

Особливості росту рослин сорго зернового [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу України

Л. А. Правдива

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail: bioplant_@ukr.net

Мета. Установити оптимальні ширину міжрядь та норму висіву насіння сорго зернового сортів 'Дніпровський 39' й 'Вінець', обґрунтувати їхній вплив на тривалість вегетаційного періоду й біометричні показники рослин в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Польовий, лабораторний, математично-статистичний. **Результати.** Найінтенсивніший ріст і розвиток рослин сорго зернового відзначено за сівби насіння із шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 200 тис. шт./га. Зокрема, тривалість вегетаційного періоду за таких умов була найменшою: 108 дів у сорту 'Дніпровський 39' та 106 дів у сорту 'Вінець'. Водночас показники польової схожості насіння, висоти рослин та діаметра стебла були максимальними в досліді: 'Дніпровський 39' – 88,7%, 137,3 та 1,7 см, 'Вінець' – 86,9%, 121,8 та 1,6 см відповідно. Установлено, що зі збільшенням норми висіву насіння зменшуються показники продуктивної куцистості, площі листової поверхні та маси однієї рослини. Найінтенсивніше рослини сорго зернового куцилились за норми висіву насіння 150 та 200 тис. шт./га за всіх досліджуваних варіантів ширини міжрядь: у середньому до двох добре виповнених зерном волоті на одну рослину залежно від сортових особливостей. За норми 250 тис. шт./га куциння рослин в обох сортів відбувалося дещо слабкіше – 1,0–1,1 волоті на рослину. Найбільшими показники площі листової поверхні та маси однієї рослини були за ширини міжрядь 45 см: 1528–2320 см² і 169,2–185,6 г у сорту 'Дніпровський 39' та 1476–2180 см² і 143,1–162,3 г у сорту 'Вінець' залежно від густоти посіву. Зменшення ширини міжрядь до 15 см і збільшення до 70 см призводило до зниження основних параметрів росту й розвитку рослин. **Висновки.** Найліпше розвивалися рослини сорго зернового за сівби із шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 200 тис. шт./га, які й рекомендуються для вирощування культури в умовах Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: сорти; вегетаційний період; польова схожість насіння; біометричні показники.

Вступ

Сорго зернове – поширена посухо- та солестійка рослина, що має значні переваги у вирощуванні, зберіганні та використанні порівняно з іншими зерновими культурами [1–3]. Ефективність його вирощування зумовлена високою врожайністю та універсальністю використання: у харчовій промисловості, кормовиробництві й енергетичній галузі [4–8]. Сорго займає у світі п'яте місце після пшениці, рису, кукурудзи та ячменю, і трете серед зернофуражних культур, і вирощується здебільшого для виробництва біопалива [9].

Отримання високої продуктивності сорго зернового можливе лише за формування оптимальної густоти стеблостою та рівномірного розподілу рослин на посівній площі з урахуванням морфологічних особливостей досліджуваних сортів. Із шириною міжрядь і густотою посівів тісно пов'язані важливі функції рослин, як-от живлення, транспіра-

ція, тривалість вегетаційного періоду, ріст і розвиток рослин тощо [10–13].

За даними М. О. Бойка [14], Л. Х. Макарова та М. В. Скорого [15], оптимальним є широко-рядний спосіб сівби з міжряддям 70 см. Однак в умовах Півдня України доцільніше висівати низькоросле сорго зернове за ширини міжрядь 45 см. За таких умов приріст урожайності зерна, порівняно з міжряддями 70 см, становив приблизно 0,5 т/га.

В умовах Лісостепу України для одержання врожайності зерна на рівні 8,0–8,3 т/га сорго зернове рекомендується висівати нормою 300–400 тис. насінин/га за ширини міжрядь 45 см та з унесенням мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{60}$ [16].

За даними С. М. Каленської та В. М. Найденко [17], в умовах Лівобережного Лісостепу України максимальну врожайність гібриди сорго зернового формували за сівби з міжряддями завширшки 50 см.

Пряму залежність між способом сівби, нормою висіву й тривалістю фенофаз встановлено дослідниками в умовах Східного Лісостепу України [18]. Зокрема, спостерігалось скорочення фази виходу в трубку внаслідок

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

послаблення ценотичної напруги між рослинами в посівах у разі зменшення норм висіву насіння та звуження ширини міжрядь із 70 до 45 см і, відповідно, збільшення тривалості періодів куціння й формування–достигання зерна за дії цих же чинників.

Водночас сьогодні практично відсутні докладні наукові дані щодо особливостей росту й розвитку рослин сорго зернового залежно від впливу ширини міжрядь і норм висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу України, що, власне, й визначає актуальність проведення таких досліджень.

Мета досліджень – установити оптимальні ширину міжрядь та норму висіву насіння сорго зернового сортів ‘Дніпровський 39’ і ‘Вінець’, обґрунтувати їхній вплив на тривалість вегетаційного періоду й біометричні показники рослин в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2016–2020 рр. у зоні нестійкого зволоження в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний, крупнопилувато-середньосуглинкового гранулометричного складу. Карбонати магнію й кальцію залягають на глибині 55–65 см. Орний шар (0–30 см) містить приблизно 17% мулуватих частинок та від 46 до 54% крупного пилу. Агрофізичні й агрохімічні властивості орного шару ґрунту (0–30 см) характеризуються такими показниками: уміст гумусу – 3,5%, загального азоту – 0,31%; легкогідролізованого азоту (N) – 13,4; P₂O₅ – 27,6; K₂O – 9,8 мг/100 г ґрунту; гідролітична кислотність – 2,41 мг-екв. Ступінь насиченості основами – 90%.

Схема дослідів: *чинник А* – сорти: ‘Дніпровський 39’, ‘Вінець’; *чинник В* – ширина міжрядь: 15, 45 і 70 см; *чинник С* – норма висіву насіння: 150, 200 та 250 тис. шт./га.

Площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 25 м². Повторюваність дослідів – чотириразова. Дослід закладали за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти дослідів розміщували на ділянках послідовно.

У дослідженнях здійснювали фенологічні спостереження за рослинами: початок кожної фази росту й розвитку встановлювали після настання її у 10% рослин, масові значення – у 75% рослин. Польову схожість насіння визначали після формування повних сходів, відношенням кількості насіння,

що зійшло, до висіяного, виражене у відсотках. Висоту рослин визначали мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла в досліджуваній фазі росту й розвитку (40 постійних рослин на двох несутіжних повтореннях). Діаметр стебла визначали штангенциркулем на висоті скошування рослин у період збирання культури [19, 20].

Досліджувані сорти сорго зернового посухостійкі, добре реагують на зрошення та високий агрофон, середньо пошкоджуються злаковими попелицями [21].

‘Дніпровський 39’. Оригігатор – Синельниківська селекційно-дослідна станція Інституту зернових культур НААН України. Ранньостиглий, занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні з 2000 р. Рекомендований для вирощування на зерно. Потенційна врожайність зерна – 6–7 т/га.

‘Вінець’. Оригігатор – Генічеська ДС Інституту зернових культур НААН України. Ранньостиглий, занесений до Державного реєстру з 2004 р. Напрямок використання – зерновий і зерно-кормовий. Потенційна врожайність зерна – до 4–6 т/га (на незрошуваних землях).

Результати досліджень

Установлено, що ширина міжрядь та норма висіву насіння сорго зернового обох сортів впливали як на тривалість вегетаційного періоду культури, так і на ріст і розвиток рослин загалом. Найкоротшим періодом вегетації був за ширини міжрядь 45 см і залежно від норми висіву становив від 108 до 111 діб у сорту ‘Дніпровський 39’ та від 106 до 111 діб у сорту ‘Вінець’ (табл. 1).

За сівби насіння із шириною міжрядь 15 см вегетаційний період був дещо більшим і становив від 117 до 119 діб у сорту ‘Дніпровський 39’ та від 115 до 117 діб у сорту ‘Вінець’. Найдовший період вегетації відзначено за сівби із шириною міжрядь 70 см: у сорту ‘Дніпровський 39’ він становив 116–120 діб, у сорту ‘Вінець’ – 114–119 діб.

Щодо норми висіву, то цей чинник не мав суттєвого впливу на тривалість міжфазних періодів росту й розвитку рослин: з її збільшенням зі 150 до 250 тис. насінин/га різниця була в межах однієї-двох діб.

Відповідно до параметрів ширини міжрядь та кількості висіяних насінин змінювалася й польова схожість обох сортів культури (рис. 1 і 2).

За сівби насіння із шириною міжрядь 45 см та норми висіву 200 тис. шт./га його польова схожість була найвищою й становила 88,7%

Таблиця 1

Тривалість фенологічних фаз сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння, діб
(середнє за 2016–2020 рр.)

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Тривалість фенологічних фаз										Вегетаційний період
			сівба–поява сходів	повні сходи	3–4 листки	кущіння	вихід у трубку	стеблування	викидання волоті	цвітіння–формування зернівки	молочно-воскова стиглість	повна стиглість	
'Дніпровський 39'	15	150	11	5	5	16	13	14	4	18	21	12	119
		200	10	5	5	16	13	14	4	18	20	12	117
		250	10	5	5	17	13	14	4	18	20	12	118
	45	150	10	5	4	15	12	13	4	17	19	12	111
		200	9	4	4	15	12	13	4	17	19	11	108
		250	9	4	4	15	13	13	4	18	19	11	110
	70	150	9	4	5	17	13	14	4	18	20	12	116
		200	9	4	5	18	13	14	5	19	20	13	120
		250	9	4	5	18	13	14	5	19	20	13	120
'Вінець'	15	150	10	5	5	16	13	13	4	19	20	12	117
		200	9	5	5	15	13	13	4	19	20	12	115
		250	9	5	5	15	13	13	4	20	20	12	116
	45	150	9	4	4	14	13	13	4	19	19	12	111
		200	9	4	4	13	12	12	4	18	19	11	106
		250	9	4	4	14	13	12	4	18	19	11	108
	70	150	9	4	5	15	13	13	4	19	20	12	114
		200	9	4	5	16	13	13	5	19	20	12	116
		250	9	4	5	16	13	14	5	20	20	13	119
НІР _{0,05}												1,0	

у сорту 'Дніпровський 39' та 86,9% у сорту 'Вінець'. За цієї ж ширини міжрядь, але норм висіву 150 та 250 тис. насінин/га, польова схожість була дещо меншою: 'Дніпровський 39' – 87,2 та 88,0%, 'Вінець' – 85,7 та 85,9% відповідно.

Насіння, висіяне ширококорядним способом (70 см), мало дещо нижчу польову схожість, яка за норми висіву 150, 200 та 250 тис. шт./га становила в сорту 'Дніпровський 39' – 83,0; 84,6 та 83,2%; у 'Вінець' – 82,0; 84,7 та 83,2% відповідно.

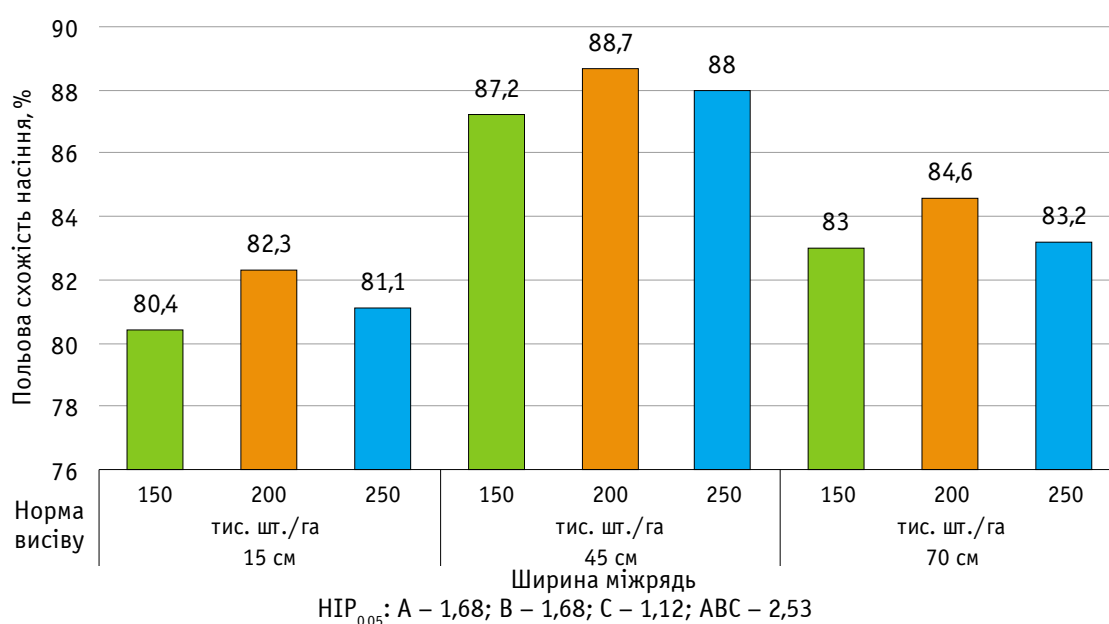


Рис. 1. Польова схожість насіння сорго зернового 'Дніпровський 39' залежно від ширини міжрядь та норми висіву, % (середнє за 2016–2020 рр.)

За вузькорядної сівби (15 см) польова схожість висіяного насіння була найменшою і становила за норми висіву 150 тис. шт./га в сорту 'Дніпровський 39' 80,4%, у 'Вінець' – 79,7%; 200 тис. шт./га – 82,3 та 81,4%, 250 тис. шт./га – 81,1 та 81,0% відповідно.

У середньому по досліді в сорту 'Дніпровський 39' за ширини міжрядь 15 см вона становила 81,3%; 45 см – 87,9%; 70 см – 83,6%; у сорту 'Вінець' – 80,7; 86,2 та 83,3% відповідно.

Щодо польової схожості насіння залежно від норми висіву, то в середньому по досліді в сорту 'Дніпровський 39' вона становила: 150 тис. шт./га – 83,5%; 200 тис. шт./га – 85,2%; 250 тис. шт./га – 84,1%; у сорту 'Вінець' – 82,4; 84,3 та 83,4% відповідно.

Загалом у сорту 'Дніпровський 39' цей показник залежно від ширини міжрядь у середньому становив 84,3%, у сорту 'Вінець' – 83,4%.

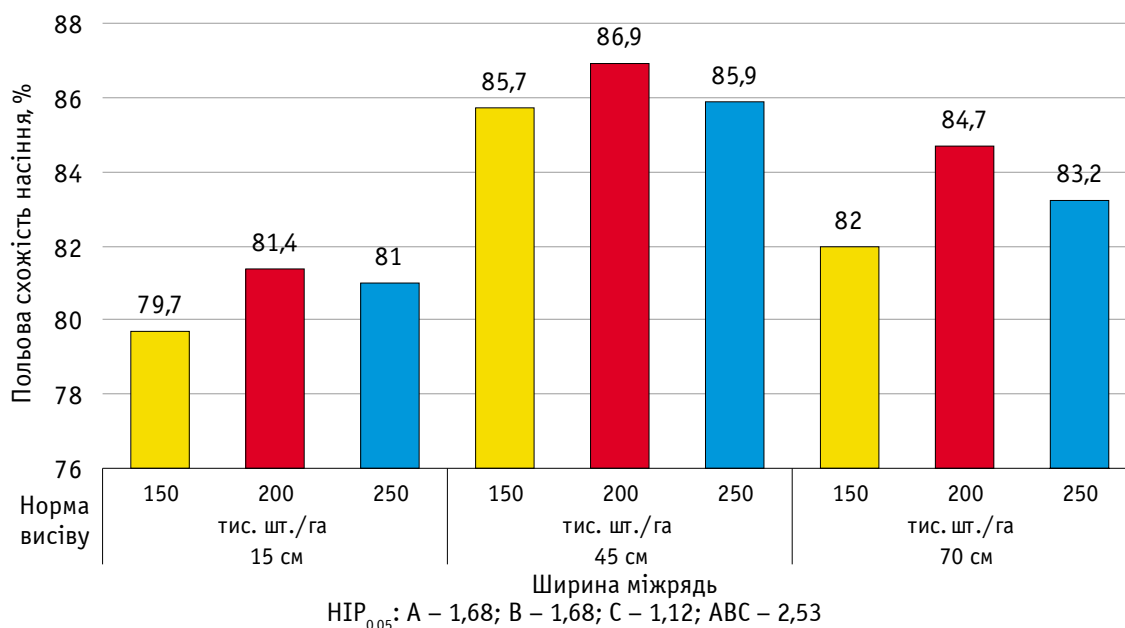


Рис. 2. Польова схожість насіння сорго зернового 'Вінець' залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння, % (середнє за 2016–2020 рр.)

Одним із основних морфо-фізіологічних показників рослин є їхня висота [22]. На час збирання врожаю сорго зернового найвищі рослини відзначено у варіанті сівби із шириною міжрядь 45 см: у сорту 'Дніпровський 39' за норми висіву насіння 150, 200 та 250 тис. шт./га – 130,9; 137,3 та 134,8 см; у сорту 'Вінець' – 120,3; 121,8 та 120,7 см відповідно. За ширини міжрядь 15 см цей показник становив 128,4; 134,7 і 133,1 см та 119,6; 120,4 та 119,6 см за сортами відповідно. За сівби із шириною міжрядь 70 см рослини були дещо нижчими: 'Дніпровський 39' – від 127,8 до 131,1 см, 'Вінець' – від 118,9 до 120,7 см.

Діаметр (товщина) стебла характеризує ріст рослин сорго, від якого залежить їхня стійкість до вилягання й продуктивність. Найменшим цей показник на час збирання культури був за норми висіву насіння 250 тис. шт./га і за ширини міжрядь 15, 45 і 70 см становив відповідно 1,4; 1,5 та 1,3 см у сорту 'Дніпровський 39' та 1,4; 1,4 і 1,2 см у сорту 'Вінець'. За оптимальних параметрів ширини міжрядь (45 см) та норми висіву насіння

(200 тис. шт./га) діаметр стебла мав найвищі значення в обох досліджуваних сортах, що пояснюється зміною площі живлення рослин унаслідок зменшення і збільшення ширини міжрядь та кількості рослин на одиниці довжини рядка, відповідно підвищення конкуренції рослин у посівах упродовж усього періоду росту й розвитку.

Важливим показником, що визначає величину асиміляційної поверхні злакових культур на одиниці площі, є куцистість, яка залежить від особливостей розвитку рослин, зокрема від здатності в конкретних умовах утворювати додаткові пагони. Процес куциння в сорго залежить від особливостей сорту та умов вирощування. Продуктивна куцистість є одним з основних елементів структури врожайності [23].

За всіх досліджуваних варіантів ширини міжрядь найбільшу продуктивну куцистість культури зафіксовано за норми висіву насіння 150 тис. шт./га, найменшу – за 250 тис. шт./га. В останньому випадку рослини обох сортів практично не куцилися – 1,0–1,1 шт. на рослину. Це пояснюється тим, що зі збіль-

шенням норми висіву насіння з 150 до 250 тис. шт./га зменшується площа живлення рослин, унаслідок чого рослини конкурують між собою, що негативно впливає на куцистість.

Зі збільшенням ширини міжрядь до 70 см чи зменшенням до 15 см кількість стебел на одній рослині зменшується внаслідок зміни форми площі живлення (табл. 2).

Таблиця 2

Біометричні показники рослин сортів сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норми висіву насіння (середнє за 2016–2020 рр.)

Сорт	Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Період				
			збирання				викидання волоті–цвітіння
			висота рослин, см	діаметр стебла, см	куцистість, шт./росл.	маса однієї рослини, г	площа листової поверхні однієї рослини, см ²
'Дніпровський 39'	15	150	128,4	1,5	1,5	174,2	1826
		200	134,7	1,6	1,5	167,8	1430
		250	133,1	1,4	1,4	153,2	1172
	45	150	130,9	1,6	1,9	185,6	2320
		200	137,3	1,7	1,8	177,6	1890
		250	134,8	1,5	1,7	169,2	1528
	70	150	127,8	1,4	1,2	131,4	1790
		200	131,1	1,3	1,1	124,1	1480
		250	129,4	1,3	1,0	114,3	1152
'Вінець'	15	150	119,5	1,5	1,8	158,6	1813
		200	120,4	1,5	1,6	150,3	1420
		250	119,6	1,4	1,5	141,5	1192
	45	150	120,3	1,5	2,0	162,3	2180
		200	121,8	1,6	1,9	157,6	1780
		250	120,7	1,4	1,8	143,1	1476
	70	150	118,9	1,3	1,4	124,3	1720
		200	120,7	1,3	1,2	116,3	1365
		250	120,1	1,2	1,1	112,8	1156
H _{IP} _{0,05} : A		1,13	0,068	0,062	1,62	9,38	
B		1,13	0,068	0,062	1,62	9,38	
C		0,75	0,047	0,041	1,08	6,25	
ABC		1,70	0,098	0,094	2,43	14,07	

Площа листової поверхні збільшувалася від фази куціння до фази повного цвітіння. Надалі вона починала зменшуватися до фази повної стиглості зерна через інтенсивне відмирання нижніх листків та припинення утворення нових. Найбільша площа листової поверхні однієї рослини спостерігалася за найменшою густиною в усіх досліджуваних варіантах [24].

У сорту 'Дніпровський 39' за норми висіву 150 тис. шт./га площа листової поверхні однієї рослини була максимальною у фазі цвітіння й за ширини міжрядь 15, 45 та 70 см становила 1826, 2320 та 1790 см². Із загущенням посівів цей показник зменшувався: за норми висіву 200 тис. шт./га – 1430, 1890 та 1480 см²; 250 тис. шт./га – 1172, 1528 та 1152 см² відповідно. Аналогічна закономірність спостерігалася і в сорту 'Вінець': за норми 150 тис. шт./га площа листової поверхні однієї рослини за ширини міжрядь 15, 45 та 70 см становила 1813, 2180 та 1720 см². Із загущенням посівів площа листової поверхні однієї рослини зменшувалась: 200 тис. шт./га – 1420, 1780 та 1365 см²; 250 тис. шт./га – 1192, 1476 та 1156 см² відповідно.

Найбільшою маса однієї рослини була за оптимальної ширини міжрядь (45 см): 169,2–185,6 г у сорту 'Дніпровський 39' та 143,1–162,3 г у сорту 'Вінець'.

Зменшення ширини міжрядь до 15 см і збільшення до 70 см та зменшення норми висіву до 150 тис. шт./га і збільшення до 250 тис. шт./га призводило до зниження біометричних показників, які є складниками врожайності культури.

Висновки

Найліпше розвивалися рослини сорго зернового за сівби із шириною міжрядь 45 см та нормою висіву 200 тис. шт./га, які й рекомендуються для вирощування культури в умовах Правобережного Лісостепу України.

За ширини міжрядь 45 см тривалість вегетаційного періоду обох досліджуваних сортів сорго зернового зменшувалася. Отримано високу польову схожість насіння, яка становила 88,7% у сорту 'Дніпровський 39' та 86,9% у сорту 'Вінець'. Біометричні показники росту й розвитку рослин у цьому варіанті досліду також були максимальними.

ми. Показники кущистості рослин, площі листової поверхні та маси однієї рослини зі збільшенням норми висіву насіння зменшувались.

Використана література

- Sarshad A., Talei D., Torabi M. et al. Morphological and biochemical responses of *Sorghum bicolor* (L.) Moench under drought stress. *SN Appl. Sci.* 2021. Vol. 3, Iss. 1. doi: 10.1007/s42452-020-03977-4
- Getachew G., Putnam, D., De Ben C., De Peters E. J. Potential of Sorghum as an Alternative to Corn Forage. *Am. J. Plant Sci.* 2016. Vol. 7, Iss. 7. P. 1106–1121. doi: 10.4236/ajps.2016.77106
- Somegowda V. K., Vemula A., Naravula J. et al. Evaluation of fodder yield and fodder quality in sorghum and its interaction with grain yield under different water availability regimes. *Current Plant Biology.* 2021. Vol. 25. 100191. doi: 10.1016/j.cpb.2020.100191
- Schittenhelm S., Schroetter S. Comparison of Drought Tolerance of Maize, Sweet Sorghum and Sorghum-Sudangrass Hybrids. *J. Agron. Crop Sci.* 2014. Vol. 200, Iss. 1. P. 46–53. doi: 10.1111/jac.12039
- Schlegel A. J., Assefa Y., Haag L. A. et al. Long-term tillage on yield and water use of grain sorghum and winter wheat. *Agron. J.* 2018. Vol. 11, Iss. 1. P. 269–280. doi: 10.2134/agronj2017.02.0104
- Valluru R., Valluru E. E., Gazave S. B. et al. Deleterious mutation burden and its association with complex traits in sorghum (*Sorghum bicolor*). *Genetics.* 2019. Vol. 211, Iss. 3. P. 1075–1087. doi: 10.1534/genetics.118.301742
- Kumar A. A., Anuradha K., Ramaiah B. et al. Recent advances in sorghum biofortification research. *Plant Breeding Reviews.* John Wiley & Sons, 2015. Vol. 39. P. 89–124. doi: 10.1002/9781119107743.ch03
- Kothari K., Ale S., Bordovsky J. P. et al. Simulation of efficient irrigation management strategies for grain sorghum production over different climate variability classes. *Agricult. Syst.* 2019. Vol. 170. P. 49–62. doi: 10.1016/j.agry.2018.12.011
- Marchini M., Marti A., Folli C. et al. Sprouting of Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench): Effect of Drying Treatment on Protein and Starch Features. *Foods.* 2021. Vol. 10, Iss. 2. 407. doi: 10.3390/foods10020407
- Каражбей Г. М., Тегун С. В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*Sorghum bicolor* L.) залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння. *Наукові праці ІБКіЦБ.* 2012. Вип. 14. С. 67–70.
- Matei Gh. Study on yield features of sweet sorghum hybrids grown in South West of Romania. *SGEM 2016 Conference Proceedings.* 2016. Book 6, Vol. 1. P. 783–790.
- Fernande C., Fromme D., Grichar J. Grain sorghum response to row spacing and plant populations in the Texas Coastal Bend Region. *Int. J. Agron.* 2012. Vol. 2012. Art. ID 238634. doi: 10.1155/2012/238634
- Крылов А. В., Филатов В. И. Продуктивность и основные показатели фотосинтетической деятельности зернового сорго в зависимости от нормы сева. *Кукуруза и сорго.* 2002. № 3. С. 21–24.
- Бойко М. О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. *Наук. вісник НУБІП України. Сер. : Агрономія.* 2016. Вип. 235. С. 33–39.
- Макаров Л. Х., Скорий М. В. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка). Херсон : Айлант, 2009. 224 с.
- Овсієнко І. А. Формування зернової продуктивності сорго залежно від агротехнічних заходів. *Корми і кормовиробництво.* 2015. Вип. 81. С. 146–151.
- Каленська С. М., Найденко В. М. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. *Наукові праці ІБКіЦБ.* 2018. Вип. 26. С. 67–75. doi: 10.47414/np.26.2018.211203
- Свиридова Л. А., Рожков А. О. Оцінка розвитку посівів сорго зернового за фенологічними спостереженнями. *Вісник ПДАА.* 2017. № 4. С. 18–23. doi: 10.31210/visnyk2017.04.02
- Ещенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця : Едельвейс і К, 2014. 332 с.
- Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії : у 2 кн. Кн. 1 : Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан. 2016. 316 с.
- Каталог сортів та гібридів лабораторії селекції соргових культур / Ін-т зернових культур НААН. Дніпро, 2017. 34 с.
- Бойко М. О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. *Таврійський науковий вісник.* 2017. Вип. 97. С. 18–22.
- Шепель Н. А. Сорго – интенсивная культура. Симферополь : Таврия, 1989. 192 с.
- Правдива Л. А. Фотосинтетична діяльність посівів сорго зернового залежно від способу сівби насіння. *Збірник наукових праць УНУС.* 2020. Вип. 97. Ч. 1. С. 61–71. doi: 10.31395/2415-8240-2020-97-1-61-71

References

- Sarshad A., Talei D., Torabi M., Rafiei F., & Nejatkhah, P. (2021). Morphological and biochemical responses of *Sorghum bicolor* (L.) Moench under drought stress. *SN Appl. Sci.*, 3(1). doi: 10.1007/s42452-020-03977-4
- Getachew, G., Putnam, D., De Ben, C., & De Peters, E. (2016). Potential of Sorghum as an Alternative to Corn Forage. *Am. J. Plant Sci.*, 7(7), 106–121. doi: 10.4236/ajps.2016.77106
- Somegowda, V. K., Vemula, A., Naravula, J., Prasad, G., Rayaprolu, L., Rathore, A., Blümmel, M., & Deshpande, S. (2021). Evaluation of fodder yield and fodder quality in sorghum and its interaction with grain yield under different water availability regimes. *Cur. Plant Biol.*, 25, 100191. doi: 10.1016/j.cpb.2020.100191
- Schittenhelm, S., & Schroetter, S. (2014). Comparison of Drought Tolerance of Maize, Sweet Sorghum and Sorghum-Sudangrass Hybrids. *J. Agron. Crop Sci.*, 200(1), 46–53. doi: 10.1111/jac.12039
- Schlegel, A. J., Assefa, Y., Haag, L. A., Thompson, C. R., & Stone, L. R. (2018). Long-Term Tillage on Yield and Water Use of Grain Sorghum and Winter Wheat. *Agron. J.*, 110(1), 269–280. doi: 10.2134/agronj2017.02.0104
- Valluru, R., Gazave, E. E., Fernandes, S. B., Ferguson, J., Lozano, R., Hirannaiah, P., ... Bandillo, N. (2019). Deleterious mutation burden and its association with complex traits in sorghum (*Sorghum bicolor*). *Genetics*, 211(3), 1075–1087. doi: 10.1534/genetics.118.301742
- Kumar, A. A., Anuradha, K., Ramaiah, B., Grando, S., Frederick, H., Rattunde, W., Virk, P., & Pfeiffer, W. H. (2015). Recent Advances in Sorghum Biofortification Research. In *Plant Breeding Reviews* (Vol. 39, pp. 89–124). John Wiley & Sons. doi: 10.1002/9781119107743.ch03
- Kothari, K., Ale, S., Bordovsky, J. P., Thorp, K. R., Porter, D. O., & Munster, C. L. (2019). Simulation of efficient irrigation management strategies for grain sorghum production over different climate variability classes. *Agricult. Syst.*, 170, 49–62. doi: 10.1016/j.agry.2018.12.011
- Marchini, M., Marti, A., Folli, C., Prandi, B., Ganino, T., Conte, P., ... Carini, E. (2021). Sprouting of Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench): Effect of Drying Treatment on Protein and Starch Features. *Foods*, 10(2), 407. doi: 10.3390/foods10020407
- Karazhbei, H. M., & Tehun, S. V. (2012). Productivity of *Sorghum bicolor* L. depending on the level of mineral nutrition and standing density. *Nauk. pracі Inst. bioenerg. kult. cukrov. burákviv* [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 14, 67–70. [in Ukrainian]
- Matei, Gh. (2016). Study on yield features of sweet sorghum hybrids grown in South West of Romania. *SGEM 2016 Conference Proceedings*, 6(1), 783–790.

12. Fernande, C., Fromme, D., & Grichar, J. (2012). Grain sorghum response to row spacing and plant populations in the Texas Coastal Bend Region. *Int. J. Agron.*, 2012, 238634. doi: 10.1155/2012/238634
13. Krylov, A. V., & Filatov, V. I. (2002). Productivity and main indicators of photosynthetic activity of grain sorghum depending on the sowing rate. *Kukuruz i sorgo* [Corn and Sorghum], 3, 21–24. [in Russian]
14. Boiko, M. O. (2016). Substantiation of agrotechnical methods of grain sorghum cultivation in the conditions of the South of Ukraine. *Naukovij visnik NUBIP Ukraïni. Seriâ Agronomiâ* [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Agronomy], 235, 33–39. [in Ukrainian]
15. Makarov, L. Kh., & Skoryi, M. V. (2009). *Soriz (tekhnohohiia, selektsiia, nasinnytstvo, pererobka)* [Soriz (technology, selection, seed processing)]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian]
16. Ovsienko, I. A. (2015). Formation of sorghum grain productivity depending on agrotechnical measures. *Kormi i kormovirobnictvo* [Feeds and Feed Production], 81, 146–151. [in Ukrainian]
17. Kalenska, S. M., & Naidenko, V. M. (2018). Yield of grain sorghum depending on the width between rows and fertilizer system. *Nauk. praci Ìnst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 26, 67–75. doi: 10.47414/np.26.2018.211203 [in Ukrainian]
18. Svyrydova, L. A., & Rozhkov, A. O. (2017). Estimation of grain sorghum crops development according to phenological observations. *Visnik Poltav's'koï derzhavnoï agrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy], 4, 18–23. [in Ukrainian]
19. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia: Edelweis i K. [in Ukrainian]
20. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshtop, Ye. A. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Knyha 1: Teoretychni aspekty doslidnoi spravy* [Experimenting in agronomy. Book 1. Theoretical aspects of experimenting]. Kharkiv: Maidan. [in Ukrainian]
21. Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine. (2017). *Kataloh sortiv ta hibrydiv laboratorii selektsii sorhovykh kultur* [Catalog of varieties and hybrids of the laboratory for selection of sorghum crops]. Dnipro: N.p. [in Ukrainian]
22. Boiko, M. O. (2017). Formation of the assimilation apparatus of grain sorghum hybrids depending on sowing dates and crop density. *Tavrjs'kij naukovij visnik* [Tavria Scientific Bulletin], 97, 18–22. [in Ukrainian]
23. Shepel, N. A. (1989). *Sorgo – intensivnaya kul'tura* [Sorghum is an intensive crop]. Simferopol: Tavriya. [in Russian]
24. Pravdyva, L. A. (2020). Photosynthetic efficiency of crops of grain sorghum in fallow according to the method of growing sorghum. *Zbirnik naukovih prac Umans'kogo nacional'nogo universitetu sadivnictva* [Collection of Scientific Papers of Uman National University of Horticulture], 97, 61–71. doi: 10.31395/2415-8240-2020-97-1-61-71

UDC 633.174:631.5

Pravdyva, L. A. (2021). Features of growth of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] plants depending on the width of rows and seeding rate in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(2), 139–145. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.2.2021.236521>

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 row spacing and sowing rate of sorghum seeds of grain varieties 'Dniprovskiy 39' and 'Vinets', to substantiate their influence on the growing season and biometric parameters of plants in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, laboratory, mathematical and statistical. **Results.** The most intensive growth and development of sorghum plants was observed when sowing seeds with a row spacing of 45 cm and a seeding rate of 200 thousand pieces/ha. In particular, the duration of the growing season under such conditions was the smallest: 108 days for the 'Dniprovskiy 39' variety and 106 days for the 'Vinets' variety. At the same time, the indicators of field seeds germination, plant height and stem diameter were maximum in the experiment: 'Dniprovskiy 39' – 88.7%, 137.3 cm and 1.7 cm, 'Vinets' – 86.9%, 121.8 cm and 1.6 cm, respectively. It was found that an increase in seeding rate reduced indicators of productive tillering, leaf area and weight per plant. The most intense tillering of sorghum plants was observed at a seeding rate of 150

and 200 thousand pieces/ha for all the studied variants of the row spacing: on average, up to two panicles well filled with grain per plant, depending on the varietal characteristics. At the rate of 250 thousand pieces/ha, tillering of plants in both varieties was somewhat weaker – 1.0–1.1 panicles per plant. The largest indicators of leaf surface area and weight of one plant were with a row spacing of 45 cm: 1528–2320 cm² and 169.2–185.6 g in the variety 'Dniprovskiy 39' and 1476–2180 cm² and 143.1–162.3 g in the variety 'Vinets' depending on planting density. Reduction of row spacing up to 15 cm and its increase up to 70 cm led to a decrease in the main parameters of plant growth and development. **Conclusions.** Sorghum plants developed better when sown with a row spacing of 45 cm and a seeding rate of 200 thousand pieces/ha, which were recommended for growing crops in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Keywords: varieties; vegetation period; field germination of seeds; biometric indicators.

*Надійшла / Received 15.05.2021
Погоджено до друку / Accepted 24.06.2021*