

# Фотосинтетична продуктивність посівів сорго зернового [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] залежно від строків сівби та глибини загорання насіння

Л. А. Правдива

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, e-mail: [bioplant\\_@ukr.net](mailto:bioplant_@ukr.net)

**Мета.** Встановити оптимальні строки сівби та глибину загорання насіння сорго зернового сортів 'Дніпровський 39' та 'Вінець', обґрунтувати їхній вплив на фотосинтетичну продуктивність посівів в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Польовий, лабораторний, порівняльний, аналітичний, узагальнюючий, математично-статистичний. **Результати.** Найкращі результати фотосинтетичної продуктивності посівів сорго зернового отримано за сівби у I декаді травня (другий строк) на глибину загорання насіння 4–6 см. Відповідно, площа листової поверхні за цих факторів у період «викидання волоті – цвітіння» сягала максимуму і дорівнювала 36,13–38,81 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту 'Дніпровський 39' та 34,23–36,91 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту 'Вінець'. За сівби насіння у III декаді квітня (перший строк) за таких самих значень глибини загорання площа листової поверхні у сортів була дещо меншою і становила 29,56–31,20 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту 'Дніпровський 39' та 27,76–29,40 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту 'Вінець'. За сівби насіння у II декаді травня (третій строк) площа листової поверхні дорівнювала 30,68–32,92 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту 'Дніпровський 39' та 29,08–31,32 тис. м<sup>2</sup>/га у сорту 'Вінець'. Фотосинтетичний потенціал був найвищим у рослин сорго зернового за II строку сівби насіння та глибини загорання 4–6 см й дорівнював 1,27 та 1,34 млн м<sup>2</sup>/га у сорту 'Дніпровський 39' і 1,16 та 1,22 млн м<sup>2</sup>/га у сорту 'Вінець'. За I строку сівби цей показник був дещо меншим і відповідно становив 1,18 та 1,23 млн м<sup>2</sup>/га у сорту 'Дніпровський 39' й 0,98 і 1,02 млн м<sup>2</sup>/га у сорту 'Вінець'. За III строку сівби він був найменшим та у сорту 'Дніпровський 39' дорівнював 1,09 і 1,13 млн м<sup>2</sup>/га, у сорту 'Вінець' 0,88 і 0,93 млн м<sup>2</sup>/га за оптимальних значень глибини загорання насіння. За глибини загорання насіння 2 та 8 см фотосинтетичний потенціал був нижчим, що пояснюють різними ґрунтово-кліматичними умовами у певний період розвитку рослин сорго. Найбільше значення показника чистої продуктивності фотосинтезу було отримано за сівби насіння в оптимальні строки та за оптимальної глибини загорання насіння і становило у сорту 'Дніпровський 39', відповідно, 3,84–4,02 г/м<sup>2</sup> за добу, у сорту 'Вінець' 3,79–3,98 г/м<sup>2</sup> за добу. **Висновки.** Найкраще розвивались та формували фотосинтетичну продуктивність рослини сорго зернового за сівби насіння у першій декаді травня на глибину загорання 4–6 см, які й рекомендовано для вирощування даної культури в Правобережному Лісостепу України.

**Ключові слова:** продуктивність фотосинтезу; фази росту; площа листової поверхні.

## Вступ

Сорго зернове (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) є однією з високопродуктивних сільськогосподарських культур, завдяки своїй широкій пристосованості і стійкості до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов порівняно з іншими харчовими культурами. Виникло і вирощується у культурі близько 5–8 тис. років назад в Африці, де винайшли найбільше різноманіття як культурного, так і дикого сорго [1, 2]. Характерною особливістю є відносна стійкість до посухи і спеки, що робить його ідеальним зерновим продуктом для споживання людиною і твариною в регіонах з екстремальними температурами та мінімальними опадами, особливо в посушливих регіонах [3–8].

Сорго зернове – це рослина типу C<sub>4</sub> з високою фотосинтетичною здатністю та власти-

вим високим потенціалом урожайності. Високий рівень стійкості до високих температур, а також адаптація до низької родючості ґрунту роблять цю культуру дедалі актуальною для забезпечення продовольчої безпеки у зв'язку зі зміною клімату [9–11].

Одним з основних питань у наукових дослідженнях є максимальне накопичення рослинами в процесі фотосинтезу органічної речовини, що визначає їхню продуктивність [12].

За даними Р. М. Василенка [13] на півдні України найінтенсивніше формували чисту продуктивність фотосинтезу рослини сорго, висіяні у III декаді квітня без зрошення та у II декаді травня на зрошенні.

У дослідженнях, проведених в південному регіоні, М. О. Бойко [14] зазначав, що найкраще формувався листовий апарат у гібридів сорго зернового за раннього строку сівби – I декада травня.

Асиміляційна площа листової поверхні – це доволі мобільний показник фотосинтетичної діяльності сільськогосподарських рослин,

Liudmyla Pravdyva  
<https://orcid.org/0000-0002-5510-3934>

який значно змінюється під впливом різних ґрунтово-кліматичних умов вирощування, а саме: вологозабезпеченості, температурного режиму та інших елементів технології вирощування [15].

Відомо, що від асиміляційної листкової поверхні та фотосинтетичної продуктивності залежить врожайність досліджуваної культури. І найвищою вона може бути, якщо листкова поверхня рослин буде максимальною, і як наслідок, сприятиме кращому процесу фотосинтезу. Загалом, ці показники залежать від багатьох факторів, одними з них є строки сівби та глибина загорання насіння, визначення яких покращить діяльність фотосинтезу агроценозів сорго зернового. Подібні дослідження в зоні Правобережного Лісостепу України не проводили, тому їхнє вивчення є актуальним.

*Мета досліджень* – встановити оптимальні строки сівби та глибину загорання насіння сорго зернового сортів ‘Дніпровський 39’ та ‘Вінець’, обґрунтувати їхній вплив на фотосинтетичну продуктивність посівів в умовах Правобережного Лісостепу України.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в 2016–2019 роках у зоні нестійкого зволоження в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний крупнопилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу. Карбонати магнію і кальцію залягають на глибині 55–65 см. Орний шар (0–30 см) містить близько 17% мулуватих частинок та від 46 до 54% крупного пилу. Агрофізичні й агрохімічні властивості орного шару ґрунту (0–30 см) характеризуються такими показниками: гумусу – 3,5%, загального азоту – 0,31%; легкогідролізованого азоту (N) – 13,4 мг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 27,6 мг, K<sub>2</sub>O – 9,8 мг на 100 г ґрунту; гідролітична кислотність – 2,41 мг-екв. Ступінь насиченості основами – 90%.

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень у Правобережному Лісостепу України були сприятливими для вирощування сорго зернового.

У досліді вивчали сорти: ‘Дніпровський 39’, ‘Вінець’; строки сівби: 1) III декада квітня – температура ґрунту 5–6 °C на глибині 10 см, 2) I декада травня – температура ґрунту 12–14 °C на глибині 10 см, 3) II декада травня – температура ґрунту 16–18 °C на глибині 10 см; глибина загорання насіння: 2; 4; 6; 8 см.

Площа посівної ділянки – 50 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Дослід закладали за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщували по ділянках послідовно. Повторюваність дослідів – чотириразова.

Площу листкової поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою А. А. Ничипоровича [16].

Характеристика досліджуваних сортів [17]. ‘Дніпровський 39’ – оригінатор: Синельниківська СДС ДУ ІЗК, Інститут зернових культур НААНУ. Ранньостиглий, занесений до Реєстру сортів рослин України з 2000 року. Рекомендують для вирощування на зерно. Потенційна урожайність 6–7 т/га.

‘Вінець’ – оригінатор: Генічеська СДС ДУ ІЗК НААНУ. Ранньостиглий. Занесений до Реєстру сортів рослин України з 2004 року. Напрямок використання – на зерно, зернокоромовий. Врожайність зерна – до 4–6 т/га (на незрошуваних землях).

Сорти жаро- та посухостійкі, середньо пошкоджуються злаковими попелицями. Добре реагують на зрошення та високий агрофон.

### Результати досліджень

Продуктивність фотосинтезу рослин визначають два головних показники: сумарна площа листкової поверхні та інтенсивність фотосинтетичних процесів на одиницю площі листків [15, 18].

Вплив строків сівби і глибини загорання насіння сорго зернового на фотосинтетичну продуктивність в умовах Правобережного Лісостепу України практично не вивчено [19], лише на півдні України вивченням цих питань займались: М. О. Бойко [20], який рекомендує здійснювати сівбу за температури ґрунту на глибині загорання насіння 8–10 °C, тому що було отримано найвищу продуктивність і відповідно вищі фотосинтетичні показники сорго (індекс листкової поверхні тощо); дослідження Р. М. Василенка [13] показали, що найкраща фотосинтетична продуктивність сорго зернового отримана за сівби насіння у III декаді квітня: при цьому площа листкової поверхні становила 28,4 тис. м<sup>2</sup>/га, фотосинтетичний потенціал – 1,13 млн м<sup>2</sup> діб/га, чиста продуктивність – 3,7 г/м<sup>2</sup>/га, сівба у першій та другій декаді травня знижувала ці показники.

Результати досліджень показали, що динаміка площі листкової поверхні різнилась на всіх етапах росту та розвитку рослин залежно від сортових особливостей, строків сівби та глибини загорання насіння (табл. 1). Максимальна площа листкової поверхні спо-

стерігалась у період «викидання волоті–цвітіння» за сівби насіння, коли температура ґрунту на глибині 10 см становила 12–14 °С

(I декада травня) і за глибини загорання 4–6 см. У цей період рослини сорго зернового були добре забезпечені теплом і вологою.

Таблиця 1

**Площа листової поверхні рослин сорго зернового залежно від сортових особливостей, строків сівби та глибини загорання насіння, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2016–2019 рр.)**

Сорти	Строки сівби*	Глибина загорання насіння, см	Фази росту та розвитку рослин				
			кущіння	вихід у трубку	викидання волоті–цвітіння	воскова стиглість	повна стиглість
‘Дніпровський 39’	I	2	7,42	22,42	27,86	15,42	3,61
		4	7,56	23,15	29,56	17,12	4,39
		6	7,69	24,25	31,20	17,93	4,81
		8	7,24	22,08	26,76	14,10	4,02
	II	2	8,35	26,73	33,21	17,21	5,93
		4	8,67	28,35	36,13	19,14	6,36
		6	8,96	30,48	38,81	20,48	7,81
		8	8,54	27,16	32,79	17,32	6,0
	III	2	7,78	24,39	28,50	15,26	4,89
		4	7,93	25,77	30,68	16,11	5,72
		6	8,22	26,11	32,92	16,67	5,89
		8	7,80	25,34	29,23	15,69	5,0
‘Вінець’	I	2	7,10	21,12	26,06	14,33	3,17
		4	7,43	22,36	27,76	14,92	3,84
		6	7,51	22,98	29,40	15,17	4,26
		8	7,05	20,79	24,96	14,21	3,11
	II	2	8,17	25,13	31,51	15,69	4,99
		4	8,36	25,95	34,23	16,27	5,74
		6	8,74	26,48	36,91	17,56	6,56
		8	8,21	25,64	30,89	16,04	5,27
	III	2	7,43	23,54	26,90	14,10	3,74
		4	7,79	24,56	29,08	14,96	4,51
		6	7,85	24,91	31,32	15,47	5,06
		8	7,56	24,01	27,63	15,03	4,65

НІР<sub>0,05</sub> (викидання волоті–цвітіння): А – 1,55; В – 1,26; С – 1,09; АВ – 0,89; АС – 0,77; ВС – 0,63; АВС – 2,19

\*I–III декада квітня – температура ґрунту 5–6 °С на глибині 10 см; II–I декада травня – температура ґрунту 12–14 °С на глибині 10 см; III–II декада травня – температура ґрунту 16–18 °С на глибині 10 см.

За сівби насіння у першій декаді травня (другий строк сівби) та глибини загорання 4–6 см площа листової поверхні була найбільшою і у сорту ‘Дніпровський 39’ дорівнювала 36,13–38,81 тис. м<sup>2</sup>/га, у сорту ‘Вінець’ – 34,23–36,91 тис. м<sup>2</sup>/га. Рослини першого та третього строків сівби мали дещо меншу площу листової поверхні, що пояснюють нестачею тепла у першому випадку та нестачею вологи у другому.

За глибини загорання насіння 2 та 8 см площа листової поверхні була дещо меншою за оптимальну глибину (4–6 см) у всіх варіантах досліджень. За сівби насіння у першій декаді травня у сорту ‘Дніпровський 39’ становила 33,21 та 32,79 тис. м<sup>2</sup>/га, у сорту ‘Вінець’ 31,51 та 30,89 тис. м<sup>2</sup>/га, відповідно (табл. 1).

Слід зазначити, що динаміка наростання площі листової поверхні характеризувалась певною закономірністю, а саме: від появи сходів асиміляційна поверхня листків

сорго зернового збільшувалась повільно, потім інтенсивніше до припинення утворення бічних пагонів і стеблуння, сягаючи максимуму у період викидання волоті–цвітіння. Починаючи з фази молочної стиглості до повної стиглості зерна відбувалось інтенсивне пожовтіння і відмирання листків нижніх ярусів, унаслідок чого площа листової поверхні зменшувалась.

Велике значення для продуктивного використання сонячної енергії мала не тільки величина площі листової поверхні сорго зернового, а й кількість діб її активної діяльності. Тому використовували такий показник як фотосинтетичний потенціал, який означає сумарну листову поверхню, що брала участь у фотосинтезі, від початку вегетації до закінчення фотосинтетичної продуктивності.

Найвищий фотосинтетичний потенціал (рис. 1) спостерігали у рослин сорго зернового за другого строку сівби насіння та глиби-

ни загортання 4–6 см. Він дорівнював 1,27 та 1,34 млн м<sup>2</sup>/га у сорту ‘Дніпровський 39’ і 1,16 та 1,22 млн м<sup>2</sup>/га у сорту ‘Вінець’.

За першого строку сівби цей показник був дещо меншим і, відповідно, становив 1,18 та 1,23 млн м<sup>2</sup>/га у сорту ‘Дніпровський 39’ та

0,98 і 1,02 млн м<sup>2</sup>/га у сорту ‘Вінець’. За третього строку сівби він був найменшим і у сорту ‘Дніпровський 39’ дорівнював 1,09 і 1,13 млн м<sup>2</sup>/га, у сорту ‘Вінець’ – 0,88 і 0,93 млн м<sup>2</sup>/га за оптимальних значень глибини загортання насіння.

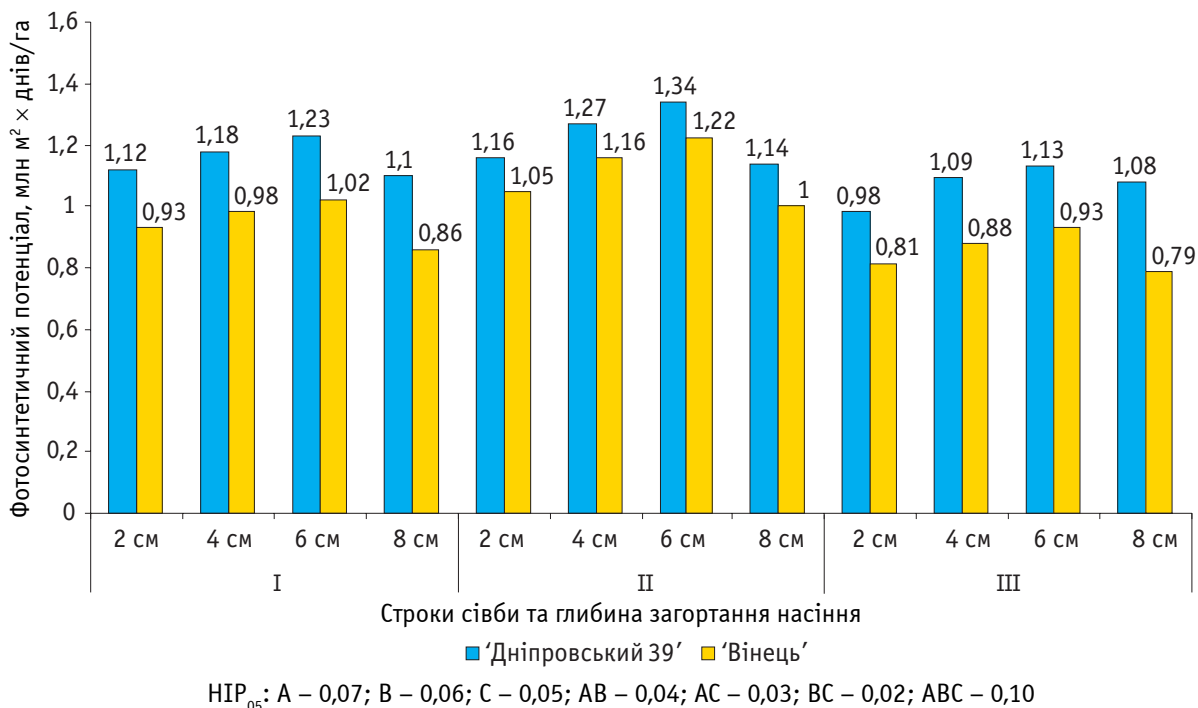


Рис. 1. Фотосинтетичний потенціал рослин сорго зернового сортів ‘Дніпровський 39’ та ‘Вінець’ залежно від строків сівби та глибини загортання насіння (середнє за 2016–2019 рр.)

За глибини загортання насіння 2 та 8 см фотосинтетичний потенціал був нижчим відповідно до строків сівби, що пояснюють різними ґрунтово-кліматичними умовами у певний період розвитку рослин сорго зернового. Так, за першого строку він становив у сорту ‘Дніпровський 39’ – 1,12 та 1,1 млн м<sup>2</sup>/га, у сорту ‘Вінець’ – 0,93 та 0,86 млн м<sup>2</sup>/га; за третього строку у сорту ‘Дніпровський 39’ – 0,98 та 1,08 млн м<sup>2</sup>/га, у сорту ‘Вінець’ – 0,81 та 0,79 млн м<sup>2</sup>/га, відповідно.

Основним показником, що характеризує інтенсивність фотосинтезу посівів і являє собою кількість сухої маси рослин в грамах, що синтезує 1 м<sup>2</sup> листової площі за добу є чиста продуктивність фотосинтезу.

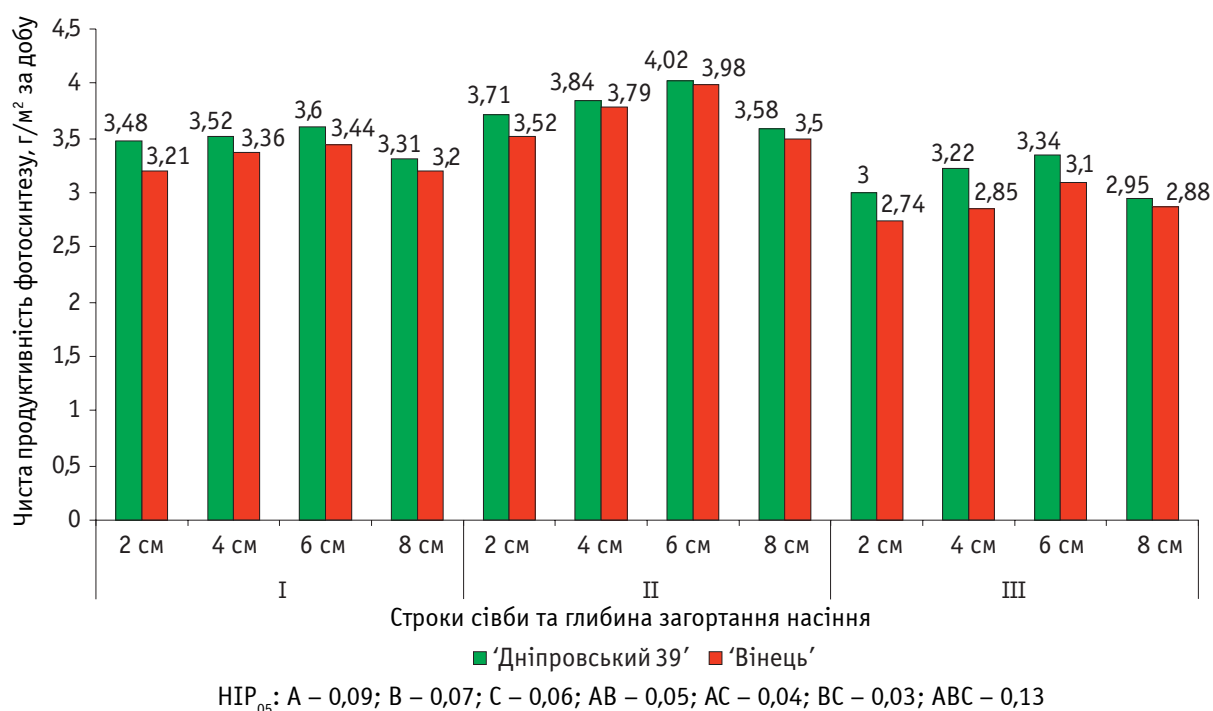
Найвищу продуктивність роботи чистої продуктивності фотосинтезу асиміляційного апарата рослин сорго зернового обох сортів було відмічено за другого строку сівби та глибини загортання насіння 4–6 см. Вона становила у сорту ‘Дніпровський 39’ – 3,84–4,02 г/м<sup>2</sup> за добу, у сорту ‘Вінець’ – 3,79–3,98 г/м<sup>2</sup> за добу (рис. 2).

На інших варіантах дослідів відбувалося зменшення чистої продуктивності фотосин-

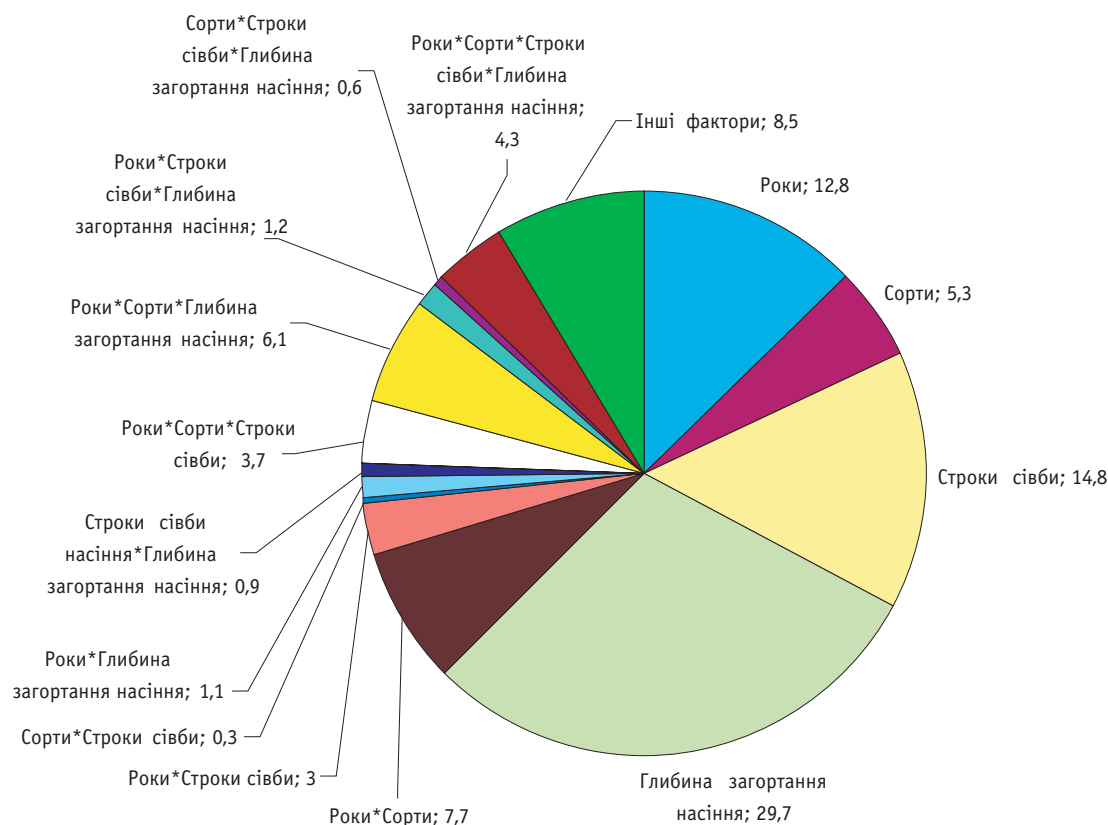
тезу. Так, за першого строку сівби насіння чиста продуктивність фотосинтезу дорівнювала у сорту ‘Дніпровський 39’ за глибини загортання насіння 2 см – 3,48 г/м<sup>2</sup> за добу, 4 см – 3,52 г/м<sup>2</sup> за добу, 6 см – 3,60 г/м<sup>2</sup> за добу та 8 см – 3,31 г/м<sup>2</sup> за добу. У сорту ‘Вінець’, відповідно, 3,21; 3,36; 3,44 та 3,20 г/м<sup>2</sup> за добу. За третього строку сівби чиста продуктивність була значно меншою і становила у сорту ‘Дніпровський 39’ за глибини загортання насіння 2 см – 3,00 г/м<sup>2</sup> за добу, 4 см – 3,22 г/м<sup>2</sup> за добу, 6 см – 3,34 г/м<sup>2</sup> за добу та 8 см – 2,95 г/м<sup>2</sup> за добу. У сорту ‘Вінець’, відповідно, 2,74; 2,85; 3,10 та 2,88 г/м<sup>2</sup> за добу.

Було встановлено частку впливу досліджуваних факторів на чисту продуктивність фотосинтезу рослин сорго зернового (рис. 3).

Значно впливала на чисту продуктивність фотосинтезу рослин сорго зернового глибина загортання насіння – 29,7%, дещо менше – строки сівби – 14,7%, частка впливу сортових особливостей становила 5,3%, фактору року – 12,8%. Взаємодія факторів у сумі складала 37,5%. Факторам, що не досліджувались, належало 8,5%.



**Рис. 2. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин сорго зернового сортів 'Дніпровський 39' та 'Вінець' залежно від строків сівби та глибини загорання насіння за добу (середнє за 2016–2019 рр.)**



**Рис. 3. Частка впливу досліджуваних факторів на чисту продуктивність фотосинтезу, % (середнє за 2016–2019 рр.)**

Отже, визначення оптимальних елементів технології вирощування сорго зернового, які застосовують з метою підвищення продуктивності, є ефективним за умови, якщо за-

безпечується швидкий ріст і розвиток площі листової поверхні рослин, підвищується продуктивність фотосинтезу, листки якої довше зберігаються в активному стані впро-

довж вегетаційного періоду, що сприяє кращому використанню продуктивності фотосинтезу для інтенсивного росту та розвитку генеративних органів рослин і накопичення в них великої кількості якісних органічних речовин, які є основними складовими врожайності культури.

### Висновки

Дуже рання та пізня сівба сорго зернового призвела до зменшення площі листової поверхні рослин порівняно з другим строком сівби, коли температура ґрунту на глибині загорання насіння прогрівалась до 12–14 °С. Із збільшенням площі листової поверхні та тривалості вегетації збільшувався показник фотосинтетичного потенціалу і формувались кращі умови для розвитку генеративних органів рослин та отримання високої продуктивності сорго зернового. Чиста продуктивність фотосинтезу сягала максимуму в час інтенсивного наростання листової поверхні рослин та надземної маси, що припадало на міжфазний період «викидання волоті–цвітіння».

Рекомендуємо сіяти сорго зернове в Правобережному Лісостепу України у першій декаді травня із глибиною загорання насіння 4–6 см, тому що за таких умов отримано максимальні значення фотосинтетичної продуктивності культури, які сприяли збільшенню врожайності.

### Використана література

- Dossou-Aminon I., Loko Y. L., Adjatin A. et al. Diversity, genetic erosion and farmer's preference of sorghum varieties (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) growing in North-Eastern Benin. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 2014. Vol. 3, Iss. 10. P. 531–552.
- Kimber C. T. Origin of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. *Sorghum Origin, History, Technology and Production* / C. W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.). New York, NY : John Wiley & Sons, 2003. P. 3–98.
- Dossou-Aminon I., Loko Y. L., Adjatin A. et al. Genetic Divergence in Northern Benin Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Landraces as Revealed by Agromorphological Traits and Selection of Candidate Genotypes. *Sci. World J.* 2015. Vol. 2015. Art. ID 916476. doi: 10.1155/2015/916476
- Orr A., Mwema C., Gierend A., Nedumaran S. Sorghum and Millets in Eastern and Southern Africa. Facts, Trends and Outlook. *Working Paper Series No. 62*. ICRISAT Research Program, Markets, Institutions and Policies. Telangana, India : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 2016. 76 p. doi: 10.13140/RG.2.1.5154.5205
- Ratnavathi C. V., Komala V. V., Kumar B. S. et al. Natural occurrence of aflatoxin B<sub>1</sub> in sorghum grown in different geographical regions of India. *J. Sci. Food Agric.* 2012. Vol. 92, Iss. 12. P. 2416–2420. doi: 10.1002/jsfa.5646
- Saleh A. S. M., Zhang Q., Chen J., Shen Q. Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 2013. Vol. 12, Iss. 3. P. 281–295. doi: 10.1111/1541-4337.12012
- Kumar A. A., Anuradha K., Ramaiah B. et al. Recent advances in sorghum biofortification research. *Plant Breed. Rev.* 2015. Vol. 39. P. 89–124. doi: 10.1002/9781119107743.ch03

- Andrzejewski B., Eggleston G., Lingle S., Powell R. Development of a sweet sorghum juice clarification method in the manufacture of industrial feed stocks for value-added fermentation products. *Ind. Crops Prod.* 2013. Vol. 44. P. 77–87. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.10.028
- Abdelhalim T. S., Kamal N. M., Amro B. H. Nutritional potential of wild sorghum: Grain quality of Sudanese wild sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Food Sci. Nutr.* 2019. Vol. 7, Iss. 4. P. 1529–1539. doi: 10.1002/fsn3.1002
- Кух М. В., Яланський О.В. Перспективи вирощування Сорго зернового в умовах південно-західної частини Лісостепу України. *Зб. наук. праць ПДАТУ*. 2011. Вип. 19. С. 112–116.
- Гринюк І. П. Фотосинтетична продуктивність соргових культур у Правобережному Лісостепу України. *Наук. вісник НУБіП України. Сер. : Агрономія*. 2013. Вип. 183(2). С. 104–109.
- Герасименко Л. А. Вплив строків сівби та глибини загорання насіння на фотосинтетичну продуктивність посівів сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.). *Plant Var. Stud. Prot.* 2014. № 4. С. 73–77. doi: 10.21498/2518-1017.4(25).2014.55980
- Василенко Р. М. Фотосинтетична продуктивність сорго зернового залежно від умов зволоження на півдні України. *Вісн. аграр. науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2. С. 46–50.
- Бойко М. О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. *Таврійський наук. вісник. Сільськогосподарські науки*. 2017. Вип. 97. С. 18–22.
- Синягин И. И. Площади питания растений. Москва : Россельхозиздат, 1975. 384 с.
- Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. Физиология фотосинтеза. Москва : Наука, 1982. С. 7–33.
- Науково-методичні рекомендації. Каталог сортів та гібридів лабораторії селекції соргових культур. Дніпро : Інститут зернових культур НААН України, 2017. 34 с.
- Овчинников Н. Н., Шиханова Н. М. Фотосинтез. Москва : Просвещение, 1972. 166 с.
- Овсієнко І. А. Особливості формування урожайності зерна сорго залежно від строків сівби. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 1. С. 21–28.
- Бойко М. О. Агробіологічне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів сорго зернового в Південному Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» / Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2017. 230 с.

### References

- Dossou-Aminon, I., Loko, Y. L., Adjatin, A., Dansi, A., Elangovan, M., Chaudhary, P., Vodouhè, R., & Sanni, A. (2014). Diversity, genetic erosion and farmer's preference of sorghum varieties (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) growing in North-Eastern Benin. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 3(10), 531–552.
- Kimber, C. T. (2003). Origin of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China. In C. W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.), *Sorghum Origin, History, Technology and Production* (pp. 3–98). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Dossou-Aminon, I., Loko, Y. L., Adjatin, A., Eben-Ezer, B., Ewédjè, K., Dansi, A., ... Akpagana, K. (2015). Genetic Divergence in Northern Benin Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Landraces as Revealed by Agromorphological Traits and Selection of Candidate Genotypes. *Sci. World J.*, 2015, Art. ID 916476. doi: 10.1155/2015/916476
- Orr, A., Mwema, C., Gierend, A., & Nedumaran, S. (2016). Sorghum and Millets in Eastern and Southern Africa: Facts, Trends and Outlook. *Working Paper Series No. 62*. ICRISAT Research Program, Markets, Institutions and Policies. Telangana, India : International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. doi: 10.13140/RG.2.1.5154.5205
- Ratnavathi, C. V., Komala, V. V., Kumar, B. S., Das, I. K., & Patil, J. V. (2012). Natural occurrence of aflatoxin B<sub>1</sub> in sorghum

- grown in different geographical regions of India. *J. Sci. Food Agric.*, 92(12), 2416–2420. doi: 10.1002/jsfa.5646
6. Saleh, A. S. M., Zhang, Q., Chen, J., & Shen, Q. (2013). Millet grains: nutritional quality, processing, and potential health benefits. *Compr. Rev. Food Sci. F.*, 12(3), 281–295. doi: 10.1111/1541-4337.12012
  7. Kumar, A. A., Anuradha, K., Ramaiah, B., Grando, S., Rattunde, H. F., W., Virk, P., & Pfeiffer, W. H. (2015). Recent advances in sorghum biofortification research. *Plant Breed. Rev.*, 39, 89–124. doi: 10.1002/9781119107743.ch03
  8. Andrzejewski, B., Eggleston, G., Lingle, S., & Powell, R. (2013). Development of a sweet sorghum juice clarification method in the manufacture of industrial feed stocks for value-added fermentation products. *Ind. Crops Prod.*, 44, 77–87. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.10.028
  9. Abdelhalim, T. S., Kamal, N. M., & Amro, B. H. (2019). Nutritional potential of wild sorghum: Grain quality of Sudanese wild sorghum genotypes (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Food Sci. Nutr.*, 7(4), 1529–1539. doi: 10.1002/fsn3.1002
  10. Kukh, M. V., & Yalanskyi, O. V. (2011). Prospects for growing Sorghum grain in the south-western part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Zb. nauk. prac' Podil'skogo derž. agrar.-teh. univ. [Podilian State Agrarian and Engineering University Collection]*, 19, 112–116. [in Ukrainian]
  11. Hryniuk, I. P. (2013). Photosynthetic productivity of sorghum crops in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovij visnik NUBIP Ukraini. Seriâ Agronomiâ [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Agronomy]*, 183(2), 104–109. [in Ukrainian]
  12. Herasymenko, L. A. (2014). Influence of seeding time and depth on the photosynthetic productivity of sweet sorghum (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) plantings. *Plant Var. Stud. Prot.*, 4, 73–76. [in Ukrainian]
  13. Vasylenko, R. M. (2018). Photosynthetic productivity of grain sorghum depending on humidification conditions in the south of Ukraine. *Visn. agrar. nauki Prichornomor'â [Ukrainian Black Sea region Agrarian Science]*, 2, 46–50. [in Ukrainian]
  14. Boiko, M. O. (2017). Formation of the assimilation apparatus of grain sorghum hybrids depending on sowing dates and crop density. *Tavrijs'kij naukovij visnik [Tavria Scientific Bulletin]*, 97, 18–22. [in Ukrainian]
  15. Synyagin, I. I. (1975). *Ploshchad pitaniya rasteniy [Plant nutrition area]*. Moscow: Rosselkhozizdat. [in Russian]
  16. Nychyporovych, A. A. (1982). *Fiziologiya fotosinteza i produktivnost' rasteniy. Fiziologiya fotosinteza [Physiology of photosynthesis and plant productivity. Physiology of photosynthesis]*. Moscow: Nauka. [in Russian]
  17. *Naukovo-metodychni rekomendatsii. Katalog sortiv ta hibrydiv laboratorii selektsii sorhovykh kultur [Scientific and methodical recommendations. Catalog of varieties and hybrids of the laboratory for selection of sorghum crops]*. (2017). Dnipro: Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine. [in Ukrainian]
  18. Ovchynnykov, N. N., & Shykanova, N. M. (1972). *Fotosyntez [Photosynthesis]*. Moscow: Prosvetshchenie. [in Russian]
  19. Ovsiienko, I. A. (2015). Features of sorghum grain yield formation depending on sowing dates. *Sil's'ke gospodarstvo ta lisivnictvo [Agriculture and Forestry]*, 1, 21–28. [in Ukrainian]
  20. Boiko, M. O. (2017). *Ahrobiolohichne obgruntuvannia elementiv tekhnologii vyroshchuvannia hibrydiv sorho zernovoho v pivdennomu Stepu Ukrainy [Agrobiological substantiation of elements of technology of cultivation of hybrids of sorghum grain in the southern Steppe of Ukraine]* (Cand. Agric. Sci. Diss.). Kherson State Agrarian University, Kherson, Ukraine. [in Ukrainian]

УДК 633.174:631.5

**Правдивая Л. А.** Фотосинтетическая продуктивность посевов сорго зернового [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] в зависимости от сроков сева и глубины заделки семян // Plant Varieties Studying and Protection. 2020. Т. 16, № 2. С. 199–206. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209254>

Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, e-mail: bioplant\_@ukr.net

**Цель.** Установить оптимальные сроки сева и глубину заделки семян сорго зернового сортов 'Дніпровський 39' и 'Вінець', обосновать их влияние на фотосинтетическую продуктивность посевов в условиях Правобережной Лесостепи Украины. **Методы.** Полевой, лабораторный, сравнительный, аналитический, обобщающий, математически-статистический. **Результаты.** Наилучшие результаты фотосинтетической продуктивности посевов сорго зернового получены во время сева в I декаде мая (второй срок) на глубине заделки семян 4–6 см. Соответственно, площадь листовой поверхности в этих вариантах в период «выбрасывания метелки–цветения» достигала максимума и составляла 36,13–38,81 тыс. м<sup>2</sup>/га у сорта 'Дніпровський 39' и 34,23 – 36,91 тыс. м<sup>2</sup>/га у сорта 'Вінець'. При севе семян в III декаде апреля (первый срок) при вышеуказанных значениях глубины заделки площадь листовой поверхности у сортов была несколько меньше и составляла 29,56–31,20 тыс. м<sup>2</sup>/га у сорта 'Дніпровський 39' и 27,76–29,40 тыс. м<sup>2</sup>/га у сорта 'Вінець'. При севе семян во II декаде мая (третий срок) площадь листовой поверхности составляла 30,68–32,92 тыс. м<sup>2</sup>/га у сорта 'Дніпровський 39' и 29,08–31,32 тыс. м<sup>2</sup>/га у сорта 'Вінець'. Фотосинтетический потенциал был самым высоким в растениях сорго зернового во втором сроке сева семян на глубине заделки 4–6 см и

составлял 1,27 и 1,34 млн м<sup>2</sup>/га у сорта 'Дніпровський 39' и 1,16 и 1,22 млн м<sup>2</sup>/га у сорта 'Вінець'. В первом сроке сева этот показатель был несколько ниже и составлял 1,18 и 1,23 млн м<sup>2</sup>/га у сорта 'Дніпровський 39' и 0,98 и 1,02 млн м<sup>2</sup>/га у сорта 'Вінець', соответственно. В третьем сроке сева он был самым низким, у сорта 'Дніпровський 39' этот показатель составлял 1,09 и 1,13 млн м<sup>2</sup>/га, у сорта 'Вінець' – 0,88 и 0,93 млн м<sup>2</sup>/га при оптимальных значениях глубины заделки семян. На глубине заделки семян 2 и 8 см фотосинтетический потенциал был ниже, что объясняют различными почвенно-климатическими условиями в определенный период развития растений сорго. Наивысшее значение показателя чистой продуктивности фотосинтеза было получено при севе семян в оптимальные сроки и оптимальной глубине заделки семян и составляло 3,84–4,02 г/м<sup>2</sup> в сутки у сорта 'Дніпровський 39' и 3,79–3,98 г/м<sup>2</sup> в сутки у сорта 'Вінець', соответственно. **Выводы.** Лучше развивались и формировали фотосинтетическую продуктивность растения сорго зернового при севе семян в первой декаде мая на глубине заделки 4–6 см, которые и рекомендованы для выращивания данной культуры в Правобережной Лесостепи Украины.

**Ключевые слова:** продуктивность фотосинтеза; фазы роста; площадь листовой поверхности.

UDC 633.174:631.5

**Pravdyva, L. A.** (2020). Crop photosynthetic capacity of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] depending on seeding time and depth. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(2), 199–206. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209254>

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: bioplant\_@ukr.net*

**Purpose.** To establish the optimal seeding time and depth of 'Dniprovskiy 39' and 'Vinets' sorghum varieties, to prove their effect on the crop photosynthetic capacity in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, comparative, analytical, generalizing, mathematical and statistical. **Results.** It was proved that the best results of crop photosynthetic capacity of sorghum were obtained by sowing in the first decade of May (the second sowing period) at a seeding depth of 4–6 cm. Accordingly, the leaf surface area in these variants reached its maximum during the "panicle-blooming" period and equated 36.13–38.81 thousand m<sup>2</sup>/ha for the 'Dniprovskiy 39' variety and 34.23–36.91 thousand m<sup>2</sup>/ha for the 'Vinets' variety. By sowing seeds in the third decade of April (the first sowing period) at the seedling depth values described above the leaf surface area of the varieties was slightly smaller and amounted to 29.56–31.20 thousand m<sup>2</sup>/ha for the 'Dniprovskiy 39' variety and 27.76–29.40 thousand m<sup>2</sup>/ha for the 'Vinets' variety. By sowing seeds in the second decade of May (the third sowing period), the leaf surface area was 30.68–32.92 thousand m<sup>2</sup>/ha for the 'Dniprovskiy 39' variety and 29.08–31.32 thousand m<sup>2</sup>/ha for the 'Vinets' variety. The highest photosynthetic potential was obtained for sorghum plants in the second sowing period at the seeding depth of 4–6 cm

and was 1.27 and 1.34 million m<sup>2</sup>/ha for the 'Dniprovskiy 39' variety and 1.16 and 1.22 million m<sup>2</sup>/ha for the variety 'Vinets'. In the first sowing period, this indicator was slightly lower and amounted to 1.18 and 1.23 million m<sup>2</sup>/ha for the 'Dniprovskiy 39' variety and 0.98 and 1.02 million m<sup>2</sup>/ha for the 'Vinets' variety respectively. In the third sowing period, it was the smallest one and equated 1.09 and 1.13 million m<sup>2</sup>/ha for the 'Dniprovskiy 39' variety, and 0.88 and 0.93 million m<sup>2</sup>/ha for the 'Vinets' variety at the optimal seeding depth. The photosynthetic potential was lower at the seeding depth of 2 and 8 cm, which is explained by the different soil and climatic parameters during a certain period of sorghum plant vegetation. The highest value of the photosynthetic capacity net indicator was obtained by sowing seeds at the optimal time and the optimal seeding depth and it equated 3.84–4.02 g/m<sup>2</sup> per day for the 'Dniprovskiy 39' variety and 3.79 – 3.98 g/m<sup>2</sup> per day for the 'Vinets' variety. **Conclusions.** It has been established that the sorghum plants had better vegetation and formed photosynthetic capacity by sowing seeds in the first decade of May at the planting depth of 4–6 cm, which we recommend for growing this crop in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

**Keywords:** productivity of photosynthesis; growth phase; leaf surface area.

Надійшла / Received 22.04.2020

Погоджено до друку / Accepted 18.05.2020