фотосинтетичної здатності рослин сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* Pers.) від його сортових особливостей та норм мінерального живлення

У досліджах на сортах та гібридах сорго цукрового, вивчалась ефективність використання мінерального живлення в технології його вирощування. Показано, що воно позитивно впливає на величину листової поверхні та її фотосинтетичну здатність, підвищуючи при цьому продуктивність рослин.

Ключові слова:

цукрове сорго, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу

Вступ. Цукрове сорго використовується здебільшого як кормова культура. Однак останнім часом його все частіше стали використовувати як сировину для переробної промисловості (цукрової, спиртової, крохмалепатокової), а також для виробництва біопалива. Зацікавленість цією культурою пов'язана з її унікальними біологічними властивостями, а саме: здатністю досить швидко синтезувати у стеблах значну кількість цукрів, навіть в умовах сухої та спекотної погоди у період вегетації. Останнє підсилює інтерес до неї у зв'язку з тенденцією до глобального потепління, яке дедалі частіше супроводжується засухами і не лише в нашій країні.

Сорго як культура, що має ефективний механізм фотосинтезу C4 може активно здійснювати процеси засвоєння та трансформації світлової енергії за температури повітря 35°C і навіть за 40°C, тоді як інші культури за цих умов практично припиняють асиміляційні процеси і перебувають у стані депресії (пшениця, ячмінь тощо) [1].

Відомо, що врожайність залежить від площі листя та про-

дуктивності фотосинтезу і більшою вона може бути за умови, коли площа листової поверхні рослин буде оптимальною, що в свою чергу сприятиме процесу фотосинтезу. Як відомо, на величину площі листової поверхні впливає багато факторів. Одним з них є рівень мінерального живлення рослин, регулювання якого дає можливість покращити фотосинтетичну діяльність сорго [2–4].

Метою експериментальних досліджень було вивчення особливостей розвитку продуктивного процесу рослин сорго цукрового залежно від сортових особливостей та різних умов мінерального живлення.

Програма та методика проведення досліджень. Дослідження проводили протягом 2010–2011рр. на дослідних ділянках Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

Дослід проводився на ясносірому лісовому ґрунті з низьким вмістом азоту (112 мг/кг ґрунту) і фосфору (48 мг/кг ґрунту) та середнім – калію (75 мг/кг ґрунту) за кислотності ґрунтового розчину pH – 6,7.

Схема досліду передбачала поєднання різних доз мінеральних добрив (без добрив, N₆₀P₆₀K₆₀, N₈₀P₈₀K₈₀) під сорти (Силосний, Нектарний) та гібриди (Медовий, Фаворит).

Площа посівної ділянки становила 30 м², облікової – 25 м². Загальна площа дослідної ділянки – 0,12 га. Дослід закладався за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщувались по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – триразова. Попередником були цукрові буряки. Мінеральні добрива (нітроамофоску) вносили згідно зі схемою досліду під передпосівний обробіток ґрунту. Сівбу проводили на глибину 4...6 см з шириною міжрядь 30 см. Норма висіву становила 9–10 насінин на метр рядка, що за польової схожості 80% забезпечувало густоту стояння рослин на час збирання 240–260 тис. шт./га. На початкових етапах вегетації боротьбу з бур'янами здійснювали шляхом ручних прополювань та підгортань. Через місяць після сівби рослини сформували достатню вегетативну масу.

Зразки рослин сорго відбирали у фазі виходу в трубку, викидання волоті, цвітіння та росту зернівки, дозрівання для визначення площі листової поверхні, накопичення біомаси, розрахунку фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу. Урожайність визначали шляхом зважування рослин, зібраних з кожної ділянки. Вуглеводну складову соку стебел визначали у фазі повної стиглості зерна за міднометричним методом Люфа – Шоорля [5].

Результати досліджень та їх обговорення. Основним показником стану посівів сорго цукрового з точки зору фотосинтетичної діяльності слугували характер росту та розвитку площі листової поверхні рослини у процесі вегетації. Одним з основних елементів впливу на даний показник було раціональне використання мінеральних добрив, що давало можливість розкрити біологічний потенціал культури.

У результаті було встановлено, що мінеральні добрива значно впливають на всі життєві функції

рослинного організму, і перш за все, на його ріст і розвиток. Так, застосування мінеральних добрив у кількості $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{80}P_{80}K_{80}$ у середньому забезпечило збільшення площі листової поверхні у всіх фазах розвитку на 14,64 та 16,06% порівняно з варіантом без добрив.

Причому, найбільший приріст листової поверхні сорго цукрового було отримано у фазі цвітіння на фоні добрив $N_{80}P_{80}K_{80}$ – від 2235,4 до 2529,1 см² (рис.1). Після цієї фази загальна площа листового апарату всіх сортів та гібридів зменшувалась на неудобренних ділянках у середньому на 6,38%, при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 6,55%, $N_{80}P_{80}K_{80}$ – на 8,48%, що відбулося за рахунок відмирання нижніх листків. Це пов'язано із завершенням формування вегетативних органів рослини і використання ними елементів живлення на формування врожаю.

Найвищими темпами збільшення листової поверхні впродовж усього періоду формування вегетативних органів характеризувались сорт Нектарний

і гібриди Фаворит та Медовий. У сорту Силосний зберігалась постійна тенденція відставання рослин у розвитку порівняно з вищенаведеними зразками, що пов'язано з його сортовими особливостями.

Крім того, вплив добрив на формування врожаю сорго цукрового можна оцінити, враховуючи розміри фотосинтетичного потенціалу (ФП) рослин. Залежно від розміру асиміляційної поверхні в період вегетації та в міжфазні періоди змінюється і ФП. Цей показник у цілому характеризує фотосинтетичну діяльність рослин за весь вегетаційний період [6].

Результати досліджень показали, що ФП варіював у межах 1,26...1,79 млн м²/га за добу (табл.1). Так, у варіантах для сортів Силосний, Нектарний та гібридів Медовий, Фаворит ФП становив 1,26, 1,55, 1,54, 1,67 млн м²/га за добу відповідно, а на удобренних ділянках цей коефіцієнт зростав у середньому на 21 та 29%. Максимальне значення ФП рослини сорго цукрового мали на фоні добрив $N_{80}P_{80}K_{80}$.

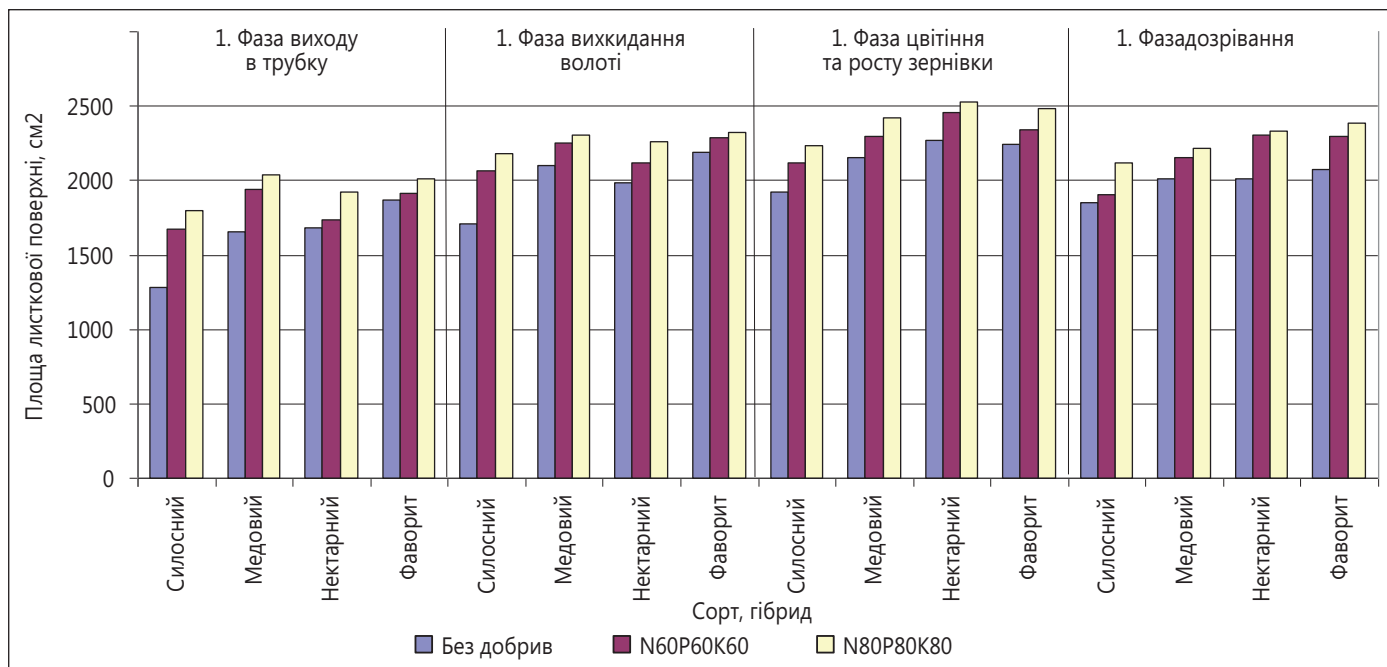


Рис. 1. Динаміка формування площі листової поверхні рослин сорго цукрового залежно від сортових особливостей та різних доз мінеральних добрив (у середньому за 2010–2011 рр.)

Залежність фотосинтетичної здатності рослин сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* Pers.) від його сортових особливостей та норм мінерального живлення

Аналіз змін показників фотосинтетичного потенціалу у досліджуваних зразках показав, що ФП рослин сорго цукрового прямо пропорційно залежить від доз застосовуваних мінеральних добрив.

Одним із найвагоміших показників ФП рослинного організму є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), яка відображає інтенсивність роботи листового апарату на різних етапах розвитку. На сьогодні серед учених-фізіологів немає єдиної думки щодо того, від чого залежить інтенсивність фотосинтезу. Так, за даними Муратова Г. І. добрива сприяють підвищенню ЧПФ, тоді як Нікітішен В. І. дійшов протилежного висновку, на його думку, величина ЧПФ під впливом добрив знижується [7, 8]. Наші дослідження показали, що середнє за вегетацію значення ЧПФ перебуває в межах 2,65...3,58 г/м² за добу; відтак за внесення N₆₀P₆₀K₆₀ та N₈₀P₈₀K₈₀ спостерігається незначна прямо пропорційна тенденція до збільшення ФП у рослин сорго цукрового. ЧПФ на удобрених ділянках на 10,3% перевищували його контрольні показники.

Найкращі показники за величиною максимальної площі листової поверхні рослин, фотосинтетичного потенціалу та ЧПФ мали гібриди Медовий та Фаворит, які при внесенні N₈₀P₈₀K₈₀ забезпечили інтенсивне накопичення сухої біомаси рослин сорго цукрового.

Результати щодо накопичення сухої речовини показують, що застосовані мінеральні добрива сприяли формуванню потужного фотосинтетичного апарату рослинам сорго, завдяки чому накопичили біомасу вищу ніж у варіантах без унесення добрив.

З метою вибору найвисокопродуктивніших сортів та гібридів сорго цукрового були про-

Таблиця 1. Основні показники фотосинтетичної активності гібридів та сортів сорго цукрового залежно від доз мінеральних добрив, 2010–2011 рр.

Сорт, гібрид	Варіант досліджу	Максимальна площа листової поверхні однієї рослини, см ²	Фотосинтетичний потенціал, млн м ² / га·дів (середнє за вегетацію)	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу (середнє за вегетацію)	Суша біомаса однієї рослини, г
Силосний	без добрив	1918	1,26	3,40	52,70
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2118	1,53	3,66	55,10
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	2235	1,62	3,75	56,00
Медовий	без добрив	2151	1,54	3,23	61,45
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2301	1,73	3,46	66,70
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	2420	1,79	3,54	68,45
Нектарний	без добрив	2272	1,55	3,14	63,30
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2454	1,65	3,37	67,10
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	2529	1,68	3,45	68,37
Фаворит	без добрив	2246	1,67	2,94	61,80
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2343	1,74	3,19	68,40
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	2486	1,79	3,27	70,60
НІР ₀₅		7,1	-	-	-

Таблиця 2. Продуктивність досліджуваних сортів та гібридів цукрового сорго залежно від різних доз добрив (фаза дозрівання)

Сорт, гібрид	Варіант досліджу	Фаза дозрівання				Урожайність, т/га		Вихід загальних цукрів, т/га
		вміст сухої речовини соку, %	загальний вміст цукрів, %	вміст редукованих речовин, %	вміст цукрози, %	зеленої маси	сухої маси	
Силосний	без добрив	10,70	8,76	3,54	5,22	30,50	7,02	2,05
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,20	9,39	3,81	5,58	32,84	7,87	2,34
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	11,36	9,60	3,90	5,70	33,62	8,40	2,42
Медовий	без добрив	13,90	12,68	0,97	11,71	61,53	11,56	6,33
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	15,30	13,12	1,03	12,09	65,71	13,47	6,85
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	15,76	13,27	1,05	12,22	67,10	14,76	6,95
Нектарний	без добрив	13,30	8,92	0,67	8,25	44,52	8,90	3,18
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,30	9,91	1,39	8,52	48,04	10,32	3,73
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	14,66	10,24	1,63	8,61	49,24	11,07	3,91
Фаворит	без добрив	12,30	9,80	0,96	8,84	48,40	9,92	3,77
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,90	10,18	1,06	9,12	51,31	11,29	4,07
	N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	13,10	10,31	1,09	9,22	52,32	12,03	4,13
НІР ₀₅		-	0,1	-	-	2,0	1,7	1,1

ведені порівняльні дослідження динаміки накопичення розчинних вуглеводів у соку стебел рослин на неудобрених ділянках і при внесенні N₆₀P₆₀K₆₀ та N₈₀P₈₀K₈₀. Результати досліджень наведені в табл. 2.

Накопичення загальних цукрів у сорго відбувається поступово в процесі вегетації, а максимальний їхній вміст у рослинах спостерігається в період дозрівання зернівки. Як видно з результатів дослідів, на особливу увагу заслуговують гібриди Медовий

та Фаворит, у соку стебел яких протягом усього вегетаційного періоду накопичується досить високий вміст сухих речовин і загальних цукрів з максимальним їх вмістом у фазах воскової та повної стиглості зерна: СР – 13,9 та 12,3%, ЗВЦукрів – 12,68 та 9,80%. Внесенні мінеральні добрива сприяють підвищенню вмісту загальних цукрів у середньому на 0,61–0,76%, підвищуючи при цьому вихід загальних цукрів на фоні добрив N₆₀P₆₀K₆₀ на 8,2 та 7,9%, а на фоні добрив

$N_{80}P_{80}K_{80}$ – на 9,8 та 9,5% відповідно.

Висновки. Застосування мінеральних добрив позитивно впливає на формування фотосинтетичної діяльності рослин сорго цукрового.

При внесенні мінеральних добрив у кількості $N_{80}P_{80}K_{80}$ сформувалась оптимальна площа листової поверхні у гібридів Медовий та Фаворит у фазі цвітіння, яка забезпечила врожайність зеленої маси 67,1 та 52,3 т/га

і вихід загальних цукрів 6,95 та 4,13%. Фотосинтетичний потенціал при цьому становив 1,79 млн м²/га за добу, а чиста продуктивність фотосинтезу – 3,54 та 3,58 г/м² за добу.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Іващенко, О. О. Перспективи вирощування кукурудзи та сорго / О. О. Іващенко, О. І. Рудник-Іващенко // Хімія, агрономія, сервіс. – 2011. – № 12. – С. 39–41.
2. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений / А. А. Ничипорович // Проблемы фотосинтеза. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 190 с.
3. Собко, О. О. Ефективність добрив залежно від густоти посіву сорго в умовах зрошення / О. О. Собко, І. Д. Філіп'єв // Вісник с.-г. науки, 1978. – № 9. – С. 28–32.
4. Макаров, Л. Х. Влияние густоты стеблестоя при различном уровне минерального питания на урожай зерна сорго в условиях орошения юга УССР: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.02 / Л. Х. Макаров. – Херсон, 1980. – 23 с.
5. Добжицкий, Я. Химический анализ в сахарном производстве / Я. Добжицкий; пер. с польск. Предисл. д.т.н., проф. А.Р. Сапронова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Рудник-Іващенко, О. І. Вплив мінерального живлення на фотосинтез проса посівного / О. І. Рудник-Іващенко / Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2010. – Вип. 8. – С. 138–147.
7. Муратов, Г. І. Ефективність застосування добрив при вирощуванні кормових культур у сумісних посівах / Г. І. Муратов // Землеробство – К.: Урожай, 1968. – № 12. – С. 95–99.
8. Никитишен, В. И. Минеральное питание и продуктивность культур севооборота в условиях длительного внесения удобрений / В. И. Никитишен, Л. К. Дмитракова, А. В. Заборин // Агрехимия, 1995. – № 12. – С. 40–48.