

УДК 633.62: 631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.4>

ВПЛИВ ФОРМ І ДОЗ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ СОРГО ЗЕРНОВОГО

Могилевська В.В. – аспірантка IV курсу кафедри рослинництва
агрономічного факультету,
Державний біотехнологічний університет

У статті відображено результати досліджень щодо вивчення впливу різних форм і доз добрив на формування елементів структури врожаю сорго зернового. Наведено дані щодо формування структури врожаю досліджуваних гібридів сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1 за внесення різних форм і доз добрив. Сорго зернове за сприятливих умов має здатність формувати значну кількість бічних пагонів, що забезпечує до 25–40 % врожаю.

За сівби зі сталою нормою висіву 200 тис. шт./га, шириною міжрядь 45 см та із застосуванням комплексних гранульованих добрив Dura SOP та Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га формувалася більша кількість зерен у волоті, зростала маса 1000 насінин та маса зерна з однієї рослини в порівнянні з абсолютним контролем. За рахунок вищої продуктивної куцистості зростала кількість волотей на 1 га та озерненість волотей у досліджуваних гібридів. Найвища кількість зерен у волоті в середньому за роки досліджень була у гібрида Brigga F1 за внесення Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га – 1547,3 шт. Маса 1000 насінин в середньому вищою була у гібрида Aggil F1, а найвища у досліді за внесення Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га 32,8 г в цього ж гібриду. Установлено, що застосування цього технологічного прийому забезпечує збільшення кількості волотей на 1 га, максимальне значення в середньому в досліді становило 208,8 тис. шт./га у гібрида Aggil F1.

Застосування різних форм мінерального живлення сприяє зміні структурних компонентів урожайності досліджуваних гібридів сорго зернового: продуктивної куцистості, кількості волотей на 1 га, озерненості волоті, маси 1000 насінин, маси зерна з волоті та маси зерна з однієї рослини.

Ключові слова: сорго зернове (*Sorghum bicolor* L.), гібриди, структура врожайності, продуктивна куцистість, волоть, маса волоті, кількість і маса зерен, маса 1000 зерен.

Mohylevska V.V. The influence of fertilizer forms and doses on the formation of grain sorghum yield structure elements

The article presents the results of research on the study of the influence of different forms and doses of fertilizers on the formation of elements of the grain sorghum yield structure. Data are presented on the formation of the yield structure of the studied grain sorghum hybrids Aggil F1 and Brigga F1 with the application of different forms and doses of fertilizers. Grain sorghum under favorable conditions has the ability to form a significant number of lateral shoots, which provides up to 25–40% of the yield.

When sowing with a constant seeding rate of 200 thousand pcs./ha, row spacing of 45 cm and with the use of complex granular fertilizers Dura SOP and Renovation Fuerza in doses of 80 and 100 kg/ha, a greater number of grains were formed in the panicle, the mass of 1000 seeds and the mass of grains from one plant increased compared to the absolute control.

Due to the higher productive bushiness, the number of panicles per 1 ha and the grain content of panicles in the studied hybrids increased. The highest number of grains in a panicle on average over the years of research was in the Brigga F1 hybrid with the application of Renovation Fuerza at a dose of 100 kg/ha – 1547.3 pcs. The weight of 1000 seeds was on average higher in the Aggil F1 hybrid, and the highest in the experiment with the application of Renovation Fuerza at a dose of 100 kg/ha was 32.8 g in the same hybrid. It was established that the use of this technological technique ensures an increase in the number of panicles per 1 ha, the maximum value on average in the experiment was 208.8 thousand pcs./ha for the Aggil F1 hybrid.

The use of different forms of mineral nutrition contributes to changes in the structural components of the yield of the studied grain sorghum hybrids: productive bushiness, number of

panicles per 1 ha, grain density of the panicle, mass of 1000 seeds, mass of grain per panicle, and mass of grain per plant.

Key words: *grain sorghum (Sorghum bicolor L.), hybrids, yield structure, productive bushiness, panicle, panicle mass, number and mass of grains, mass of 1000 grains.*

Постановка проблеми. Оптимізація елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі сорго зернового дозволяє суттєво впливати на формування структури врожаю і цим самим забезпечувати високу і сталу продуктивність посівів [1–2].

Застосування добрив сприяє реалізації біологічного потенціалу гібридів сорго зернового, адже це пов'язано з оптимізацією умов живлення рослин та особливостями формування чинників врожаю [3].

Сорго зернове здатне формувати в жорстких погодних умовах достатньо високі і якісні врожаї зерна, що дозволяє використовувати його як продовольчу, кормову та сировинну культуру [4–9]. У різних країнах сорго зернове асоціюється як джерело сировини для виробництва біопалива [10]. Нові високопродуктивні сорти і гібриди сорго зернового потребують у вивченні та підборі зональних технологій вирощування задля можливості реалізації їх генетичного потенціалу [10; 11].

Удосконалення зональних технологій вирощування сорго зернового – це шлях до формування високої і сталої врожайності зерна; реалізація генетичного потенціалу гібридів пов'язана, крім оптимізації умов вирощування, і з особливостями формування структури врожаю [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж 2015–2017 рр. В.М. Найденко та С.М. Каленкська досліджували особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. За збільшення норми передпосівного азоту до N_{60} порівняно з N_{20} урожайність зростала: у гібрида Лан 59 – на 0,41–0,51 т/га; Брігга F1 – на 0,27–0,40; Бургто F1 – на 0,22–0,29 т/га. Найвищий прибуток за ширини міжрядь 50 см та застосування азотних добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{40}$ отримано за вирощування гібридів сорго зернового Брігга F1 – 28,9 тис. грн/га та Бургто F1 – 25,4 тис. грн/га [5].

Науковці В.П. Мальярчук, В.В. Сидоренко та А.С. Мальярчук протягом 2018–2020 рр. досліджували вплив основних способів обробітку ґрунту й удобрення на посівах сорго зернового. У середньому за роки досліджень було встановлено, що найвищу врожайність сорго (5,44 т/га) сформовано на ділянках із внесенням добрив у дозі N_{60} /га на фоні полицевого обробітку.

Урожайність сорго зернового без унесення добрив у середньому за фактором обробітку становила 2,5 т/га. Унесення N_{30} сприяло її зростанню в 1,3 раза. Збільшення дози добрив з N_{30} до N_{60} під посіви сорго підвищило врожайність в 1,2 раза. Отримані результати досліджень показали, що в середньому за роками досліджень частка участі добрив у формуванні врожаю сорго становила 76,1 %, а основного обробітку ґрунту – 17,6 % [13].

Постановка завдання. Мета досліджень – установити особливості формування елементів структури врожаю гібридів сорго зернового залежно від дії різних форм і доз добрив.

Польовий двофакторний дослід проводили на дослідному полі ДБТУ, розташованому в східній частині Лівобережного Лісостепу України протягом 2021, 2023 та 2024 рр. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий, який характеризується глибоким гумусовим профілем, що сягає 120 см, містить 5,0–6,0 % гумусу, має добрі фізичні властивості, підвищений вміст рухомих форм NPK і в цілому

високу біологічну активність. Загальна глибина гумусового профілю чорнозему реградованого досягає 90–110 см, вміст гумусу становить 4,7–5,0 %. Різновид чорнозему типового представлений слабозмитим, малогумусним, важкосуглинковим ґрунтом на карбонатному лесі і характеризується такими агрохімічними показниками: рН сольової витяжки – 6,5–7,0; загальний вміст гумусу в орному шарі – 5,0 %; P_2O_5 – 102 мг на 1 кг ґрунту; K_2O – 179 мг на 1 кг ґрунту (за Чириковим) [13].

Погодні умови років досліджень значно різнилися за температурою та кількістю опадів. У 2021 р. температура квітня–травня була нижчою за середні багаторічні показники – на 7,2 і 8,7 °С. Червень–липень характеризувалися температурними показниками, близькими до середніх багаторічних. Температури серпня, вересня та жовтня перевищували середні багаторічні показники. У 2023 р. температурні показники квітня–травня були на 2,9 і 0,6 °С вищі за середні багаторічні. Температура в червні була близькою до середніх багаторічних показників, а в липні та серпні перевищувала їх на 1,5 і 3,6 °С. Вересень та жовтень мали значно вищі температури порівняно із середніми багаторічними. У 2024 р. температурні показники в квітні перевищували середні багаторічні, а в травні – навпаки, були на 1,8 °С нижчими. Період червня–жовтня характеризувався значно вищою температурою, а особливо високі показники зафіксовано в липні і серпні, коли в окремі дні температура сягала 30–33 °С.

Кількість опадів у квітні, травні та червні 2021 р. була вищою від середньорічних показників, по місяцях перевищення становило 8,7; 2,5; 30,9 мм. Липень, серпень та вересень були посушливими з меншою кількістю опадів. Порівняно із середніми багаторічними даними, у квітні 2023 р. випала майже вдвічі більша кількість опадів, а у травні–червні їх кількість була меншою на 18,3 і 27 мм. У липні відзначали перевищення на 82,8 мм, серпень і вересень були сухими. У 2024 р. у квітні, травні та червні випала значно менша кількість опадів – відповідно на 14,9; 11,5 і 14,5 мм, а починаючи з липня і до кінця жовтня опадів не спостерігалось.

Отже, кліматичні умови дослідного поля у 2021 і 2023 рр. були сприятливими для вирощування сорго зернового, а тривала посуха (понад 100 днів) у 2024 р. вплинула на формування структури врожаю сорго зернового.

Двофакторний польовий дослід мав таку схему: *фактор А* – гібриди сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1; *фактор В* – форми і дози добрив – абсолютний контроль, зональний контроль (Нітроамофоска 100 кг/га, співвідношення NPK 16:16:16), Dura SOP – 80 кг/га, Dura SOP – 100 кг/га (співвідношення NPK 10:10:17), Renovation Fuerza – 80 кг/га, Renovation Fuerza – 100 кг/га (співвідношення NPK 8:14:6).

Технологія вирощування сорго зернового в досліді була загальноприйнятою для Лівобережного Лісостепу України, крім варіантів застосування досліджуваних форм і доз добрив відповідно до схеми досліді. Попередником сорго зернового в усі роки досліджень була пшениця озима; форми і дози добрив уносили навесні в передпосівну культивуацію. Дослідження виконували відповідно до методики дослідної справи в агрономії, а статистичний аналіз – за дисперсійним методом [14].

Виклад основного матеріалу дослідження. Сорго зернове серед інших зернових культур має найбільшу здатність до корегування кущистості відповідно до погодних умов вирощування. За оптимальних умов за рахунок розвитку бічних пагонів може формувати до 30–40 % урожаю. Дані щодо кущистості досліджуваних гібридів Aggil F1 і Brigga F1 за впливу різних форм і доз добрив наведено в табл. 1.

В усі роки досліджень обидва досліджувані гібриди висівали за норми 200 тис. шт./га та ширини міжрядь 45 см, відповідно, у всіх гібридів була однакова площа живлення рослин, відстань між рослинами в рядку становила 11,1 см, а співвідношення сторін площі живлення було 4,9:1. На нашу думку, така прямокутна площа живлення кожної рослини сприяла оптимальному їх розвитку.

У ході досліджень виявлено, що біологічні особливості гібридів Aggil F1 і Brigga F1 формували різну продуктивну куцистість залежно від різних застосовуваних форм і доз добрив.

Таблиця 1

Продуктивна куцистість, кількість волотей і зерен у волоті гібридів сорго зернового залежно від форм та доз добрив (середнє за 2021, 2023–2024 рр.)

Гібрид	Варіант дослідю	Продуктивна куцистість, шт.	Кількість	
			волотей на 1 га, тис. шт.	зерен у волоті, шт.
Aggil F1	АК (абсолютний контроль)	1,18	136,0	957,7
	ЗК (зональний контроль)	1,19	157,6	1194,3
	Dura SOP 80 кг/га	1,18	172,2	1313,7
	Dura SOP 100 кг/га	1,21	184,8	1325,7
	Renovation Fuerza 80 кг/га	1,27	194,7	1457,3
	Renovation Fuerza 100 кг/га	1,31	201,8	1531,7
Brigga F1	АК (абсолютний контроль)	1,10	135,1	895,0
	ЗК (зональний контроль)	1,17	160,7	1201,4
	Dura SOP 80 кг/га	1,18	173,4	1340,3
	Dura SOP 100 кг/га	1,21	187,0	1368,3
	Renovation Fuerza 80 кг/га	1,25	198,4	1507,7
	Renovation Fuerza 100 кг/га	1,27	208,8	1547,3
НІР 0,05		0,05	0,22	71,8
НІР 0,05 (А)		0,02	014	29,3
НІР 0,05 (Б)		0,04	0,17	50,8

Досліджувані добрива Dura SOP та Renovation Fuerza сприяли збільшенню продуктивної куцистості. Збільшення норм унесених добрив з 80 до 100 кг/га меншою мірою впливало на збільшення продуктивної куцистості, ніж форма добрив (Dura SOP чи Renovation Fuerza).

В усі роки досліджень відзначено тенденцію до зростання продуктивної куцистості за внесення Нітроамофоски в дозі 100 кг/га (зональний контроль) в обох гібридів сорго зернового.

У цілому більша густота рослин порівняно з абсолютним контролем формувалася на варіантах внесення добрива Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га. При застосуванні добрива Dura SOP в таких же дозах густота рослин була теж більша відносно контролю, але меншою ніж за варіанта з використанням Renovation Fuerza.

На варіанті із внесенням Нітроамофоски в дозі 100 кг/га для обох гібридів сорго зернового кількість волотей на 1 га була значно нижчою в порівнянні з варіантами

внесення Dura SOP та Renovation Fuerza і становила – 157,6 та 160,7 тис. шт./га відповідно.

Кількість волотей на варіантах із застосуванням добрив Dura SOP та Renovation Fuerza у гібрида Aggil F1 у досліджуваних дозах зростала відповідно на 14,6 тис. шт./га (9,3 %); 27,2 (17,3 %); 37,1 (23,5 %); 44,2 тис. шт./га (28,0 %); у гібрида Brigga F1 ці перевищення мали таку ж саму закономірність і становили 12,7 тис. шт./га (7,9 %); 26,3 (16,4 %); 37,7 (23,5 %), 48,1 тис. шт./га (30,0 %).

Найвищу озерненість волоті спостерігали на варіантах унесення Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га в обох гібридів сорго зернового – Aggil F1 і Brigga F1. Відповідно, кількість зерен за цих варіантів застосування добрив збільшувалася в гібрида Aggil F1 на 22,0 і 8,3 %, а в гібрида Brigga F1 – на 25,5 і 28,8 % порівняно із застосуванням Нітроамофоски в дозі 100 кг/га (зональний контроль).

Визначали вплив досліджуваних форм і доз добрив на такі елементи продуктивності гібридів сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1, як маса зерна з рослини, маса 1000 насінин та маса зерна з волоті. Ці дані наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Вплив форм і доз добрив на показники продуктивності сорго зернового (середнє за 2021, 2023–2024 рр.), г

Гібрид	Варіант досліджу	Маса, г		
		зерна з рослини	1000 насінин	зерна з волоті
Aggil F1	АК (абсолютний контроль)	39,4	27,9	36,0
	ЗК (зональний контроль)	42,9	28,2	36,7
	Dura SOP 80 кг/га	48,3	30,1	38,4
	Dura SOP 100 кг/га	49,0	30,6	39,4
	Renovation Fuerza 80 кг/га	52,4	32,0	41,4
	Renovation Fuerza 100 кг/га	53,0	32,8	42,9
Brigga F1	АК (абсолютний контроль)	39,5	27,5	36,5
	ЗК (зональний контроль)	43,2	28,4	37,5
	Dura SOP 80 кг/га	49,0	29,6	38,9
	Dura SOP 100 кг/га	51,4	30,2	40,3
	Renovation Fuerza 80 кг/га	53,8	31,6	42,2
	Renovation Fuerza 100 кг/га	54,8	32,1	43,2
НІР 0,05		1,60	1,31	1,16
НІР 0,05 (А)		0,65	0,54	0,47
НІР 0,05 (Б)		1,13	0,93	0,82

Маса зерна з однієї рослини визначає індивідуальну продуктивність рослин досліджуваних гібридів Aggil F1 і Brigga F1. У наших дослідженнях маса зерна з рослини залежала від форм унесених добрив у обох гібридів сорго зернового. За внесення Dura SOP та Renovation Fuerza цей показник продуктивності зростає у обох гібридів. Але доза застосованих добрив майже не мала впливу на масу зерна з однієї рослини.

Маса тисячі зерен в обох гібридів зростала за варіантів застосування всіх доз і форм добрив. Гібриди сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1 мають однаковий генотип, і характер збільшення маси тисячі насінин був однотипним. Крім того, реакція цих гібридів на стоденну посуху в умовах вегетації 2024 р. проявилась у зростанні маси 1000 насінин.

Гранульовані добрива Dura SOP та Renovation Fuerza забезпечували поступове вивільнення азоту. Особливостями цих добрив є пристосування до потреб культури та навколишнього середовища, захист фосфору від зв'язування та мікроелементи. Склад добрив впливає на ефективне використання всіх елементів живлення, саме посилений ріст дав можливість в усі роки досліджень формувати вищу масу 1000 насінин сорго зернового, а поєднання внесених добрив із біологічними особливостями гібридів Aggil F1 і Brigga F1 більш суттєво впливало на цей показник продуктивності.

У середньому за три роки досліджень в обох гібридів, які мали різні умови вегетації, маса зерна з волоті залежала від застосування різних форм і доз добрив та від продуктивного потенціалу досліджуваних гібридів сорго зернового. Математичний обробіток отриманих даних свідчить, що в гібрида Brigga F1 реакція на внесення різних форм і доз добрив порівняно з реакцією рослин гібрида Aggil F1 була більш суттєвою, крім варіанта із застосуванням добрива Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га. Дія добрив за варіантів застосування різних їх форм і доз збільшувала масу зерна з волоті порівняно з абсолютним контролем, однак математично не доведено застосування Нітроамофоски в дозі 100 кг/га за варіанта зональний контроль у гібрида сорго зернового Aggil F1.

Висновки. Трирічні дослідження за різних умов вегетаційного періоду дали змогу виявити залежність продуктивної кущистості від застосування різних форм і доз добрив у поєднанні з біологічними особливостями досліджуваних гібридів. Застосування Dura SOP та Renovation Fuerza, де елементи живлення знаходяться в хелатній формі сприяли формуванню більшої кількості продуктивних пагонів на перших етапах росту і розвитку у обох гібридів сорго зернового. На наступних етапах хелатна форма азоту забезпечувала рослини цим елементом, сприяла їх кущінню та подальшому росту і розвитку.

Застосування різних форм і доз добрив формувало більшу кількість волотей на 1 га та вищу озерненість волоті в обох гібридів сорго зерново відносно обох контролів, це доведено математично.

Маса зерна з однієї рослини в середньому була вищою в гібрида Brigga F1 за внесення усіх форм і доз добрив, однак цей гібрид мав меншу масу 1000 насінин та нижчу продуктивну кущистість порівняно з гібридом сорго зернового Aggil F1.

Вища маса зерна з волоті формувалася в обох гібридів сорго зернового за варіантів застосування Renovation Fuerza в дозах 80 та 100 кг/га.

Найвищу масу 1000 насінин у середньому за три роки мав гібрид Aggil F1 за варіанта внесення Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га – 34,1 г, за цього варіанта у гібрида Brigga F1 маса 1000 становила 32,1 г.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Найденко В. М. Особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та удобрення. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 3. С. 288–295.
2. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування еколого-безпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України / М. І. Федорчук, С. В. Коковіхін, С. М. Каленська та ін. Херсон, 2007. 208 с.

3. Saballos A. Development and utilization on 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. Методика селекційного експерименту (у рослинництві)/ Е. Р. Ермантраут, Т. І. Гопцій, С. М. Каленська та ін. Харків, 2014. 229 с.
5. Каленська С. М., Найдено В. М. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*/ Національний університет біоресурсів та природокористування України. Київ, 2018. Вип. 26. С. 65–75. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.011>
6. Behera P. P., Saharia N., Borah N., Devi S. H., & Sarma R. N. Sorghum Physiology and Adaptation to Abiotic Stresses. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2022. 12(10), 1005–1022. URL: <https://doi.org/10.9734/ijec/2022/v12i1030891>
7. Ходаніч О. Я., Кравченко В. П. Адаптованість сортів сорго зернового до умов Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 111. С. 36–41.
8. Коваленко В. М. Фізіологія рослин. Київ: Наукова думка, 2009. 328 с.
9. Поліщук О. В., Кравченко М. П. Особливості вирощування сорго зернового в умовах Лісостепу України з урахуванням кліматичних змін. *Наукові записки Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. Т. 2. С. 63–68.
10. Лапа О. М., Свиридов А. М., Щербаков В. Я., Фарафанов В. А. Вирощування зернового сорго в умовах України. Одеса, 2008. 36 с.
11. 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.
12. Макаров Л. Х. Соргові культури. Херсон: Айлант, 2006. 263 с.
13. Малярчук В. М., Сидоренко В. В., Малярчук А. С. Поживний режим і забур'яненість посівів сорго зернового за різних способів основного обробітку ґрунту та удобрення. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2024. Т. 34, № 48. С. 114–124. DOI:10.31548/bio2019.01.011
14. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.