ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА СОРГО ЗЕРНОВОГО РІЗНИМИ СИСТЕМАМИ ПАГОНІВ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ КУЛЬТУРИ**Р.Є. Грищенко, О.Г. Любич, О.В. Глієва***ННЦ «Інститут землеробства НААН» (сmt Чабани, Україна)*

У статті висвітлено основні результати досліджень проведених в умовах Лісостепу України на типових для зони ґрунтах – темно-сірому опідзоленому грубопильовато-легкосуглинковому з вивчення продуктивності сорго зернового сорту Арміда. Встановлено ефективність обробки насіння препаратом із комплексом мікроелементів, мінеральних добрив, позакореневого підживлення та підживлення азотом у період вегетації на продуктивність культури. Поєднання цих складових забезпечує збільшення врожайності культури. Оптимальною для вирощування сорго виявилась система удобрення, яка передбачала внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Продуктивність культури за цієї технології становила 8,49 т/га, а за сівби насінням обробленим біологічним препаратом – підвищилась на 32%.

Підвищилась продуктивність культури на 30,6% і за комплексного застосування – обробки насіння, внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ в основне та внесення мікродобрива в позакореневе підживлення, порівняно до варіанта без обробки насіння (7,74 т/га).

Визначений відсоток зерна головного пагона, волоті та пагонів кушення у біологічній урожайності культури. Визначено, що головна волоть завжди має вищий відсоток (62,8–70,4) у формуванні продуктивності культури. Зростання ролі головного пагона у формуванні загальної біологічної урожайності залежить від меншої кількості бокових пагонів.

Ключові слова: волоть, відсоток, мінеральні добрива, препарати, продуктивність, сорт.

Вступ. Сорго – унікальна злакова рослина за своїми біологічними особливостями. Основними його перевагами є виняткова посухостійкість, солевитривалість, висока продуктивність, стабільність урожаю, гарні кормові якості та універсальність використання [1]. Через поступову зміну клімату сорго набирає дедалі ширшого поширення в Україні і актуальним питанням є збільшення посівних площ під цю культуру [2].

За достатнього забезпечення рослин поживними речовинами в період росту і розвитку сорго спроможне формувати високі і сталі врожаї зерна [3]. Воно лише 38,7% елементів живлення від загального виносу використовує з ґрунтових запасів, тому позитивно реагує на внесення мінеральних добрив [4].

Сорго зернове, як і більшість злакових культур, має здатність до кушення, що за сприятливих умов дає змогу формувати на бокових пагонах до 20–30% врожаю [5; 10].

Кушення представляє собою основний спосіб авторегуляції густоти посіву. Дружнє кушення у злакових рослин відбувається при температурі 10–15 °С, достатньому забезпеченні їх водою, поживними

речовинами та достатній площі живлення. За сприятливих умов кожна рослина може утворювати до 5 пагонів. Частина з них безпосередньо формують урожай зерна, утворюючи волоть із виповненим зерном – продуктивні пагони, частина – не утворюють суцвіть і не беруть участі у формуванні урожаю зерна. Однак, непродуктивні стебла передають свої асиміляти головному стеблу, тому і роль головного стебла в створенні урожаю більша [2; 9]. З вузла кушіння у сорго утворюються кілька стебел. Енергія кушення залежить від умов вирощування. При загущених посівах сорго кушиться мало або і зовсім не кушиться. Кущистість є небажаною ознакою для сорго зернового, оскільки впливає на підвищення вологості зерна при збиранні та на термін збирання [6; 8].

Метою наших досліджень було визначення впливу системи удобрення та бактеризації насіння сорго зернового на його продуктивність та визначення частки кожної системи пагонів у її формуванні.

Умови та методика проведення досліджень. З метою виконання поставленого завдання досліджували реакцію сорго зернового гібриду Арміда на різні

строки і дози внесення мінеральних добрив на фоні без оброблення насіння та за оброблення насіння біологічним препаратом. Схема досліду включала систему удобрення – $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{45}P_{60}K_{60}$ (частина азоту була перенесена з основного внесення в підживлення рослин на IV етапі органогенезу). Також у фазі стеблуння було проведено листкове підживлення рослин мікродобривом. Ці варіанти були накладені на варіанти з обробленням насіння біологічним препаратом.

Дослідження проводили в умовах Лісостепу України на типовому для зони ґрунті – темно-сірому опідзоленому грубопилувато-легкосуглинковому, який характеризується такими агрофізичними показниками: уміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,49 %, азоту лужногідролізованого (за Корнфілдом) – 55 мг/кг ґрунту, рухомих фосфору і калію (за Кірсановим) відповідно 140 і 70 мг/кг ґрунту, $pH_{\text{сол.}}$ 5,7.

Передпосівну бактеризацію насіння біологічним препаратом проводили шляхом його змочування робочою сумішшю, яка становила 2 % від ваги насіння.

Біологічний препарат – призначений для передпосівної обробки насіння. Його склад: природні азотфіксувальні бактерії, фунгіцидні бактерії широкого спектра дії, фосфор- та каліймобілізівні ґрунтові бактерії. Мікродобриво – призначене для листкового підживлення рослин, живить рослину мікроелементами (B, Cu, Fe, Zn, Mn).

Сівбу проводили сівалкою СН-16А широкорядним способом (45 см) з нормою висіву 180 тис.шт./га. Агротехніка вирощування сорго відповідала рекомендацій для господарств Північного Лісостепу.

За погодними умовами 2019 і 2020 рр. досліджень відрізнялися між собою і від середніх багаторічних показників та вплинули на продуктивність і відповідно на ефективність факторів. Для сорго кращим роком за урожайними даними був 2020 р.

Вегетаційний період у 2019 р. для сорго розпочався 20 травня. За сівби продуктивної вологи в шарі ґрунту (0–10 см) було – 17,4 мм. Перша половина вегетації пройшла за помірних температур, хоча для нього сума ефективних температур була дещо низькою. Більш теплою (887°C) і з більшою кількістю опадів (41,6 мм) була друга половина вегетації. Загалом, погодні умови 2019 р. для сорго були малосприятливими. Дефіцит опадів та підвищені температури повітря впродовж вегетації скорочували терміни проходження міжфазних періодів росту й розвитку, особливо викидання волоті – наливу зерна, що позначилося на озерненості волоті, масі 1000 насінин тощо. Сума ефективних

температур становила для сорго – 1416,7°C, ГТК=0,57 (посушливі умови).

Погодні умови 2020 р. були сприятливими для вирощування культури. Сівбу провели 11 травня. Температура ґрунту за посіву становила 14,6 °C, запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–20 см були – 34,8 мм, середньодобова температура повітря – 15°C. Формування врожаю проходило в умовах достатнього зволоження, ГТК за вегетаційний період становило – 1,98.

Результати та їх обговорення. Основою формування продуктивного агрофітоценозу сорго, як і інших культур, є достатня польова схожість насіння. Навіть за високої лабораторної схожості насіння не завжди можливо отримати повноцінні сходи, оскільки польова схожість визначається умовами його проростання – температурою ґрунту, кількістю продуктивної вологи, температурою повітря. Кількість рослин на одиниці площі посіву є результативною ознакою, яка залежить від норми висіву насіння, польової схожості, виживання рослин і є базовою основою формування посівів. Дослідники вважають, що кількість стебел на одиниці площі є одним із найважливіших показників і визначає рівень урожайності [5].

У роки проведення досліджень склалися різні погодно-кліматичні умови, що певним чином вплинули на польову схожість. Кращим цей показник був у вегетаційному 2020 р. і становив 16–17 шт./м² за норми 18 шт./м² [7; 8].

На величину стеблостою вплинула здатність сорго інтенсивно кущитися. В наших дослідженнях коефіцієнт кущіння сорго сягав на контрольних варіантах 0,53%, а на варіантах з обробленим насінням – 0,63%. Найвищий – 0,83%, він був у варіанті за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$.

За нашими дослідженнями виявлено, що бокові пагони у сорго зернового формують майже таку саму продуктивність як і основні (рис.1).

Однак домінантну роль у біологічній урожайності зерна все-таки відіграє система головних пагонів.

Досліджувані елементи технології спричиняли істотні зміни біологічної врожайності зерна системи головних пагонів рослин. Важлива роль головного пагона – волоті – формувалась унаслідок пониженої кущистості. Формування найвищої урожайності зерна системами головних пагонів було на контрольних варіантах (без добрив) і становило 69,7% і 70,4% за обробки насіння біологічним препаратом.

Рівень коливання показників біологічної врожайності зерна головного пагона був вищим за внесення

Рис. 1. Формування продуктивності головного і бічних пагонів рослин сорго в загальній урожайності культури, г/м², середнє 2019-2020 рр.

мікродобрива і становив 4,5%. На цьому варіанті біологічна врожайність головної волоті була на 28,0 г/м² вищою за контрольний варіант – 735,7 г/м² та на 183,5 г/м² за контроль без оброблення насіння. Зі збільшенням кількості бокових пагонів у рослин збільшувалась і їх роль у біологічній урожайності культури. Достовірне підвищення цього показника було за впливу підживлення рослин аміачною селітрою. На цьому варіанті врожай зерна бічних пагонів становив

44,5% та 40,1% у варіанті з обробленням насіння біологічним препаратом.

Аналізуючи показники врожайності зерна сорго зернового встановлено, що із застосуванням мінеральних добрив спостерігалось збільшення врожаю. Така закономірність простежувалась впродовж усіх років досліджень. Також відмічено, що на збільшення врожайності значний вплив мало застосування підживлення. За роки досліджень найвищі

Рис. 2. Формування продуктивності головного і бічних пагонів рослин сорго в загальній урожайності культури, %, середнє 2019-2020 рр.

Урожайність сорго залежно від системи удобрення та оброблення насіння, т/га

Варіант удобрення	Контроль (без обробки)			Біологічний препарат		
	2019 р.	2020р.	середнє	2019р.	2020р.	середнє
Контроль (без добрив)	6,19	8,51	7,35	6,21	11,9	9,10
$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,88	10,1	8,49	7,43	15,0	11,22
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + Мікродобриво	7,35	8,12	7,74	8,32	11,9	10,11
$N_{45}P_{60}K_{60} + N_{15}$	7,37	9,74	8,56	7,54	14,0	10,77
NP_{05} – для фактора обробка насіння – 0,12 т/га; система удобрення – 0,18 т/га						

показники врожайності були за поєднання внесення мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ і бактеризації насіння біологічним препаратом. Приріст зерна від застосування мінеральних добрив становила 1,14 т/га, бактеризація насіння підвищила зернову продуктивність посівів сорго на 1,75 т/га, а за поєднання – значення цього показника збільшилось на 3,87 т/га порівняно з контролем – 7,35 т/га.

Комплексне застосування бактеризації насіння, внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ в основне удобрення та в позакорене підживлення мікродобривом мало позитивний вплив на приріст урожайності, збільшивши її на 30,6% порівняно до варіанта без обробки насіння (7,74 т/га) (табл.). Підживлення рослин у період вегетації азотом (N_{15}) було ефективним, порівняно з контрольним варіантом, особливо із застосуванням біологічним препаратом, одержано приріст урожайності – 3,42 т/га.

Висновки

Оптимальною для вирощування сорго виявилась система удобрення, яка передбачала удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$. Продуктивність гібриду Арміда за цієї технології становила 8,49 т/га, а за сівби насінням обробленим біологічним препаратом – 11,22 т/га. Встановлено високу ефективність підживлення рослин сорго азотом (N_{15}) в період вегетації, особливо на фоні застосування біологічного препарату, що забезпечило достовірне підвищення врожайності.

Визначена роль головного пагона та бічних пагонів у формуванні біологічної продуктивності посіву за впливу досліджуваних факторів. Визначено, що головна волоть завжди має вищий відсоток (62,8–70,4) у формуванні продуктивності культури. Зростання ролі головного пагона у формуванні загальної біологічної врожайності залежить від меншої кількості бічних пагонів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. та ін. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти. Дніпропетровськ: Центр наукового забезпечення агропромислового виробництва Дніпропетровської області. 2011. 63 с.
2. Музиченко Ф. Сорго в Україні: лише переваги. *Пропозиція*. 2010. №3. С.23.
3. Овсієнко І. А. Формування зернової продуктивності сорго залежно від агротехнічних заходів. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 146–151.
4. Лапа О. М., Свиридов А. М., Щербаков В. Я. та ін. Вирощування зернового сорго в умовах України : практичні рекомендації. Одеса. 2008. 33 с.
5. Макаров Л. Х. Соргові культури: монографія. Інститут землеробства південного регіону УАН. Херсон: Айлант, 2006. 264 с.
6. Щербаков В. Я. Зерновое сорго. Київ: Вища школа, 1983. 191 с.
7. Коваленко А. М., Тимошенко Г. З., Новохижий М. В. та ін. Технологія вирощування сорго в Південному Степу України. Посібник українського хлібороба. Т. 1. 2014. С. 208–218.
8. Дремлюк Т. К., Гамандій В. Л., Гамандій І. В. Основні елементи технології вирощування сорго. Посібник українського хлібороба. Т. 1. 2013.
9. Woods. J. The potential for energy production using sweet sorghum in southern Afrika. *Energy for Sustainable Development, Bangalore*, 2001. V. 5. № 1.
10. Foszczynska B., Dziuba E., Chmielewska J., Sowinski J. The use of sorgho malt for beer production. *Przemysl Chemiczny*. 2014. Vol. 93, Iss. 6. P. 1444–1446. doi: 10.12916/przemchem. 2014.

REFERENCES

1. Cherenkov A. V., Shevchenko M. S., Dziubetskyi B. V. ta inshi (2011). Sorhovi kultury: tekhnolohiia, vykorystannia, hibrydy ta sorty [Sorghum crops: technology, use, hybrids and varieties]. D.: Tsentru naukovoho zabezpechennia ahropromyslovoho vyrobnytstva Dnipropetrovskoi oblasti. 63 p.
2. Muzychenko F (2010). Sorho v Ukraini: lyshe perevahy [Sorghum in Ukraine: only advantages]. *Propozytsiia*, 3, 23 [in Ukrainian].
3. Ovsienko I. A. (2015). Formuvannia zernovoi produktyvnosti sorho zalezhno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv [Formation of sorghum grain productivity depending on agrotechnical measures]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 81, 146–151 [in Ukrainian].
4. Lapa O. M., Svyrydov A. M., Shcherbakov V. Ya. ta inshi (2008). Vyroshchuvannia zernovoho sorho v umovakh Ukrainy (praktychni rekomendatsii) [Growing grain sorghum in Ukraine (practical recommendations)]. Odesa. 33 p. [in Ukrainian].
5. Makarov L. Kh. (2006). Sorhovi kultury: monohrafiia [Sorghum crops: monograph]. Instytut zemlerobstva pivdennoho rehionu UAAN. Kherson: Ailant. 264 p. [in Ukrainian].
6. Shcherbakov V. Ya. (1983). Zernovoe sorho [Grain sorghum]. Kyiv: Vyscha shkola. 191 p. [in Ukrainian].
7. Kovalenko A. M., Tymoshenko H. Z., Novokhyzhyi M. V. ta inshi (2014). Tekhnolohiia vyroshchuvannia sorho v Pivdennomu stepu Ukrainy. [Technology of sorghum cultivation in the Southern steppe of Ukraine.]. Posibnyk ukrainskoho khliboroba [in Ukrainian].
8. Dremluk T. K., Hamandii V. L., Hamandii I. V. (2013). Osnovni elementy tekhnolohii vyroshchuvannia sorho. [The main elements of sorghum growing technology]. Posibnyk ukrainskoho khliboroba [in Ukrainian].
9. Woods J. (2001). The potential for energy production using sweet sorghum in southern Afrika. *Energy for Sustainable Development, Bangalore*, 5, 1 [in English].
10. Foszczynska B., Dziuba E., Chmielewska J., Sowiński J. (2014). The use of sorgho malt for beer production. *Przemysl Chemiczny*, 93, 6, 1444–1446. doi: 10.12916/przemchem[in English].

Hryshchenko R.E., Lyubchych O.G., Glieva O.V.

Formation of grain sorghum grain yield by different systems of shoots depending on crop fertilizer

The article highlights the main results of research conducted in the Forest-Steppe of Ukraine on typical soils of the zone – dark gray podzolic coarse-grained light loam to study the productivity of sorghum grain variety Armida. The efficiency of seed treatment with biological preparation, mineral fertilizers, foliar fertilization and nitrogen fertilization during the growing season on crop productivity was established. The combination of these components provides an increase in crop yields. The fertilizer system, which provided for the introduction of $N_{60}P_{60}K_{60}$ turned out to be optimal for sorghum cultivation. Crop productivity with this technology was 8,49 t/ha, and for sowing seeds treated with biological preparation – increased by 32%.

The productivity of the crop increased by 30,6% and with complex application – seed treatment, application of $N_{60}P_{60}K_{60}$ in the main and application of microfertilizer in foliar fertilization, compared to the option without seed treatment (7,74 t/ha).

The percentage of grain of the main shoot, panicle and tillering shoots in the biological yield of the crop is determined. It is determined that the main panicle always has a higher percentage (62,8–70,4) in the formation of crop productivity. The growth of the role of the main shoot in the formation of the overall biological yield depends on the smaller number of side shoots.

Key words: panicle, percentage, mineral fertilizers, preparations, productivity, grade, crop capacity.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Грищенко Р.Є., старший науковий співробітник, кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», вул. Машинобудівників,

2-Б, смт Чабани, Києво-Святошинський район, Київська область, тел. 0984438204, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6503-6034>

Любчик О.Г., завідувач відділу технологій зерно-бобових круп'яних та олійних культур, кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», вул. Машинобудівників, 2-Б, смт Чабани, Києво-Святошинський район, Київська область, тел. 0975524333, e-mail: slyubchich@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6768-1398>

Hryshchenko R.E., Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», 2-B Machine-Builders Str., Chabany village, Kyiv-Svyatoshinsky district, Kyiv region, ph. 0984438204, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6503-6034>

Lyubchych O.H., Head of The Department of Technologies of Leguminous Cereals and Oilseeds, Candidate of Agricultural Sciences, National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences

Глієва О.В., науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», вул. Машинобудівників, 2-Б, смт Чабани, Києво-Святошинський район, Київська область, 0669818363, e-mail: sun_summer@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3961-4072>

of Ukraine», 2-B Machine-Builders Str., Chabany village, Kyiv-Svyatoshinsky district, Kyiv region, ph. 0975524333, e-mail: sublychich@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6768-1398>

Glieva O.V., researcher of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine», 2-B Machine-Builders Street, Chabany village, Kyiv-Svyatoshinsky district, Kyiv region; ph. 0669818363, e-mail: sun_summer@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3961-4072>

Надійшла 7.10.2021