

3.29 mg/eq. per 100 g of soil. Nutrient reserves in the control without fertilizers: nitrogen – 132 mg/kg, phosphorus – 104 mg/kg, potassium – 128 mg/kg; in the background with the use of mineral fertilizers (N30P30K30): nitrogen – 130-140 mg/kg, phosphorus – 180-200 mg/kg, potassium – 170-190 mg/kg of soil. **Results.** On average over the years of research (2006-2020), the deviation in the average daily temperature is plus 2.21 °C. At the same time, there is a significant difference by month and year. A significant warming of the August-September period is noted, by 2.41-2.21 °C, in other months the increase in air temperature is insignificant - 0.25 °C in April, 0.70 °C in May, 0.40 °C in June and 0.64 °C in July. Insufficient moisture was observed in 9 years (from 14.3 mm in 2007 to 168.1 mm in 2018), and excess - respectively in 8 years, with fluctuations from 41.1 mm in 2020 to 251.8 mm in 2011. On average, over the years of research, two months had less precipitation compared to multi-year values, these are April - 9.5% with a norm of 11.7% and July - 20.5 and 23.5%, respectively. In June, the amount of precipitation is above optimal indicators - 25.4 against 20.8%. In other months, the distribution of precipitation was close to the optimum. **Conclusions.** In April, 6 years out of 15 were with sufficient or excessive moisture, and in the others - with insufficient. In May - respectively in 8 years. June: 1 year sufficient amount (2008) and 6 years - excessive. In July - respectively - 1 and 5 years and in August - for the entire period of research, only 2 years were with excessive moisture, and all the others - with insufficient. According to the results of the correlation analysis of the influence of the precipitation distribution indicator on the level of crop yield, there is practically zero dependence between them on average for 15 years (2006-2020). At the same time, for the period 2006-2010, a high positive correlation was noted with April precipitation, $r = 0.875-0.911$ and a significant one with June humidity - $r = 0.398-0.583$. In 2011-2015, the distribution of precipitation in April, June and July had a negative impact on pea yield - $r =$ from minus 0.452 to minus 0.366; $r = -0.434-0.324$ and $r = -0.654-0.543$, respectively. And in May, the correlation of factors was positive - $r = 0.578-0.613$. In 2016-2020, negative correlations were also noted in April and June - $r =$ from minus 0.680 to minus 0.470 and $r = -0.759-0.637$, low correlation of indicators in May - $r = 0.178-0.261$.

Keywords: peas, productivity, yield, precipitation, precipitation distribution, correlation coefficient

УДК 631.559:631.11.631.5

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-2-67>

В.В. Могилевська, доктор філософії, асистент кафедри агрохімії
Л.А. Свиридова, канд. с.г. наук, доцент кафедри рослинництва
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

БІОЛОГІЧНА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМ І ДОЗ ДОБРІВ

Sorgho *Sorghum bicolor* (L.) Moench використовують як зернову, кормову, технічну та продовольчу культуру. Метою наших досліджень було з'ясування впливу різних форм і доз добрив на врожайність нових гібридів сорго зернового в умовах Східного Лісостепу України. Двофакторний польовий дослід закладено методом розщеплених ділянок у триразовій повторності на дослідному полі

Державного біотехнологічного університету, яке розташоване в Східному Лісостепу України. Для повноти проведення досліджень та оцінки отриманих результатів використовували загальнонауальний, польовий і статистичний методи. Вивчення впливу різних систем застосування органічних і мінеральних добрив у різних частинах світу свідчить про те, що їх застосування в агроєкосистемах, Південного Судану, Індії, Ефіопії, країн Африки та інших країн сприяє підвищенню врожайності зерна сорго, поліпшенню якості вирощеного врожаю, зростанню рентабельності зерна та різних видів корму із соргових культур. Вітчизняні дослідники пропонують різні системи удобрювання для формування сталих урожаїв зерна та підвищення його якості в ґрунтово-кліматичних зонах України. За середніми трирічними (2021, 2023–2024 рр.) результатами досліджень встановлено, що в умовах Східного Лісостепу України доцільно вирощувати середньоранній гібрид Aggil F1 та ранньостиглий гібрид Brigga F1 французької селекції, які в цій зоні досліджень мають період вегетації 124 і 119 днів відповідно. За варіанта застосування Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га отримано врожайність 7,75 і 7,41 т/га зерна відповідно. Обидва гібриди за цього варіанта внесення добрива за різних погодних умов формують стабільно високу врожайність. Приріст урожайності зерна гібрида Aggil F1 порівняно з абсолютним і зональним контролю становив відповідно 2,04 і 2,49 т/га та 1,18 і 1,63 т/га, або 26,9 і 31,9 та 9,2 та 13,4 %. Математично доведено перевагу в усі роки досліджень середньораннього гібрида сорго зернового Aggil F1 порівняно з ранньостиглим гібридом Brigga F1. В умовах Східного Лісостепу України слід поєднувати сівбу цих гібридів та застосування добрива Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га. Частка різних систем стебел гібридів сорго зернового в загальній біологічній врожайності зерна коливається залежно від застосування різних форм і доз добрив. Значний вплив мають погодні умови вегетаційного періоду. Максимальний відсоток головних стебел формувався у гібридів Aggil F1 та Brigga F1 за варіанта внесення Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га.

Ключові слова: сорго зернове, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, гібриди, форми і дози добрив, урожайність, частка головних і бічних стебел.

Вступ. Одним зі шляхів отримання достатньої кількості продовольчого та фуражного зерна є вирощування високопродуктивних зернових культур, у тому числі сорго зернового, яке формує високі врожаї в умовах недостатнього і нестійкого зволоження [1].

На всіх етапах росту і розвитку сорго зернового потрібно враховувати велику кількість технологічних операцій при вирощуванні, які залежать одна від одної та впливають на формування стабільно високих урожаїв зерна. Вивчення елементів технології вирощування нових гібридів сорго зернового, зокрема форм і доз добрив, та їх впливу на врожайність дає змогу підвищити продуктивність і конкурентоспроможність цих гібридів. Установлення оптимальних комбінацій добрив спрямовано на максимальну реалізацію потенціалу продуктивності культури в умовах виробництва.

Дослідженнями зарубіжних учених доведено, що внесення органічних добрив у долині Південного Судану Буркіно-Фасо сприяє збільшенню врожаю та поліпшенню його якості в цих умовах,

підвищенню рентабельності культури [2]. Розроблено рекомендації для різних агроєкосистем західної Африки, у тому числі для сорго зернового [3]. Для напівпосушливих районів Ефіопії пропонується використання азоту й неорганічних добрив та доведено їх вплив на збільшення врожайності зерна [4]. Для богарних умов регіонів Індії досліджено вплив мікроелементів на ріст рослин та врожайність сорго [5]. Науковці K. Suresh, T. Srinivas вивчали вплив зрошення та застосування добрив для отримання високих та якісних врожаїв цієї культури. Польовий експеримент показав, що поєднання доз добрив та зрошення сприяє збільшенню врожайності на варіантах від 6,3 до 17,4 % та збільшенню вмісту протеїну [6].

Вітчизняні вчені В. В. Іваніна та К. Л. Пашинська [7] досліджували формування якості зерна в посівах сорго зернового за різних систем удобрення в Лісостеповій зоні України. Трирічні дослідження, проведені в Інституті землеробства НААНУ [8], було спрямовано на з'ясування ефективності різних доз добрив при вирощуванні сорго зернового в Лісостепу України. Результати досліджень свідчать, що за різних доз внесення добрив під сорго зернове в умовах достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному легкосуглинковому сприяло зростанню врожайності зерна порівняно з контролем без добрив на 12–39 %. Органо-мінеральної системи удобрення забезпечила врожайність зерна 8,5 т/га з перевищенням за варіанта контроль (без добрив) на 2,4 т/га.

Учені В. М. Найдено та С. М. Каленська вивчали особливості формування елементів структури врожаю сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. За різних доз добрив урожайність гібридів сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України в середньому за три роки змінюється від 4,89 до 8,69 т/га. Коливання урожайності за впливу досліджуваних чинників склали від 3,98 до 9,14, в тому числі по гібридам: 'Лан 59' – 3,98–6,03; 'Брігто F1' – 6,49–9,14; 'Бургто F1' – 6,45–8,49 т/га. Максимальна урожайність усіх гібридів формувалась за ширини міжрядь 50 см: 'Лан 59' – 5,40; 'Брігто F1' – 8,48; 'Бургто F1' – 7,86 т/га. За збільшення норми передпосівного азоту до N₆₀ порівняно з N₂₀ урожайність збільшувалась у гібрида: 'Лан 59' на 0,41–0,51 т/га; 'Брігто F1' – 0,27–0,40; 'Бургто F1' – 0,22–0,29 т/га. [9]. Науковці В. П. Малярчук, В. В. Сидоренко та А. С. Малярчук протягом 2018–2020 рр. вивчали вплив основних способів обробітку ґрунту й удобрення на посівах сорго зернового. Дослідники пропонують в умовах Південного Степу України проводити оранку на глибину 28–30 см та застосовувати азотні добрива в дозі 60 кг/га, що в роки досліджень забезпечує отримання врожаю на рівні 5,44 т/га. [10]. Дослідник П. В. Климович виявляв ефективність доз і строків застосування добрив під сорго зернове в Правобережному Лісостепу України. За варіанта з насиченістю N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅ і дозами добрив

N₂₀₀P₂₀₀K₂₀₀ під сорго зернове у порівнянні з контролем (7,21 т/га) вона підвищилась на 2,5 т/га, або 35%, а у варіанті з насиченістю добривами 13,5 т/га гною+N₆₈P₁₀₁K₅₄ і внесенням під сорго N₁₅₀P₁₅₀K₁₅₀ одержано приріст урожайності 2,83 т/га (39 %) [11].

Учені О. С. Титаренко та Л. М. Карпук розглядали вплив різних заходів догляду за посівами сорго зернового – стимуляторів з різним складом та мікродобрив на врожайність і енергетичну ефективність сорго звичайного двокольорового. При вирощуванні гібриду сорго Бріґа, вищі показники урожайності зерна було отримано на варіанті з використанням позакореневого

удобрення мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра у поєднанні з регулятором росту Стімпо, – 7,71 т/га, а за вирощування гібриду Ютамі, на варіанті застосування позакореневого удобрення мікродобривом Альфа-Гроу-Екстра, у комбінації з обома регуляторами росту отримано урожайність – 8,89 та 8,88 т/га. [12]. Групою вчених виявлено залежність продуктивності сорго звичайного двокольорового від рівня мінерального живлення й густоти стояння та новітніх елементів у технологіях вирощування сорго [13–14].

Серед учених немає єдиної думки щодо доз добрив, їх діапазону використання. Одні дослідники вважають кращим застосування невеликих доз азоту, фосфору і калію при сівбі, інші рекомендують вищі дози добрив під основний обробіток ґрунту. Тому це питання потребує детального подальшого дослідження, особливо з появою нових високопродуктивних сортів і гібридів вітчизняної та зарубіжної селекції [15–18].

Мета дослідження. Метою дослідження було з'ясування впливу різних форм і доз добрив на врожайність нових гібридів сорго зернового в умовах Східного Лісостепу України. Завданням дослідження було визначення біологічної врожайності зерна залежно від різних форм і доз добрив та ефекту поєднання комбінацій форм і доз добрив та гібридів.

Матеріали і методи. Двофакторний польовий дослід проведено на дослідному полі Державного біотехнологічного університету протягом 2021, 2023–2024 рр. відповідно до методики проведення польового дослідження [19]. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий глибокий важкосуглинковий на карбонатному лесі. Вміст гумусу в орному шарі 4,4–4,7 %, рухомого фосфору (за Чириковим) – 13,8 мг, калію – 10,3 мг на 100 г ґрунту [20]. Для повноти досліджень та їх всебічної оцінки щодо вивчення впливу різних форм і доз добрив на врожайність гібридів сорго зернового застосовували такі методи: узагальнювальний – для вивчення цієї проблеми у світовій та вітчизняній літературі, польовий – для проведення польових досліджень, біометричних вимірювань та супутніх досліджень і статистичний метод – для вивчення вірогідності даних та з'ясування взаємодії.

Двофакторний польовий дослід мав таку схему дослідження: *фактор А* – гібриди сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1; *фактор Б* – 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). В досліді працювали з інноваційними добривами компанії Fertinagro (Іспанія). Комплексне добриво з симулятором росту Renovation Fuerza до складу якого входять амінокислоти та солі гумінових кислот. Для досягнення більшої ефективності добрива до існуючої технології включені технології: *prolife* – активатор складної мікробної флори; *duramon* – контроль вивільнення азоту, що пристосований до потреб культури і умов навколишнього середовища; *protect* – захист фосфору від зв'язування; *actibion* – стимуляція росту коріння, підвищення поглинання поживних речовин і розвитку кореневої системи; *microvit* – додавання комплексу мікроелементів; SOP – джерело калію – сульфат калію. У комплексному гранульованому добриві Dura SOP використані наступні технології: *duramon*, *protect*, *microvit* та SOP. Різні технології виготовлення добрив Renovation Fuerza та Dura SOP та Нітроамофоски (Україна) дають підставу визначенню їх, як різних за формою добрив. Спеціалістами компанії Fertinagro рекомендовано застосування досліджуваних добрив Renovation Fuerza та Dura SOP при посіві в дозах 80–100 кг/га, тому було прийнято рішення про дослідження саме цих доз добрив. Площа облікової ділянки 12 м². Норма висіву обох гібридів у всі роки досліджень становила 200 тис. шт./га, спосіб сівби – широкорядний із шириною міжрядь 45 см.

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 у 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 квітні, травні та червні 2024 р. 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.

Агротехніка проведення досліджень загальноприйнята для Східного Лісостепу України, крім досліджуваних елементів. Сівбу проводили селекційною сівалкою СН-16, урожай збирала селекційним комбайном «Сампо -130» під час повної стиглості зерна сорго зернового.

Результати та їх обговорення. Головна роль у формуванні біологічної врожайності належить системі головних стебел рослин. Це закономірно пояснюється біологічно зумовленою особливістю рослин сорго формувати продуктивну кущистість залежно від чинників технології вирощування та погодних умов періоду вегетації. Наші дослідження показали, що частка головних стебел у формування загальної біологічної врожайності зерна коливається в досліджуваних гібридів за варіантами досліджень та погодними умовами років (табл. 1).

1. Частка різних систем стебел головних нових гібридів сорго зернового у біологічній урожайності зерна за впливу різних форм і доз добрив, % (середнє за 2021, 2023–2024 рр.)

Гібрид (В)	Варіант (В)	2021 р.		2023 р.		2024 р.		Середнє за 2021, 2023–2024 рр.	
		ГС	БС	ГС	БС	ГС	БС	ГС	БС
Aggil FI	1*	74	26	75	25	82	18	77	23
	2	75	25	76	24	88	12	80	20
	3	77	23	78	22	92	8	82	18
	4	79	21	81	19	93	7	84	16
	5	78	22	80	20	97	3	85	15
	6	83	17	84	16	97	3	88	12
Brigga FI	1*	71	29	73	27	89	11	78	22
	2	72	28	74	26	93	7	80	20
	3	77	23	78	22	94	6	83	17
	4	77	23	80	20	96	4	84	16
	5	78	22	81	19	98	2	86	14
	6	86	14	89	11	99	1	91	9

*1 – АК (абсолютний контроль); 2 – ЗК (зональний контроль– Нітроамофоска 100 кг/га); 3 – Dura SOP 80 кг/га; 4 – Dura SOP 100 кг/га; 5 – Renovation Fuerza 80 кг/га; 6 – Renovation Fuerza 100 кг/га, ГС – головні стебла, БС – бічні стебла.

У гібрида Aggil F1 та Brigga F1 найбільша частка головних стебел формується за варіанта застосування Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га. Особливо високий відсоток головних стебел формується за цього варіанта в обох гібридів за несприятливих погодних умов – 95 %. За цього варіанта в найбільш сприятливому для росту і розвитку 2021 р. відсоток головних стебел у досліджуваних гібридів становив відповідно 88 і 91 %.

Умови вегетації 2024 р. сприяли зменшенню кількості бічних стебел за варіантів застосування Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га. У середньому за три роки в гібрида Aggil F1 цей показник становив 15 і 11 %, а в гібрида Brigga F1–13 і 10 %.

Найвищий відсоток бічних стебел за цих варіантів формується в обох гібридів в умовах вегетації 2023 р.: у гібрида Aggil F1 – 20 і 17 %, у гібрида Brigga F1 – 17 % за обох варіантів.

За варіантів абсолютного і зонального контролю ці показники найвищі за трирічні дослідження у гібрида Aggil F1– 29 і 23 %, а у гібрида Brigga F1 – 24 і 23 % відповідно.

На нашу думку, застосування добрив Dura SOP та Renovation Fuerza за обох доз 80 і 100 кг/га сприяли формуванню більшої частки головних стебел за рахунок переваги в ефективності використання елементів живлення з цих добрив. В обох форм добрив контролюється вивільнення азоту, пристосованого до потреб культури і умов довкілля, та невеликий відсоток фосфору – 10 та 14 %, захищений від зв'язування. Ці добрива вміщують мікроелементи в хелатній формі – сірку, магній, кальцій, марганець, цинк, бор, залізо, джерело калію – сульфат калію. Водночас певний вплив мали також погодні умови, які відрізнялися за роками досліджень, підсилюючи чи зменшуючи дію добрив.

Частка впливу факторів в обох гібридів за оптимальних погодних умов 2021 р. становила: вплив гібридів – 1 %, форм і доз добрив – 97 % та взаємодія гібридів та форм і доз добрив – 2 %. За гірших погодних умов 2023 р. розподіл часток впливу факторів був дещо іншим: частка гібрида – 18 %, вплив форм і доз добрив – 40 % та їх взаємодія – 42 %. У посушливих умовах 2024 р. найвищим був вплив добрив – 54 %, взаємодія гібридів та форм і доз добрив – 45 %, а частка впливу гібридів – 1 %.

Досліджувані варіанти застосування різних форм і доз добрив викликали значні зміни показників біологічної урожайності зерна гібридів сорго зернового (табл. 2).

Найвищу врожайність у досліді в обох гібридів у середньому за три роки отримано за варіанта внесення Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га: у гібрида сорго зернового Aggil F1 – 7,75 т/га, у гібрида Brigga F1 – 7,41 т/га, а коливання врожайності по роках досліджень у гібрида Aggil F1 становило: 1,12; 0,04 та -1,15 т/га, або 14,4; 0 та -14,8 %, у гібрида Brigga F1 ці показники відповідно становили: 1,01; 0,64 і -1,66 т/га або 13,6; 8,6 та -22,4 %.

Застосування Renovation Fuerza в дозі 80 кг/га формує меншу врожайність зерна порівняно з дозою 100 кг/га, але перевагу цієї дози внесення в передпосівну культивуацію математично доведено для 2023 та 2024 рр. лише для гібрида Aggil F1, а для гібрида Brigga F1 – лише для умов вегетації 2023 р. В умовах вегетації 2021 р. отримана нами врожайність за варіантів Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га у обох гібридів – це цифри одного порядку і спостерігається лише тенденція до зростання врожайності.

За варіанта застосування зональний контроль (Нітроамофоска 100 кг/га) зростає врожайність в обох гібридів відповідно на 0,86 та 0,77 т/га порівняно з абсолютним контролем. У гібрида Aggil F1 застосування Dura SOP в дозах 80 і 100 кг/га сприяє отриманню приросту врожайності порівняно з абсолютним контролем на 1,42 і 1,68 т/га, а із зональним контролем на – 0,56 і 0,82 т/га. Застосування Renovation Fuerza в цих же дозах порівняно з абсолютним контролем збільшувало врожайність на 2,04 і 2,49 т/га, або на 26,9 і 31,9 %, а порівняно із зональним – на 1,18 і 1,63 т/га, або на 9,2 і 13,4 %,.

У гібрида Brigga F1 застосування добрива Dura SOP в дозах 80 і 100 кг/га забезпечило приріст урожайності порівняно з абсолютним контролем 1,41 і 1,64 т/га, або 28,7 і 33,4 %, а порівняно із зональним контролем – 0,64 і 0,87 т/га, або 15,3 і 28,0 %. За варіантів застосування Renovation Fuerza в дозах 80 і 100 кг/га приріст урожайності порівняно з абсолютним і зональним контролюями становить 2,36 і 2,50 т/га та 1,59 і 11,73 т/га, або 48,1; 50,9; 28,0 і 30,5 % відповідно.

2. Біологічна врожайність гібридів сорго зернового Aggil F1 і Brigga F1 залежно від форм і доз добрив, середнє за 2021, 2023–2024 рр.

Гібрид	Варіант	Урожайність, т/га			Середня	Приріст, т/га	
		2021 р.	2023 р.	2024 р.		АК	ЗК
Aggil F1	АК (абсолютний контроль)	6,26	5,30	4,21	5,26	-	-
	ЗК (зональний контроль)	7,38	6,24	4,73	6,12	-	-
	Dura SOP 80 кг/га	8,00	6,75	5,30	6,68	1,42	0,56
	Dura SOP 100	8,20	6,87	5,76	6,94	1,68	0,82

	кг/га						
	Renovation Fuerza 80 кг/га	8,51	7,23	6,15	7,30	2,04	1,18
	Renovation Fuerza 100 кг/га	8,87	7,79	6,60	7,75	2,49	1,63
Brigga F1	АК (абсолютний контроль)	5,91	4,98	3,85	4,91	-	-
	ЗК (зональний контроль)	6,86	5,44	4,73	5,68	-	-
	Dura SOP 80 кг/га	7,65	6,10	5,22	6,32	1,41	0,64
	Dura SOP 100 кг/га	7,81	6,52	5,33	6,55	1,64	0,87
	Renovation Fuerza 80 кг/га	8,37	7,64	5,81	7,27	2,36	1,59
	Renovation Fuerza 100 кг/га	8,42	8,05	5,75	7,41	2,50	1,73
	НІР 0,5	1,39	0,27	0,64			
	НІР (А)	0,37	0,29	0,43			
	НІР (В)	0,57	0,38	0,26			

Висновки. За середніми результатами трирічних досліджень встановлено оптимальні комбінації вирощуваних гібридів та форм і доз добрив, які в умовах Східного Лісостепу України забезпечували формування найбільшої біологічної врожайності зерна. Вищу врожайність формував гібрид сорго зернового Aggil F1 за варіанта застосування Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га – 7,75 т/га. За всіх варіантів застосування різних форм і доз добрив у цього гібрида спостерігається стала тенденція до збільшення врожайності порівняно з цим варіантом у гібрида Brigga F1. У гібрида Aggil F1 та Brigga F1 найбільша частка головних стебел формується за варіанта застосування Renovation Fuerza в дозі 100 кг/га. Особливо високий відсоток головних стебел формується за цього варіанта в обох гібридів – 95 %. За цього варіанта в найбільш сприятливий для росту і розвитку 2021 р. частка головних стебел у досліджуваних гібридів становила відповідно 88 і 91 %. *Перспективи подальших досліджень* полягають у вивченні впливу різних форм і доз добрив на врожайність зерна сорго за різних способів їх застосування, з'ясуванні дії цих факторів при поєднанні із застосуванням біостимуляторів, біоактиваторів та антистресантів.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо їх викладу та результатів досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Макаров Л. Х. Соргові культури. Херсон: Айлант, 2006. 263 с.

2. Serme, I., Ouattara, K., Ouattara, D., Ouedraogo, S., Youl, S., Wortmann, C. (2018). Sorghum Grain Yield Under Different Rates of Mineral and Organic Fertilizer Application in the South-Sudan Zone of Burkina Faso. In: Bationo, A., Ngaradoum, D., Youl, S., Lompo, F., Fening, J. (eds). *Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58792-9_14

3. Serme, I., Ouattara, K., Ouattara, D., Ouedraogo, S., Youl, S., Wortmann, C. (2018). Sorghum Grain Yield Under Different Rates of Mineral and Organic Fertilizer Application in the South-Sudan Zone of Burkina Faso. In: Bationo, A., Ngaradoum, D., Youl, S., Lompo, F., Fening, J. (eds). *Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58792-9_14

4. W. Bayu, N. F. G. Rethman, P. S. Hammes & G. Alemu (2006). Effects of Farmyard Manure and Inorganic Fertilizers on Sorghum Growth, Yield, and Nitrogen Use in a Semi-Arid Area of Ethiopia. *Journal of Plant Nutrition*, 29:2, 391–407. DOI: 10.1080/01904160500320962

5. Jayaraj, D., & Subramanian, P. (2020). Effect of micronutrients on growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under rainfed condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(10), 2571-2576.

6. Suresh, K., Srinivas, T. (2019). Influence of irrigation and nutrient management on yield and quality of sorghum. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 7(3), 121–128.

7. Ivanina, V. V., & Pashynska, K. L. (2022). Formation of nutritional balance in grain sorghum crops under different fertilizer systems. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 47(1), 65–70. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.9>.

8. Білецький, М. В. Ефективність застосування різних доз добрив при вирощуванні сорго зернового в Лісостепу України. Наукові праці ННЦ "Інститут землеробства НААН". 2019. Т. 1. С. 22–28.

9. Каленська С. М., Найденко 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>

10. 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 впровадження нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2024. Т. 34, № 48. С. 114–124. DOI:10.31548/bio2019.01.011

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. Тітаренко О. С., Карпук Л. М. Урожайність та енергетична ефективність сорго звичайного двокольорового за різних заходів догляду за посівами.

13. Агробіологія. 2022. № 1. С. 145–151.
<https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-171-1-145-151>

14. Каражбей Г. М., Тегун С. В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*Sorghum bicolor* L.) залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння. Зб. наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. 2012. № 14. С. 67–70.

15. Танчик С. П., Мокрієнко В. А., Скалій І. М. Новітні елементи в технологіях вирощування сорго. Хімія. Агрономія. Київ: ТОВ «Дельта-Агро», 2009. № 19-20 (287-288). С. 48–50.

16. 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.

17. Гончаренко В. М., Фурса Т. А. Вплив різних доз азоту на ріст та розвиток сорго зернового. *Зернові культури*. 2010. №5. С. 32–35.

18. Пашинська К. Л. Енергетична ефективність вирощування сорго зернового за різних систем удобрення. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2021. № 27. С. 61–66.
<https://doi.org/10.47414/np.27.2019.211139>.

19. Правдива Л. А. Агротехнологічні основи вирощування сорго звичайного двокольорового в Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво»/ ННЦ «Ін-т біотехнологічних культур та цукрових буряків». Київ, 2023. 490 с.

20. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень/ за ред. проф. А.О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 342 с.

21. Тихоненко Д. Г., Дегтярьов Ю. В. Ґрунтовий покрив дослідного поля «Роганського стаціонару» Харківського НАУ ім. В. В. Докучаєва. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». 2016. № 2. С. 5–13.

22. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 1. Загальна частина / за ред. В. В. Вовкодава. Київ, 2001. 100 с.

REFERENCES

1. Makarov L. Kh. Sorghum crops. Kherson: Ailant, 2006. 263 p.
2. Serme, I., Ouattara, K., Ouattara, D., Ouedraogo, S., Youl, S., Wortmann, C. (2018). Sorghum Grain Yield Under Different Rates of Mineral and Organic Fertilizer Application in the South-Sudan Zone of Burkina Faso. In: Bationo, A., Ngaradoum, D., Youl, S., Lompo, F., Fening, J. (eds) Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58792-9_14
3. Serme, I., Ouattara, K., Ouattara, D., Ouedraogo, S., Youl, S., Wortmann, C. (2018). Sorghum Grain Yield Under Different Rates of Mineral and Organic Fertilizer Application in the South-Sudan Zone of Burkina Faso. In: Bationo, A., Ngaradoum, D., Youl, S., Lompo, F., Fening, J. (eds) Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58792-9_14
4. W. Bayu, N. F. G. Rethman, P. S. Hammes & G. Alemu (2006) Effects of Farmyard Manure and Inorganic Fertilizers on Sorghum Growth, Yield, and Nitrogen Use in a Semi-Arid Area of Ethiopia, Journal of Plant Nutrition, 29:2, 391- 407, DOI: 10.1080/01904160500320962
5. Jayaraj, D., & Subramanian, P. (2020). Effect of micronutrients on growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under rainfed condition. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9(10), 2571-2576.
6. Suresh, K., Srinivas, T. (2019). Influence of irrigation and nutrient management on yield and quality of sorghum. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 7(3), 121-128.
7. Ivanina, V. V., & Pashynska, K. L. (2022). Formation of nutritional balance in grain sorghum crops under different fertilizer systems. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology, 47(1), 65-70. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.9>.
8. Biletsky, M. V. Efficiency of stagnation of different doses of dobrob growing grain sorghum in the forest-steppe of Ukraine. Naukovi pratsi NSC "Institute of Agriculture NAAN". 2019. T. 1. pp. 22-28.
9. Kalenska S. M., Naydenko V. M. Yield of grain sorghum fallow depending on the width of the inter-row and fertilization system. Scientific reports to the Institute of Bioenergetic Crops and Beetroot / National University of Bioresources and Environmental Science of Ukraine. Kiev, 2018. VIP. 26. pp. 65–75. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.011>
10. Malyarchuk V. M., Sidorenko V. V., Malyarchuk A. S. Long-term mode and burrowing of grain sorghum crops for different methods of basic

soil treatment and fertilization. Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for the agricultural state of Ukraine. 2024. T. 34, No. 48, pp. 114–124. DOI:10.31548/bio2019.01.011

11. Klimovich P.V. Efficiency of doses and lines of stagnation of fertilized sorghum grain on black soil in opizolized Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract. dis. Ph.D. S.-G. Sciences: spec. 06.01.04 "Agrochemistry" / NSC "Institute of Soil Science and Agrochemistry. O. N. Sokolovsky." Kharkiv, 2007. 22 p.

12. Titarenko O. S., Karpuk L. M. Productivity and energy efficiency sorghum double-colored for various visits to monitor the crops. *Agrobiology*. 2022. No. 1. pp. 145–151. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-171-1-145-151>

13. Karazhbey G.M. Productivity of sorghum bicolor (*Sorghum bicolor* L.) long-standing due to the level of mineral life and density parking / G.M. Karazhbey, S.V. Tegun // *Zb. Sci. Ave. Institute of Bioenergetics cultures and beetroots NAAN* - 2012. - No. 14. - P. 67-70.

14. Tanchik S.P., Mokrienko V.A., Skaliy I.M. New elements in technologies for growing sorghum / S. P. Tanchik / *Chemistry. Agronomy*. Kiev: TOV "Delta-Agro". 2009. 19-20 (287-288). pp. 48-50.

15. Naydenko V. M. Features of the formation of structural elements of sorghum grain fallow crop depending on the inter-row width and fertilization. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Vol. 15, No. 3. pp. 288–295.

16. Goncharenko V.M., Fursa T.A. (2010). Injection of varying doses of nitrogen into growth and a branch of grain sorghum. *Grain crops*. No. 5. pp. 32-35.

17. Pashinska K.L. The energy efficiency of the growth of grain sorghum for various fertilization systems. *Sciences of the Institute of Bioenergetic Crops and Beetroots*, 2021. (27), 61–66. <https://doi.org/10.47414/np.27.2019.211139>.

18. Pravdiva L.A. Agrotechnological basis for the growth of sorghum primary in the forest-steppe of Ukraine: author's abstract. dis. Ph.D. S.-G. Sciences: spec. 06.01.09 "Roslinnistvo" / NSC "Institute of Biotechnological Crops and Beetroot". Kiev, 2023. 490 p.

19. Last on the right in agronomy: navch. pos_b. Book 2. Statistical processing of the results of agronomic research / ed. prof. A.O. Rozhkova. Kharkiv: Maidan, 2016. 342 p.

20. Tikhonenko D.G., Degtyaryov Yu.V. Soil cover of the pre-trace field of the "Rogansky station" of the Kharkiv NAU. V. V. Dokuchaev // *Newsletter of the Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev*. Series "Ground science, agrochemistry, agriculture, forest rule, soil ecology." 2016. No. 2. P. 5–13.

21. Methodology of sovereign varieties and testing of agricultural crops. VIP. 1. Zagalna partina / ed. V.V. Vovkodava. Kiev, 2001. 100 p.

V.V. Mohylevska, doctor of philosophy

L. A. Sviridova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the

Department of Plant Growing

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Biological yield of grain of grain sorghum hybrids depending on forms and doses of fertilizers

Sorghum *Sorghum bicolor* (L.) Moench is used as a grain, fodder, technical and food crop. The aim of our research was to determine the effect of different forms and doses of fertilizers on the yield of new hybrids of grain sorghum in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. A two-factor field experiment was established using the split-plot method in three replications on the experimental field of the State Biotechnological University, which is located in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. For the completeness of the research and the evaluation of the obtained results, generalizing, field and statistical methods were used. The study of the effect of different systems of application of organic and mineral fertilizers in different parts of the world indicates that their use in agroecosystems, South Sudan, India, Ethiopia, African countries and other countries contributes to an increase in the yield of sorghum grain, improvement of the quality of the grown crop, increase in the profitability of grain and various types of feed from sorghum crops. Domestic researchers offer various fertilization systems for the formation of stable grain yields and improving its quality in the soil and climatic zones of Ukraine. According to the average three-year (2021, 2023–2024) research results, it was established that in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine it is advisable to grow the medium-early hybrid Aggyl and the early-ripening hybrid Brigga of French selection, which in this research area have a vegetation period of 124 and 119 days, respectively. With the option of applying Renovation Fuerza at a dose of 100 kg/ha, a yield of 7.75 and 7.41 t/ha of grain was obtained, respectively. Both hybrids with this option of fertilizer application under different weather conditions form a consistently high yield. The increase in grain yield of the Aggyl hybrid compared to the absolute and zonal controls was 2.04 and 2.49 t/ha and 1.18 and 1.63 t/ha, respectively, or 26.9 and 31.9 and 9.2 and 13.4 %. The superiority of the medium-early grain sorghum hybrid Aggyl over the early-ripening Brigga hybrid has been mathematically proven in all years of research. In the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine, sowing of these hybrids and application of Renovation Fuerza fertilizer at a dose of 100 kg/ha should be combined. The share of different stem systems of grain sorghum hybrids in the total biological grain yield varies depending on the application of different forms and doses of fertilizers. Weather conditions of the growing season have a significant impact. The maximum percentage of main stems was formed in the Aggyl and Brigga hybrids under the option of applying Renovation Fuerza at a dose of 100 kg/ha.

Keywords: grain sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, hybrids, forms and doses of fertilizers, yield, proportion of main and lateral stems.