

A.A. Kalinov, post-graduate student
State biotechnological university
Kharkiv, Ukraine

PRODUCTIVITY OF SUNFLOWER PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS AND FOLIAR FEEDING IN THE EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Are presented the results of three-year studies on the complex impact of various options for pre-sowing seed treatment and foliar fertilization with various combinations of biological preparations, growth stimulants and complex water-soluble fertilizers on plant productivity and biological yield of seeds of the high-oleic Aurora AM sunflower hybrid are highlighted.

Formulation of the problem. In the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine, as a result of global warming, during the last period, the problem of rainfall deficit, long periods without rain and increasing temperature indicators is becoming more and more acute. At the same time, the negative impact of these factors will only grow. In solving this problem, a special role belongs to the pre-sowing treatment of seeds and foliar fertilization with drugs of stimulating and anti-stress action, including those based on beneficial bacteria, mycorrhizal fungi and humic substances.

Thus, the scientific substantiation and development of modern sunflower cultivation approaches based on the use of the capabilities of innovative growth stimulators based on humic substances, activators of the soil ecosystem (beneficial bacteria and fungi) and balanced water-soluble mixtures of nutrients are becoming increasingly important, especially in areas of insufficient moisture and high temperatures in the spring and summer period.

The purpose of the research was to study the effect of pre-sowing treatment of seeds with various combinations of bacterial, mycorrhiza-forming preparations and growth stimulants based on humic substances, as well as foliar fertilization in different morphological phases with mixture based on growth stimulants with innovative water-soluble fertilizers on growth, development, formation of elements of plant productivity and biological yield of sunflower seeds in the Eastern Forest Steppe of Ukraine.

Research methods. The research was conducted in 2022–2024 on the basis of LLC «Alliance Agro» in the Pyryatinsky district of the Poltava region. To solve the tasks, a two-factor field experiment using the method of split plots was laid. The plots of first order were six variants of pre-sowing seed treatment, the second order – seven variants of foliar feeding. The total number of options in the experiments is 42. The area of the sowing and accounting plots of the experiment was 105.0 and 84.0 m², respectively.

Research results. The high efficiency of the researched factors on the formation of higher indicators of plant productivity was established. They were the highest in the variant of pre-sowing treatment of seeds with a mixture of the growth stimulator Blackjack with biological preparation Mycofriend and «PMK-U» in combination with three foliar feeding – during the 12-13th, 35-35th and 51-53rd microphases by the BBCH scale with a solution based on the Blackjack growth stimulator with various brand of complex water-soluble fertilizer Jiva MIX. The number of seeds in the basket in this version was on 95.0 pcs. (11.4 %) more than in the control. Due to the higher values of the mass of 1000 seeds, the difference in the mass of seeds from the basket between this variant and the control was even higher – 14.0 % (59.4 g).

The combined effect of pre-sowing seed treatment and foliar fertilization on biological yield of seeds was significantly higher than on the productivity of a single plant because, along with the formation of higher productivity indicators, they also contributed

to the preservation of a large number of plants. Thus, in the variant of optimization of pre-sowing treatment of seeds and foliar fertilization (6th variant of factor A i B), the biological yield of seeds on average for three years was 2.82 t/ha and exceeded the control by more than 20.0 %. At the same time, according to the conducted statistical analysis, no significant difference was found both in terms of productivity elements and in terms of biological yield of Aurora AM sunflower hybrid seeds between two and three foliar fertilizing options. Only a trend of growth of these indicators was observed under the condition of carrying out the third feeding.

Conclusions. Thus, on the basis of the statistical processing of the obtained results of the biological yield of seeds, as well as taking into account the lower economic costs due to the refusal of the third foliar feeding, the option of pre-sowing treatment of seeds with a mixture of Mycofriend, Blackjack and «PMK-U» with the following should be considered optimal carrying out two foliar feedings with a mixture of Blackjack growth stimulator with brands of complex, water-soluble fertilizer Jiva MIX developed for different stages of plant development in recommended doses.

Key words: sunflower, seed treatment, foliar fertilization, growth stimulants, biological preparations, biological yield, crop structure

УДК [633.174:631.526.325]:631.531.048(477.52/.6)

DOI 10.5281/zenodo.14609805

В.В. Могилевська, аспірантка
Державний біотехнологічний університет
(Харків, Україна)

ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Господарське використання сорго досить широке – це продовольча, кормова та технічна культура, яка здатна використовувати мінімальні опади та витримувати високі температури. В різних ґрунтово-кліматичних зонах дози добрив, їх форми, як і строки їх внесення пропонуються різні. Тому подальше вивчення доз і форм добрив, способів їх внесення є актуальним.

В попередні роки багато вчених в різних ґрунтово-кліматичних умовах проводили дослідження по застосуванню різних доз мінеральних добрив, способів їх внесення та виявляли їх вплив на фоні різних способів обробки ґрунту: В.В. Іванін, К.Л. Пашинська 2017–2019 рр., С.М. Каленська, В.С. Найденко 2015–2017 рр., В.М. Малярчук, В.В. Сидоренко, А.С. Малярчук 2018–2020 рр. та інші.

Обліки, спостереження та виміри рослин проводили у відповідності до загальноприйнятих методик. Дослідження проводили на Дослідному полі ДБТУ у 2021, 2023–2024 рр. Двофакторний дослід закладено методом розщеплених ділянок у триразовій повторності. Досліджували дію різних форм і доз добрив – Дюра СОП та Реновейшн Фуерза на ріст і розвиток гібридів сорго зернового Аггіл та Брігга.

Різні кліматичні умови років досліджень дозволили встановити оптимальні форми та дози внесення мінеральних добрив для досліджуваних гібридів сорго зернового. Визначено, що використання добрив Дюра СОП та Реновейшн Фуерза в

дозах 80 і 100 кг/га значно збільшувало тривалість вегетаційного періоду у обох гібридів порівняно з абсолютним та зональним контролем та сприяло збільшенню тривалості фенологічних фаз «сходи» – «ріст стебла».

Спостереження за динамікою росту і розвитку рослин показали, що гібриди сорго зернового Аггіл та Брігга позитивно реагували на внесення мінеральних добрив Дюра СОП та Реновейшн Фуерза. Починаючи з фенологічної фази «сходи» і до фази «достигання» рослини обох гібридів формували більшу висоту, масу рослин та площу листової поверхні.

Ключові слова: сорго, добрива, фенологічні фази, ріст і розвиток.

Вступ. Лісостепова зона України в останні роки опинилась у досить складних агрокліматичних умовах, а тому слід розробляти нові форми і методи господарювання [1–2]. Одним зі шляхів збільшення валових зборів зерна є введення у виробництво нетрадиційних високоврожайних культур, у тому числі сорго зернового, але для отримання високих урожаїв цієї культури слід удосконалити технологію вирощування нових сортів та гібридів сорго [3–5].

Господарське використання цієї культури досить широке – це продовольча, кормова і технічна культура, яка здатна використовувати мінімальні опади та витримувати високі температури [6–9].

Трактування мінерального живлення рослин сорго науковцями неоднозначне, оскільки і в науковців, і у виробників існує стереотип, що сорго – це культура, яка майже не реагує на внесені добрива. А тому в різних ґрунтово-кліматичних зонах пропонують різні дози добрив, їх форми і строки внесення. Тому подальше вивчення доз і форм добрив, способів їх унесення є актуальним. Витрати макроелементів на утворення одиниці зерна (азоту – 17 кг, фосфору – 4,5–9,5 кг, калію – 18–25 кг) досить невеликі, але потенціал урожайності зерна нових сортів і гібридів сорго високий, тому сумарна потреба в макроелементах досить суттєва [10–11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж 2016–2020 рр. вчені Правдива Л.А. і Доронін В.А., досліджували вплив мінерального живлення рослин на фотосинтетичну продуктивність сорго зернового в Правобережному Лісостепу України. Ними було встановлено, що збільшення площі листової поверхні рослин сорго зернового відбувалося за рахунок збільшення дози мінеральних добрив. Найвищою вона була за внесення розрахункової (N50P40K70) та високих доз (N90P90K90 і N120P120K120) добрив у період викидання волоті – цвітіння. Чиста продуктивність фотосинтезу та урожайність зерна обох сортів у цих варіантах досліду були також найвищими [12].

Науковці В.В. Іваніна, К.Л. Пашинська та інші протягом 2017–2019 рр. вивчали вплив добрив на врожайність зерна сорго зернового. Дослідження проводили в умовах тимчасового польового досліду Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції. Установлено, що

застосування добрив у посівах сорго зернового посилило ріст і розвиток листкової поверхні. За внесення добрив площа листків у фазі викидання волоті становила 0,23–0,27 м²/рослину, повної стиглості – 0,15–0,17 м²/рослину, що порівняно з контролем без добрив було більшим відповідно на 0,01–0,05 та 0,01–0,03 м²/рослину.

Застосування мінеральних добрив під сорго зернове в умовах достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному легкосуглинковому істотно підвищило врожайність зерна. За дози добрив N₆₀P₆₀K₆₀ врожайність зерна становила 6,8 т/га, N₉₀P₉₀K₉₀ – 7,4, N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ – 7,9 т/га з перевищенням стосовно до контролю без добрив відповідно на 0,7; 1,3 та 1,8 т/га. Збільшення дози мінеральних добрив під сорго зернове зі 180 до 360 т/га за сумою NPK підвищило врожайність зерна на 12–30 %. Найвищої харчової продуктивності сорго зернового досягали за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення (солома 4 т/га + N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀): урожайність зерна становила 8,5 т/га з перевищенням стосовно до дози добрив N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ – на 0,6 т/га, контролю без добрив – на 2,4 т/га [13].

Учені С.М. Каленська і В.М. Найденко досліджували врожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення протягом 2015–2017 рр. у багатофакторному стаціонарному досліді у ТОВ «Біотех ЛТД», розташованому в центральній частині Бориспільського району Київської області. Урожайність гібридів сорго зернового за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України в середньому за роки проведення дослідження змінювалася від 4,89 до 8,69 т/га. Коливання врожайності в розрізі років і досліджуваних чинників становили від 3,98 до 9,14 т/га, у тому числі по гібридах: Лан 59 – 3,98–6,03; Брігга F1 – 6,49–9,14; Бургго F1 – 6,45–8,49 т/га. Максимальна врожайність усіх гібридів формувалася за ширини міжрядь 50 см: Лан 59 – 5,40 т/га; Брігга F1 – 8,48; Бургго F1 – 7,86 т/га. За збільшення норми передпосівного азоту до N₆₀ порівняно з N₂₀ урожайність зростала: у гібрида Лан 59 – на 0,41–0,51 т/га; Брігга F1 – на 0,27–0,40; Бургго F1 – на 0,22–0,29 т/га.

Економічно найефективнішими за результатами досліджень були варіанти вирощування гібридів сорго зернового Брігга F1 та Бургго F1. Вирощування ж гібрида Лан 59 дозволяє отримати за рівнозначних затрат на одиницю площі лише 5,14 т/га зерна, водночас вищезазвані гібриди формують 8,06 та 7,57 т/га відповідно. Установлено, що найвищий прибуток за ширини міжрядь 50 см та застосування азотних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀+N₄₀ отримано за вирощування гібридів сорго зернового Брігга F1 – 28,9 тис. грн/га та Бургго F1 – 25,4 тис. грн/га. Унесення в ролі підживлення N₆₀ виявилось економічно не вигідним, а витрати на додаткові 20 кг/га азотних добрив не було повною мірою компенсовано прибавкою врожайності [14].

За даними Інституту зрошеного землеробства Національної академії аграрних наук України, підвищення дози внесення мінерального добрива до N₉₀P₆₀ сприяло зростанню врожайності зерна в усіх варіантах основної обробки у 2,3–2,6 рази, водночас закономірність, яку спостерігали на неудобреному фоні, збереглася з перевагою комбінованої диско-чизельної обробки (варіант 4), де рівень урожайності зерна досяг 7,72 т/га, що більше, ніж на контролі, на 0,93 т/га, або на 13,7 %. Подальше підвищення дози внесення мінеральних добрив до N₁₂₀P₆₀ забезпечило зростання врожайності зерна, порівняно з дозою внесення N₉₀P₆₀, водночас за варіантами основної обробки врожайність зростала лише на 1,0–3,7 %, із середнім показником 3 %. Тобто, зростання рівня врожайності за підвищення дози внесення мінерального добрива було несуттєвим. Урожайність зерна сорго без унесення добрив становила 2,58 т/га. Унесення дози добрив N₉₀P₆₀ сприяло її зростанню у 2,5 рази [15].

Науковці В.П. Малярчук, В.В. Сидоренко та А.С. Малярчук протягом 2018–2020 рр. досліджували вплив основних способів обробки ґрунту й удобрення на посівах сорго зернового. У результаті визначено, що на формування врожаю впливали всі досліджувані фактори. У середньому за роки досліджень було встановлено, що найвищу врожайність сорго (5,44 т/га) сформовано на ділянках із внесенням добрив у дозі N₆₀ з розрахунку на 1 га сівозмінної площі на фоні полицевого обробки. Використання безполицевого основного обробки ґрунту призводило до зниження врожайності порівняно з оранкою і різними дозами азотного удобрення відповідно на 14,7 та 28,5 %. Дискове (8–10 см) розпушування призвело до формування найменшої врожайності культури (від 1,97 до 2,54 т/га).

Урожайність сорго зернового без унесення добрив у середньому за фактором обробки становила 2,5 т/га. Унесення N₃₀ сприяло її зростанню в 1,3 рази. Збільшення дози добрив з N₃₀ до N₆₀ під посіви сорго підвищило врожайність в 1,2 рази. Користуючись розрахованим за результатами дисперсійного аналізу показником відсотка варіації, побудовано та проаналізовано графік частки участі факторів у досліді. Отримані результати досліджень показали, що в середньому за роками досліджень частка участі добрив у формуванні врожаю сорго становила 76,1 %, а основного обробки ґрунту – 17,6 % [16-17].

Матеріали і методи досліджень. Метою наших досліджень було оптимізування форм і доз добрив та визначення їх впливу на біометричні показники нових гібридів сорго зернового Аггіл та Брігта. Обліки, спостереження та аналізи рослин проводили за загальноприйнятими методиками [18-21].

Результати досліджень. В усі роки досліджень (2021, 2023–2024 рр.) сівбу сорго зернового проводили в другій декаді травня зі сталою

нормою висіву насіння 200 тис. шт./га. Оптимальні умови початкового росту досліджуваних гібридів були сприятливими для 2021 та 2023 років, водночас цей період у 2024 р. був гостро посушливим. Рослини сорго протягом усієї вегетації відчували нестачу вологи, незважаючи на свою посухостійкість. У цей рік ми візуально відзначали відставання в розвитку рослин та інтенсивне відмирання листків при досяганні.

Досліджували вплив добрив, які виробляє компанія Fertinagro, що входить до складу групи TERVALIS (Іспанія) – ДюраСоп (Dura SOP elite) – N₁₀P₁₄K₁₇SO₃(20), мікроелементи Mg₂, Mn_{0,02}, Zn_{0,02}, B_{0,1}, Fe_{0,5} та Реновейшн Фуерза (Renovation Fuerza) – N₈, P₂O₅(14), K₂O₆, SO₃(13), CaO_{2,5}, Mg₂, Fe₁, Zn_{0,1} гуміновий екстракт – 6 та L-амінова кислота – 0,5. Дози внесення в обох форм добрив – 80 і 100 кг/га у передпосівну культивуацію. Вплив мінеральних добрив на проходження фенологічних фаз у рослин гібридів сорго зернового Аггіл і Брігга за вегетаційний період представлені у табл.1 (середнє за роки досліджень).

Таблиця 1. Фенологічні фази розвитку гібрида сорго зернового Аггіл і Брігга залежно від форм і доз добрив (кг/га), середнє за 2021, 2023-2024 рр.

Фенологічні фази (дати настання, тривалість днів)									
Варіанти досліджу*	Сходи (3-й листок)	Кушіння	Вихід у трубку	Ріст стеблас	Викидання волоті	Цвігіння	Формування зернівки	Воскова і повна стиглість	Тривалість вегетації, днів
Аггіл									
1	6	16	14	14	6	5	10	27	98
2	7	17	15	15	6	6	12	30	108
3	7	17	15	15	7	6	12	32	113
4	7	18	16	16	7	6	13	33	117
5	8	19	16	16	7	6	13	34	120
6	8	20	17	17	7	6	14	36	126
Брігга									
1	6	15	14	12	6	5	8	29	95
2	7	17	16	13	6	6	10	30	105
3	7	18	17	14	6	6	11	33	112
4	7	19	17	15	6	6	11	35	116
5	8	19	18	16	6	7	11	35	120
6	8	20	18	16	6	7	11	36	122

Варіанти досліджу*: 1 – абсолютний контроль, 2 – зональний контроль (внесення Нітроамофоски в дозі 100 кг/га), 3 – Дюра Соп 80 кг/га, 4 – Дюра СОП 100 кг/га, 5 – Реновейшн Фуерза 80 кг/га, 6 – Реновейшн Фуерза 100 кг/га.

Різні форми та дози добрив по-різному впливали на ріст і розвиток рослин досліджуваних гібридів сорго зернового. Реакція цих гібридів на

різне співвідношення внесених макро- і мікроелементів проявилась таким чином: тривалість вегетації у рослин гібрида Аггіл за внесення добрива Дюра СОП в дозах 80 і 100 кг/га збільшується порівняно з абсолютним контролем на 15 і 19 діб, а із зональним контролем – відповідно на 5 і 9 діб; унесення Реновейшн Фуерза в таких же дозах сприяло збільшенню вегетаційного періоду порівняно з абсолютним контролем на 22 і 28 діб, а зональним контролем – на 12 і 18 діб.

У гібрида сорго зернового Брігга спостерігали таку ж закономірність. За внесення Дюра СОП в дозах 80 і 100 кг/га зростала тривалість вегетації порівняно з абсолютним і зональним контролем відповідно на 17 і 7 діб та 21 і 11 діб. За внесення Реновейшн Фуерза це перевищення становило відповідно 25 і 15 та 27 і 17 діб. На нашу думку, передпосівне внесення Дюра СОП та Реновейшн Фуерза сприяло збільшенню тривалості вегетаційного періоду в обох гібридів. Унесення цих доз добрив збільшувало тривалість фенологічних фаз кушіння, виходу в трубку та росту стебла.

Протягом років досліджень вивчали вплив різних форм і доз добрив на динаміку наростання вегетативної маси рослин досліджуваних гібридів (табл. 2). На фоні внесення добрив Дюра СОП та Реновейшн Фуерза в дозах 80 і 100 кг/га спостерігали збільшення висоти рослин в обох досліджуваних гібридів Аггіл і Брігга порівняно з обома контролем, починаючи з фенологічної фази сходів і до фази досягання рослин. Висота рослин у гібрида сорго зернового Аггіл без унесення добрив (абсолютний контроль) становила 94 см, а за внесення Нітроамофоски в дозі 100 кг/га (зональний контроль) – 96 см. Порівняно з цими контролем висота зростала лише при застосуванні Дюра 100 кг/га та Реновейшн Фуерза – 80 і 100 кг/га.

Таблиця 2. Динаміка наростання вегетативної маси рослин сорго, середнє за 2021, 2023, 2024 рр.

Варіанти досліду*	Сходи			Фаза кушення			Фаза виходу в трубку			Достигання		
	Висота рослини, см	Маса рослини, г	Площа листової поверхні, см ²	Висота рослини, см	Маса рослини, г	Площа листової поверхні, см ²	Висота рослини, см	Маса рослини, г	Площа листової поверхні, см ²	Висота рослини, см	Маса рослини, г	Площа листової поверхні, см ²
Аггіл												
1	6	10	12	14	35	66	55	99	792	94	154	796
2	7	13	15	16	40	72	60	105	838	96	179	858
3	8	15	19	17	44	77	62	111	933	96	200	964
4	8	17	2	19	46	82	64	115	990	102	213	1023
5	9	18	24	19	46	87	65	118	1066	106	213	828
6	9	20	24	19	47	88	67	119	1144	105	242	1218
Брігга												
1	6	10	14	15	37	72	59	104	780	90	148	732
2	7	12	16	17	41	77	62	114	828	94	176	804
3	8	14	19	19	44	80	65	122	897	101	187	863
4	8	16	21	20	47	84	68	126	963	102	198	941
5	8	16	23	23	50	88	68	133	1031	102	205	998
6	9	17	24	23	49	91	71	137	1066	102	218	1049

Варіанти досліду*: 1 – абсолютний контроль, 2 – зональний контроль (внесення Нітроамофоски в дозі 100 кг/га), 3 – Дюра Соп 80 кг/га, 4 – Дюра СОП 100 кг/га, 5 – Реновейшн Фуерза 80 кг/га, 6 – Реновейшн Фуерза 100 кг/га.

Більш інтенсивно наростала маса рослин при досяганні в гібрида Аггіл за внесення Дюра СОП в дозах 80 і 100 кг/га, порівняно з контрольними варіантами, відповідно на 46 і 21 г та 54 і 34 г. За внесення добрива Реновейшн Фуерза в таких же дозах маса рослин зростала відповідно на 54 і 31 г та 88 і 63 г. За внесення добрив Дюра СОП і Реновейшн Фуерза в дозах 100 кг/га суттєво зростала також площа листової поверхні.

Висновки. Узагальнення даних трирічних польових досліджень, проведених з метою визначення оптимальних форм і доз добрив для рослин гібридів сорго зернового Аггіл та Брігга, дозволяє зробити такі висновки: передпосівне внесення добрив Дюра СОП та Реновейшн Фуерза сприяло збільшенню тривалості вегетаційного періоду в обох

гібридів. Унесення досліджуваних доз добрив збільшувало тривалість фенологічних фаз кушіння, виходу в трубку та росту стебла.

Під впливом використання мінеральних добрив Дюра СОП і Реновейшн Фуерза протягом усього вегетаційного періоду в обох гібридів Аггіл і Брігга зростала висота рослин, їхня маса та площа листової поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового Одеса: ТЕС, 2015. 325–327 с.
2. Алексеев Я. В. Продуктивність сорго зернового гібриду Прайм залежно від площі живлення в умовах Північного Степу України. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2020. Вип. 33. С. 9–15.
DOI: <https://www.doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-1>.
3. Гудзь В.П. Землеробство: навч. посіб. Київ: Центр навч. літ., 2010. 464 с.
4. Гуторова О.О., Стасенко О.М. Господарський механізм ефективного виробництва зерна в сільськогосподарських підприємствах: теорія та практика: монографія/ Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: ХНАУ, Федорко, 2014. 242 с.
5. Сосновська О.О., Білун С.О., Бурлака О.П. Економічна ефективність виробництва зерна та шляхи її підвищення в сільськогосподарських підприємствах Полтавської області// Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава : ПДАА, 2011. С. 284–290.
URL: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/nppdaa/2011/01/284.pdf>.
6. Behera, P. P., Saharia, N., Borah, N., Devi, S. H., & Sarma, R. N. (2022). Sorghum Physiology and Adaptation to Abiotic Stresses. *International Journal of Environment and Climate Change*, 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. Ramu, G., Reddy, M. S., & Ramaya, M. S. (2019). Influence of nutrient management on growth, yield and quality of sorghum. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(5), 121–125.

11. Фарафонов В.А. Сорго – потенційно стратегічна культура // Хімія. Агрохімія. Сервіс. 2003. №17. С. 4.

12. Правдива Л.А., Доронін В.А. Вплив мінеральних добрив на фотосинтетичну продуктивність сорго зернового. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 72 (1) – 51-64 с.

DOI: 10.32636/01308521.2022-(72)-1-4.

13. Іваніна В.В., Пашинська К.Л., Костащук М.В. Вплив добрив на врожайність та якість зерна сорго зернового// Новітні агротехнології/ Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. 2019. № 7. С. 2–4. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.9>

14. 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.9. DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.011>

15. Малярчук М.П., Ісакова Г.М. Вплив систем удобрення й обробітку ґрунту на урожайність сорго зернового в сівозміні на зрошенні// Зрошуване землеробство: міжвідом. немат. наук. зб. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 71. С. 92–95.

16. Малярчук М.П., Лужанський І.Ю., Марковська О.Є. Продуктивність сорго зернового за різних систем основної обробки ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні// Таврійський науковий вісник. № 105. С. 98–106. DOI:10.31548/bio2019.01.011

17. 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

18. Ушкаренко В.О., Коковіхін С.В., Вожегова Р.А., Голобородько С.П. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навчальний посібник. – Херсон: Грін Д.С., 2014. – С. 448.

19. Волкодав В.В. Методика державного випробування сортів сільськогосподарських культур // Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Вид. 2-ге / Державна служба з охорони прав на сорти рослин; Український інститут експертизи сортів рослин. Київ: Арефа, 2000. Вип. 7. С. 144.

19. Куперман Ф.М. Морфологія рослин. Морфологічний аналіз етапів органогенезу різних життєвих форм покритонасінних рослин. МІСТО: Вища школа, 1984. С. 240.

20. Ничипорович А.О. Фізіологія фотосинтезу і продуктивність. 1982. С. 7–38.