

Особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та удобрення

В. М. Найденко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, e-mail: valentya.naidenko@gmail.com

Мета. Встановити сортові особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норм удобрення азотними добривами. **Методи.** Лабораторний, польовий, статистичний. **Результати.** Наведені дані щодо особливостей формування елементів структури та врожайності сорго зернового залежно від сортових особливостей, ширини міжрядь та рівня мінерального живлення. Сорго зернове, як і більшість злакових культур має властивість кущитись, що за сприятливих умов дозволяє формувати на бічних пагонах до 25–45% врожаю. За сівби сорго зернового з нормою висіву 190 тис. шт./га та шириною міжрядь 35, 50 та 70 см відповідно отримали однакову площу живлення рослин – 526 см², відстань між рослинами в рядку становила 15, 10,5 та 7,5 см відповідно. У середньому по досліді в гібриду сорго 'Лан 59' формувалось 866,9 зерен на волоть, а от максимальні показники відмічались за ширини міжрядь 70 см та удобрення Фон (к) + N₄₀ – 1035,1 шт. У гібриду 'Brigga F1' в середньому по досліді було 554,3 шт. зерен на волоть, а за ширини міжрядь 70 см та удобрення азотними добривами N₂₀₋₆₀ 595,7–602,4 шт. відповідно. Аналогічні показники було отримано і в гібриду 'Burggo F1' за норми удобрення Фон (к) + N₄₀ – 961,7, а в середньому по досліді гібрид формував 858,6 шт. зерен на волоть. Маса зерна з однієї рослини дозволяє повною мірою оцінити індивідуальну продуктивність рослин досліджуваних гібридів. Найкращі показники маси зерна з рослини були отримані за ширини міжрядь 50 см і норми удобрення Фон (к) + N₆₀. Так, у середньому по досліді в гібриду 'Лан 59' формувалось 41,2 г насінин на одній рослині, у гібрида 'Brigga F1' – 63,4, у гібрида 'Burggo F1' – 64,0. Найкращі показники маси 1000 насінин були отримані за ширини міжрядь 50 см і норми удобрення Фон (к) + N₆₀, а саме у 'Лан 59' – 37,3, 'Brigga F1' – 37,4, 'Burggo F1' – 30,2 г. **Висновки.** Зміна ширини міжрядь і рівня мінерального живлення зумовлюють зміни у формуванні структурних компонентів урожайності гібридів сорго зернового – продуктивної кущистості, кількості волотей на одному гектарі, кількості зерен у волоті, маси зерна з рослини, з волоті та маси 1000 насінин, які визначають індивідуальну продуктивність рослин.

Ключові слова: сорго зернове (*Sorghum bicolor* L.); гібрид; структура врожайності; продуктивна кущистість; кількість і маса зерен; волоть.

Вступ

Оптимізація елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і сорго зернового дозволяє суттєво впливати на формування елементів структури врожаю і цим самим формувати високу і сталу продуктивність посівів [1, 2]. Адже реалізація біологічного потенціалу гібридів пов'язана не тільки з оптимізацією умов вирощування, а й з особливостями формування елементів структури врожаю [3, 4].

Зернове сорго в жорстких за значенням гідротермічного коефіцієнту умовах здатне формувати достатньо стійкі та економічно доцільні врожаї зерна з показниками якості, що дозволяють його багатовекторне використання [5–7]. Останні роки воно все частіше асоціюється з джерелом сировини для виробництва біопалива [8, 9]. Однак, на сьо-

годні, одним із стримуючих факторів вирощування сорго є недосконалість зональних технологій вирощування культури, котрі не дають змоги реалізувати врожайний потенціал нових сортів і гібридів, невідповідність технології вирощування їхнім біологічним особливостям [10]. Оптимізація елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і сорго зернового дозволяє суттєво впливати на формування елементів структури врожаю і цим самим формувати високу і сталу продуктивність посівів [11, 12]. Адже реалізація біологічного потенціалу гібридів пов'язана не тільки з оптимізацією умов вирощування, а й з особливостями формування елементів структури врожаю [13].

Так, до основних елементів структури врожаю сорго зернового можна віднести такі показники як: продуктивна кущистість (кількість стебел з волотями на одну рослину), кількість волотей на одному гектарі, кількість зерен у волоті, маса зерна з рослини, з волоті та маса 1000 насінин [14].

Valentya Naidenko
<https://orcid.org/0000-0002-5613-0088>

Мета досліджень – встановити сортові особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та норм удобрення азотними добривами.

Матеріали та методика досліджень

Польовий трифакторний дослід закладався і проводився впродовж 2015–2017 рр. у ТОВ «Біотех ЛТД», яке знаходиться в центральній частині Бориспільського району Київської області Лівобережної Лісостепої зони України.

Основні ґрунтоутворні породи в Лісостепу – леси та лесовидні суглинки, різні за механічним складом. Ґрунт дослідного поля – темно-сірий опідзолений на лесовидних суглинках, вміст гумусу 2,8%, легкогідролізованого азоту 37,8 мг/кг, фосфору 305 мг/кг, калію 342 мг/кг. Ємність поглинання 27,9 мг-екв/100 г, гідролітична кислотність 2,6 мг-екв/100 г, ступінь насичення основами 86,3%, рН сольове 6,0. Ґрунт високозабезпечений рухомими сполуками фосфору та калію і дуже низькозабезпечений легкогідролізованим азотом. Бонітет ґрунту – 59 балів, свідчить про те, що ґрунт дослідної ділянки має сприятливі агрофізичні властивості та відносно високу природну родючість.

Аналіз погодних умов показав, що в 2015 році середньодобова температура повітря у квітні–травні була нижчою на 1,5 °С багаторічної норми, а от у червні – вище на 0,4 °С, у серпні та вересні вищою на 1,8 та 2,8 °С відповідно. На відміну від попереднього вегетаційного періоду 2016 рік виявився прохолоднішим і лише у квітні середньодобова температура була на 1,2 °С вище норми, решту місяців – нижче норми. А от у 2017 році незначні перевищення середньодобової температури були в квітні, серпні та вересні. У травні та липні температура повітря була на 2,3 та 2,0 °С нижчою багаторічних значень.

Що стосується опадів, то їхня кількість за період активної вегетації культур за роки проведення досліджень була значно меншою багаторічної норми. Так, у 2015 році лише в травні та жовтні спостерігалось незначне переважання кількості опадів на 13,7 та 3,6 мм відповідно. Максимальна нестача опадів була у квітні (25,0 мм), червні (45,0 мм), серпні (51,6 мм) та вересні (27,4 мм). У 2016 році надходження опадів за місяцями вегетаційного періоду було доволі екстремальним та, як наслідок, спостерігалось значне відхилення від норми. Так, у травні випало на 126,7 мм опадів

більше норми, у червні – 82,9, у жовтні – 81,9 мм, а нестача опадів спостерігалась в серпні та вересні.

У той самий час у 2017 році впродовж активної частини вегетаційного періоду спостерігали постійну нестачу опадів (на 8,2–44,9 мм нижче норми) і лише в жовтні їх випало на 44,6 мм більше норми.

Отже, у цілому, кліматичні умови зони проведення досліджень були сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема й тому числі і сорго зернового.

Трифакторний польовий дослід закладався за наступною схемою: *фактор А* – гібриди сорго зернового: ‘Лан 59’ (к), ‘Burggo F1’, ‘Brigga F1’; *фактор Б* – норма удобрення азотними добривами: $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон (контроль); $\Phi + N_{20}$; $\Phi + N_{40}$; $\Phi + N_{60}$; *фактор В* – ширина міжрядь, см: 35, 50, 70 (к).

Технологія вирощування сорго зернового на дослідних ділянках була загальноприйнятою для зони Лівобережного Лісостепу України крім варіантів застосування різних технологічних прийомів, запланованих відповідно до схеми дослідів. Згідно зі схемою дослідів під сорго зернове, попередником якого була озима пшениця, восени під оранку (30 см) вносили $N_{60}P_{60}K_{60}$ у формі нітроамофоски (16:16:16). У варіантах додаткового застосування азотних добрив їх вносили навесні під передпосівну культивуацію у формі аміачної селітри (34,5%).

Площа посівної ділянки 56 м², облікової – 35 м²; повторність – чотириразова.

Дослідження виконували відповідно до методики дослідної справи, а статистичний аналіз проводили за дисперсійним та кореляційно-регресійним методами [15].

Результати досліджень

Показник продуктивної куцистості надзвичайно важливий для формування продуктивності рослин, так як сорго зернове, як і більшість злакових культур має властивість куцитись, що за сприятливих умов дозволяє формувати на бічних пагонах до 25–45% врожаю. Дані з вивчення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на куцистість, кількість волотей і кількість зерен у волоті наведено в таблиці 1.

За сівби сорго зернового з нормою висіву 190 тис. шт./га та ширини міжрядь 35, 50 і 70 см відповідно отримали однакову площу живлення рослин – 526 см², відстань між рослинами в рядку становила 15, 10,5 та 7,5 см відповідно.

Таблиця 1

Куцистість, кількість волотей і кількість зерен у волоті сорго зернового залежно від елементів технології вирощування (середнє за 2015–2017 рр.)

Ширина міжрядь, см	Норма добрив, кг/га	Продуктивна куцистість, шт.	Кількість волотей на 1 га, тис. шт.	Кількість зерен у волоті, шт.
'Лан 59' (к)				
35	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон (к)	1,40	202,1	788,3
	Ф + N ₂₀	1,44	208,9	789,3
	Ф + N ₄₀	1,49	216,2	817,1
	Ф + N ₆₀	1,54	222,5	795,7
50	Ф (к)	1,30	188,5	812,8
	Ф + N ₂₀	1,34	193,3	826,5
	Ф + N ₄₀	1,43	207,5	831,2
	Ф + N ₆₀	1,48	213,2	812,4
70	Фон (к)	1,06	148,9	933,7
	Ф + N ₂₀	1,07	151,7	947,3
	Ф + N ₄₀	1,08	151,9	1035,1
	Ф + N ₆₀	1,10	155,3	1013,2
'Brigga F1'				
35	Ф (к)	3,10	456,3	492,5
	Ф + N ₂₀	3,16	465,6	504,8
	Ф + N ₄₀	3,19	469,0	524,3
	Ф + N ₆₀	3,24	473,4	521,8
50	Ф (к)	3,00	442,6	552,8
	Ф + N ₂₀	3,04	444,3	565,1
	Ф + N ₄₀	3,13	463,1	559,0
	Ф + N ₆₀	3,18	466,2	556,6
70	Ф (к)	2,76	399,6	577,4
	Ф + N ₂₀	2,77	399,6	592,7
	Ф + N ₄₀	2,78	404,2	602,5
	Ф + N ₆₀	2,80	405,7	602,4
'Burggo F1'				
35	Ф (к)	2,49	361,2	784,1
	Ф + N ₂₀	2,52	367,1	796,3
	Ф + N ₄₀	2,59	377,3	796,9
	Ф + N ₆₀	2,64	385,1	780,4
50	Ф (к)	2,40	349,7	841,1
	Ф + N ₂₀	2,44	353,7	855,5
	Ф + N ₄₀	2,53	367,6	848,7
	Ф + N ₆₀	2,58	374,4	836,7
70	Ф (к)	2,16	307,2	912,0
	Ф + N ₂₀	2,17	309,2	941,1
	Ф + N ₄₀	2,18	310,7	961,7
	Ф + N ₆₀	2,20	314,1	949,2
НІР _{0,05}		0,12	213	10

Ефективність площі живлення сорго зернового визначається співвідношенням сторін прямокутника як: 2,3:1; 4,8:1 та 9,3:1 відповідно до ширини міжрядь. Тому вважається, що в посівах з шириною міжрядь 50 см можна рівномірніше розподілити рослини сорго зернового. У той самий час застосування ширини міжрядь 35 см без збільшення норми висіву не дозволяє оптимально розташувати рослини в рядку, відповідно

їх недостатньо для створення нормальної щільності посівів. За рахунок надходження частини сонячного світла до поверхні ґрунту активізуються бур'яни, збільшується випаровування вологи, погіршується мікроклімат посівів у цілому.

Як свідчать результати проведених досліджень продуктивна куцистість сорго зернового насамперед залежить від біологічних особливостей досліджуваних гібридів. Так,

‘Лан 59’ у середньому по досліді формував 1,31 шт. продуктивних стебел, ‘Burggo F1’ – 2,41 шт. та ‘Brigga F1’ – 3,01 шт.

Збільшення норми застосування азотних добрив загалом сприяло зростанню кількості продуктивних стебел, однак цей показник достовірно статистично не відрізнявся (відхилення перебували в межах НІР). Це можна пояснити тим, що з фізіологічної точки зору впродовж 35–40 днів після появи сходів ріст вегетативної маси сорго зернового достатньо слабкий, а отже й споживання азоту незначне. Тому, кількості азотних добрив внесених восени достатньо для нормального кущення рослин сорго. Потреба в азотних добривах, що виникала в рослин на наступних етапах росту й розвитку їх, уже не могла вплинути на формування кількості стебел з розрахунку на одну рослину.

Що стосується різної ширини міжрядь, то зі збільшенням відстані в міжряддях, зменшувалась продуктивна кущистість рослин в усіх досліджуваних гібридах. Зважаючи на те, що відстані між рослинами в рядку, за ширини міжрядь 35, 50 та 70 см, становили 15, 10,5 та 7,5 см відповідно, кращі умови для формування більшої кількості продуктивних стебел були за ширини міжрядь 35 см.

Дослідження показали, що кількість волотей сорго зернового залежала від біологічних особливостей досліджуваного гібриду та елементів технології вирощування, що вивчались. У цілому кількість волотей з розрахунку на одиницю площі відповідала густоті рослин та їхній продуктивній кущистості. Так, у гібриду ‘Лан 59’ максимальна кількість волотей була на варіантах з шириною міжрядь 35 см та залежно від застосування норми азотного удобрення змінювалась від 148,9 до 222,5 тис. шт./га. Цілком закономірно, що зі збільшенням ширини міжрядь кількість волотей зменшувалась, так як і зменшувалась продуктивна кущистість рослин сорго.

Аналогічні закономірності зміни кількості волотей з розрахунку на гектар були отримані й за вирощування гібридів ‘Brigga F1’ та ‘Burggo F1’.

Кількість зерен у волоті є одним з важливих елементів структури врожаю сорго зернового. У середньому по досліді в гібриду сорго ‘Лан 59’ формувалось 866,9 зерен, а максимальні показники відмічались за ширини міжрядь 70 см та удобрення Фон (к) + N_{40} – 1035,1 шт.

У гібриду ‘Brigga F1’ в середньому по досліді було 554,3 зерен/волоть, а за ширини міжрядь 70 см та удобрення азотними доб-

ривами N_{20-60} відповідно 592,7–602,4 шт. Аналогічні показники були отримані в гібриду ‘Burggo F1’ – щодо насінневої продуктивності кращими виявились міжряддя 70 см та норма удобрення Фон (к) + N_{40} – 961,7, а в середньому по досліді гібрид формував 858,6 зерен/волоть.

Отже, сівбу з шириною міжрядь 70 см можна використовувати для прискореного розмноження насіння сорго зернового, оскільки за таких умов отримали максимальну насінневу продуктивність рослин з розрахунку на одну волоть. Однак, у випадку вирощування гібридного насіння розмноження його є неефективним у зв’язку з подальшим розщепленням гібридів. За умови вирощування сортів такої агроприйоми може суттєво здешевити технологію вирощування сорго за рахунок ведення власного насінництва.

Дані з визначення впливу елементів технології вирощування сорго зернового на масу зерна з рослини, з волоті та масу 1000 насінин наведено в таблиці 2.

Маса зерна з однієї рослини дозволяє повною мірою оцінити індивідуальну продуктивність рослин досліджуваних гібридів. Так, у середньому по досліді в гібриду ‘Лан 59’ формувалось 41,2 г насінин на одній рослині, у гібриду ‘Brigga F1’ – 63,4, а в гібриду ‘Burggo F1’ – 60,3.

Загалом маса зерна з однієї рослини значно залежала від досліджуваних факторів та в гібриду ‘Лан 59’ була максимальною за ширини міжрядь 50 см і норми удобрення Фон (к) + N_{60} – 45,7 г, у гібриду ‘Brigga F1’ за такого ж варіанту досліді – 68,2 г, а в гібриду ‘Burggo F1’ – 64,0 г.

Маса 1000 зерен характеризує взаємодію генотипу досліджуваних гібридів з середовищем, в якому їх вирощували в процесі формування продуктивності залежно від впливу досліджуваних елементів технології вирощування. Досліджувана ознака змінювалась залежно від особливостей умов вирощування, досягаючи свого максимуму в роки з достатнім забезпеченням вологою та теплом.

Маса окремих зерен однієї і тієї ж культури значно коливалась залежно від сорту, року врожаю, району зростання, ступеня виповненості та ін. Серед ярих зернових культур сорго має найдрібніше насіння, а його гібриди значно різняться за масою 1000 насінин. Так, маса 1000 насінин у гібриду ‘Лан 59’ в середньому по досліді була 36,7 г, у гібриду ‘Brigga F1’ – 38,1, а в гібриду ‘Burggo F1’ – 29,3.

Таблиця 2

**Маса зерна з рослини, з волоті та маса 1000 насінин
залежно від елементів технології вирощування (середнє за 2015–2017 рр.)**

Ширина міжрядь, см	Норма внесення добрив, кг/га	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Маса зерна з волоті, г
‘Лан 59’				
35	$N_{60} P_{60} K_{60} + \text{Фон (к)}$	39,0	35,3	27,8
	$\Phi + N_{20}$	40,4	35,5	28,0
	$\Phi + N_{40}$	43,4	35,6	29,1
	$\Phi + N_{60}$	43,8	35,7	28,4
50	Φ (к)	39,3	37,2	30,3
	$\Phi + N_{20}$	41,6	37,6	31,1
	$\Phi + N_{40}$	45,2	38,0	31,6
	$\Phi + N_{60}$	45,7	38,1	30,9
70	Φ (к)	35,9	36,3	33,9
	$\Phi + N_{20}$	37,5	36,9	35,0
	$\Phi + N_{40}$	41,5	37,0	38,3
	$\Phi + N_{60}$	41,4	37,1	37,6
‘Brigga F1’				
35	Φ (к)	57,3	37,5	18,5
	$\Phi + N_{20}$	59,9	37,6	19,0
	$\Phi + N_{40}$	62,9	37,6	19,7
	$\Phi + N_{60}$	63,6	37,6	19,6
50	Φ (к)	63,6	38,4	21,2
	$\Phi + N_{20}$	66,0	38,4	21,7
	$\Phi + N_{40}$	67,3	38,5	21,5
	$\Phi + N_{60}$	68,2	38,5	21,4
70	Φ (к)	60,5	38,0	21,9
	$\Phi + N_{20}$	62,8	38,2	22,6
	$\Phi + N_{40}$	64,1	38,3	23,0
	$\Phi + N_{60}$	64,6	38,3	23,1
‘Burggo F1’				
35	Φ (к)	56,4	28,9	22,7
	$\Phi + N_{20}$	58,1	29,0	23,1
	$\Phi + N_{40}$	59,8	29,0	23,1
	$\Phi + N_{60}$	60,0	29,1	22,7
50	Φ (к)	59,6	29,5	24,8
	$\Phi + N_{20}$	61,7	29,6	25,3
	$\Phi + N_{40}$	63,6	29,6	25,1
	$\Phi + N_{60}$	64,0	29,6	24,8
70	Φ (к)	57,4	29,1	26,6
	$\Phi + N_{20}$	59,8	29,2	27,5
	$\Phi + N_{40}$	61,4	29,3	28,1
	$\Phi + N_{60}$	61,3	29,4	27,9
НІР _{0,05}		0,23	0,14	0,18

Аналогічно з показниками маси зерен з рослини маса 1000 насінин залежала від досліджуваних факторів та вирощування рослин за ширини міжрядь 50 см виявилось найоптимальнішим. За умови застосування добрив на рівні $\text{Фон (к)} + N_{40-60}$ отримали максимальні показники маси 1000 насінин відповідно до біологічних особливостей досліджуваних гібридів.

Показник маси зерен з волоті залежав від впливу досліджуваних елементів технології та визначався продуктивною кущистістю, густиною та масою 1000 насінин.

Застосування азотних добрив у цілому незначно сприяло збільшенню маси зерен з волоті, а біологічні особливості досліджуваних гібридів та ширина міжрядь суттєвіше впливали на формування даної ознаки. Так,

у середньому по досліді в гібриду 'Лан 59' маса зерен з волоті була 31,8, 'Brigga F1' – 21,1, 'Burggo F1' – 25,1 г. А за умови висівання досліджуваних гібридів з шириною міжрядь 70 см отримали максимальні значення маси зерен у волоті.

Висновки

Як свідчать результати проведених досліджень, продуктивна куцистість сорго зернового в першу чергу залежить від біологічних особливостей досліджуваних гібридів. Збільшення норми застосування азотних добрив у цілому сприяло зростанню кількості продуктивних стебел, однак цей показник достовірно статистично не відрізнявся (відхилення перебували в межах НІР). Це можна пояснити тим, що з фізіологічної точки зору впродовж 35–40 днів після появи сходів ріст вегетативної маси сорго зернового достатньо слабкий, а отже й незначне споживання азоту. Тому, кількість азотних добрив внесених восени, достатня для нормального куцання рослин сорго. Потреба в азотних добривах, що виникала в рослин на наступних етапах їхнього росту та розвитку вже не могла вплинути на формування кількості стебел з розрахунку на одну рослину.

Що стосується різної ширини міжрядь, то зі збільшенням відстані в міжряддях зменшувалась продуктивна куцистість рослин в усіх досліджуваних гібридах. Зважаючи на те, що відстані між рослинами в рядку, за ширини міжрядь 35, 50 та 70 см, становили 15, 10,5 та 7,5 см відповідно, кращі умови для формування більшої кількості продуктивних стебел були за ширини міжрядь 35 см. Дослідження показали, що кількість волотей сорго зернового залежала від біологічних особливостей досліджуваного гібриду та елементів технології вирощування, що вивчались. У цілому ж кількість волотей з розрахунку на одиницю площі відповідала густоті рослин та їхній продуктивній куцистості.

Застосування азотних добрив у цілому незначно сприяло збільшенню маси зерен з волоті, а біологічні особливості досліджуваних гібридів та ширина міжрядь суттєвіше впливали на формування даної ознаки.

Маса зерна з однієї рослини, 1000 насінин значною мірою залежала від досліджуваних факторів, вирощування рослин з шириною міжрядь 50 см виявилось найоптимальнішим. За удобрення азотними добривами за умови їхнього застосування на рівні Фон (к) + N₄₀₋₆₀ отримали максимальні показники маси 1000 насінин відповідно до біологічних особливостей досліджуваних гібридів.

Використана література

1. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. та ін. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України. Херсон, 2017. 208 с.
2. Boiko M. O. The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids. *Науковий вісник НУБіП України. Сер. : Агрономія*. 2016. Вип. 235. С. 33–39.
3. Saballos A. Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop. *Genetic Improvement of Bioenergy Crops* / W. Vermerris (eds). New York : Springer Sci., 2008. P. 211–248. doi: 10.1007/978-0-387-70805-8_8
4. Almodares A., Hadi M. R., Ranjbar M., Taheri R. The effects of nitrogen treatments, cultivars and harvest stages on stalk yield and sugar content in sweet sorghum. *Asian J. Plant Sci.* 2007. Vol. 6, Iss. 2. P. 423–426. doi: 10.3923/ajps.2007.423.426
5. Шепель Н. А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. 448 с.
6. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків, 2014. 229 с.
7. Каленська С. М., Найдено В. М. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. *Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. Вип. 26. С. 65–75.
8. Лапа О. М., Свиридов А. М., Щербаков В. Я., Фарафонов В. А. Вирощування зернового сорго в умовах України. Одеса, 2008. 36 с.
9. Базалій В. В., Бойко М. О., Алмашова В. С., Онищенко С. О. Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 91. С. 3–6.
10. Климович П. В. Ефективність доз і строків застосування добрив під сорго зернове на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.04 «Агрохімія» / ННЦ «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського». Харків, 2007. 22 с.
11. Макаров Л. Х. Соргові культури. Херсон : Айлант, 2006. 263 с.
12. Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. та ін. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти. Дніпропетровськ, 2011. 63 с.
13. Steiner J. L. Dryland grain sorghum water use, light interception, and growth responses to planting geometry. *Agron. J.* 1986. Vol. 78, Iss. 4. P. 720–726. doi: 10.2134/agronj1986.00021962007800040032x
14. Гринюк І. П. Соргові культури як сировина для виробництва біопалива залежно від удобрення та строку збирання в Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / НУБіП України. Київ, 2013. 21 с.
15. 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. Fedorchuk, M. I., Kokovikhin, S. V., Kalenska, S. M., Rakhmetov, D. B., Fedorchuk, V. H., Filipova, I. N., ... Panfilova, A. V. (2017). *Naukovo-teoretychni zasady ta praktychni aspekty formuvannia ekoloho-bezpechnykh tekhnolohii vyroshchuvannia ta pererobky sorho vstepovii zoni Ukrainy* [Scientific-theoretical foundations and practical aspects of formation of ecologically safe technologies of cultivation and processing of sorghum in the steppe zone of Ukraine]. Kherson: N.p. [in Ukrainian]
2. Boiko, M. O. (2016). The impact of crop density and sowing time on the yield structure of grain sorghum hybrids. *Naukovij visnik NUBIP Ukraini. Seria Agronomia* [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Agronomy], 235, 33–39. [in Ukrainian]
3. Saballos, A. (2008). Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop. In W. Vermerris (Eds.), *Genetic Improvement*

- of *Bioenergy Crops* (pp. 211–248). New York: Springer Sci. doi: 10.1007/978-0-387-70805-8_8
4. Almodares, A., Hadi, M. R., Ranjbar, M., & Taheri, R. (2007). The effects of nitrogen treatments, cultivars and harvest stages on stalk yield and sugar content in sweet sorghum. *Asian J. Plant Sci.*, 6(2), 423–426. doi: 10.3923/ajps.2007.423.426
 5. Shepel N. A. (1994). *Sorgo* [Sorghum]. Volgograd: Komitet po pechati. [in Russian]
 6. Ermantraut, E. R., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., & Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperymentu (u roslynnytstvi)* [Method of selection experiment (in crop production)]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
 7. Kalenska, S. M., & Naidenko, V. M. (2018). Yield of grain sorghum depending on inter-row spacing and fertilizing system. *Nauk. praci Inst. bioenerg. kult. cukrov. burakiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 26, 65–75. [in Ukrainian]
 8. Lapa, O. M., Svyrydov, A. M., Shcherbakov, V. Ya., & Farafonov, V. A. (2008). *Vyroshchuvannya zernovoho sorho v umovakh Ukrainy* [Growing grain sorghum in the conditions of Ukraine]. Odesa: N.p. [in Ukrainian]
 9. Bazalii, V. V., Boiko, M. O., Almashova, V. S., & Onyshchenko, S. O. (2015). Vegetable aspects and agro-ecological principles of grain sorghum cultivation in southern Ukraine. *Tavriskij Naukovij Visnik* [Tavria Scientific Bulletin], 91, 3–6. [in Ukrainian]
 10. Klymovych, P. V. (2007). *Efektivnist doz i strokiv zastosuvannya dobryv pid sorho zernove na chornozemi opidzolenomu Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy* [The efficiency of rates and terms of fertilizer application under grain sorghum on chornozem opodzolic of the Right-Bank Forest-Steppe Zone of Ukraine] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research n.a. O. N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine. [in Ukrainian]
 11. Makarov, L. Kh. (2006). *Sorhovi kultury* [Sorghum cultures]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian]
 12. Cherenkov, A. V., Shevchenko, M. S., Dziubetskyi, B.V., Cherchel, V. Yu., Bodenko, N. A., Yalanskyi, O. V., ... Benda, R. V. (2011). *Sorhovi kultury: tekhnolohiia, vykorystannia, hibrydy ta sorty* [Sorghum crops: technology, use, hybrids and varieties]. Dnipropetrovsk: Royal Print. [in Ukrainian]
 13. Steiner, J. L. (1986). Dryland grain sorghum water use, light interception, and growth responses to planting geometry. *Agron. J.*, 78(4), 720–726. doi: 10.2134/agronj1986.00021962007800040032x
 14. Hryniuk, I. P. (2013). *Sorhovi kultury yak syrovyna dlia vyrobnytstva biopalyva zalezno vid udobrennia ta stroku zbyrannia v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy* [Sorghum crops as raw material for biofuel production depending on fertilizing and harvesting time in the Right-bank Forest Steppe of Ukraine] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). NULES of Ukraine, Kyiv, Ukraine [in Ukrainian].
 15. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0* [Statistical analysis of agronomic study data in the Statistica 6.0 software suite]. Kyiv: PolihrafKonsaltnyh. [in Ukrainian]

УДК 633.62:631.5

Найденко В. М. Особенности формирования элементов структуры урожая сорго зернового в зависимости от ширины междурядий и удобрения // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 3. Р. 288–295. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181086>

Національний університет біоресурсів і природопольовання України, ул. Героїв Оборони, 15, г. Київ, 03041, Україна, e-mail: valentyyna.naidenko@gmail.com

Цель. Установить сортовые особенности формирования элементов структуры урожая сорго зернового в зависимости от ширины междурядий и норм удобрения азотными удобрениями. **Методы.** Лабораторный, полевой, статистический. **Результаты.** Приведены данные об особенностях формирования элементов структуры и урожайности сорго зернового в зависимости от сортовых особенностей, ширины междурядий и уровня минерального питания. Сорго зерновое, как и большинство злаковых культур имеет свойство куститься, что при благоприятных условиях позволяет формировать на боковых побегах до 25–45% урожая. При посеве сорго зернового с нормой высева 190 тыс. шт./га и шириной междурядий 35, 50 и 70 см соответственно получили одинаковую площадь питания растений – 526 см², расстояние между растениями в рядке составляло 15, 10,5 и 7,5 см соответственно. В среднем по опыту у гибрида сорго ‘Лан 59’ формировалось 866,9 зерен на метёлку, а вот максимальные показатели отмечались при ширине междурядий 70 см и удобрения Фон (к) + N₄₀ – 1035,1 шт. У гибрида ‘Brigga F1’ в среднем по опыту было 554,3 шт. зерен на метёлку, а при ширине междурядий 70 см и удобрения азотными удобрениями N_{20–60} 595,7–602,4 шт. соответственно. Аналогичные показатели были получе-

ны и у гибрида ‘Burggo 1’ при норме удобрения Фон (к) + N₄₀ – 961,7, а в среднем по опыту гибрид формировал 858,6 шт. зерен на метёлку. Масса зерна с одного растения позволяет в полной мере оценить индивидуальную продуктивность растений исследуемых гибридов. Наилучшие показатели массы зерна с растения были получены при ширине междурядий 50 см и норме удобрения Фон (к) + N₆₀. Так, в среднем по опыту у гибрида ‘Лан 59’ формировалось 41,2 г семян на одном растении, у гибрида ‘Brigga F1’ – 63,4, ‘Burggo F1’ – 64,0. Наилучшие показатели массы 1000 семян были получены при ширине междурядий 50 см и норме удобрения Фон (к) + N₆₀, а именно у ‘Лан 59’ – 37,3, ‘Brigga F1’ – 37,4, ‘Burggo F1’ – 30,2 г. **Выводы.** Изменение ширины междурядий и уровня минерального питания обуславливают изменения в формировании структурных компонентов урожайности гибридов сорго зернового – продуктивной кустистости, количества метёлок на одном гектаре, количество зерен в метёлке, массы зерна с растения, с метёлки и массы 1000 семян, которые определяют индивидуальную продуктивность растений.

Ключевые слова: сорго зерновое (*Sorghum bicolor* L.); гибрид; структура урожайности; продуктивная кустистость; количество и масса зерен; метелка.

UDC 633.62:631.5

Naidenko, V. M. (2019). Features of formation of grain sorghum yield structure elements in dependence on inter-row spacing and fertilizing. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(3), 288–295.
<https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181086>

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine,
 e-mail: valentyna.naidenko@gmail.com*

Purpose. Reveal varietal features of formation grain sorghum yield structure elements depending on inter-row spacing and fertilizing doses of nitrogen fertilizers.

Methods. Laboratory, field, statistical. **Results.** Data on features of structural elements formation and productivity of grain sorghum in dependence on varietal characteristics, inter-row spacing and level of mineral nutrition are presented. An important indicator for plant productivity formation is productive tillering, since grain sorghum, like most cereals, has the ability to tiller, which under favourable conditions allows forming up to 25–45% of yield on the side shoots. In our case, sowing of grain sorghum with sowing rate 190 thousand pcs./ha and inter-row spacing 35, 50 and 70 cm, respectively, we got the same plant nutrition area – 526 cm²; the distance between plants in the row is 15, 10.5 and 7.5 cm, respectively. The average number of grains per panicle in the sorghum hybrid 'Lan 59' according to the experiment was 866.9 grains, but the maximum values were observed with inter-row spacing 70 cm and fertilizers N₆₀P₆₀K₆₀ + N₄₀ – 1035.1 pcs. In hybrid 'Brigga F1', on the average in the experiment was 554.3 pcs. grains/panicle, and with inter-row spacing 70 cm and fertilizing by nitrogen fertilizers N₂₀₋₆₀ respectively

595.7 – 602.4 pcs. We obtained similar indicators in hybrid 'Burggo F1' and fertilizing rate N₆₀P₆₀K₆₀ + N₄₀ – 961.7, but on average, in the experiment, the hybrid formed 858.6 pcs. grains/panicle. Mass of grain from one plant allows fully evaluate individual productivity of plants of studied hybrids. The best indicators of grain mass per plant were obtained with inter-row spacing 50 cm and fertilizing rates N₆₀P₆₀K₆₀ + N₆₀. So, on average, in the experiment in hybrid 'Lan 59', 41.2 g of seeds were formed per one plant, in the hybrid 'Brigga F1' – 63.4 g, in the hybrid 'Burggo F1' – 64.0 g. The best weight parameters of 1000 seeds were obtained with the inter-row spacing 50 cm and fertilizing rates N₆₀P₆₀K₆₀ + N₆₀, that is, 'Lan 59' – 37.3 g, 'Brigga F1' – 37.4 g, 'Burggo F1' – 30.2 g.

Conclusions. Changes in inter-row spacing and level of mineral nutrition cause variability in formation of yield structural components of grain sorghum hybrids – productive tillering, number of panicles per hectare, number of grains per panicle, mass of grain per plant, mass of grain per panicle and mass of 1000 seeds, which determine individual productivity of plants.

Keywords: grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.); hybrid; yield structure; productive tillering; number and weight of grains; panicle.

*Надійшла / Received 04.09.2019
 Погоджено до друку / Accepted 24.09.2019*