

УДК 633.174:631.5

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.15>

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СОРГО ЗВИЧАЙНОГО ДВОКОЛЬОРОВОГО (*SORGHUM BICOLOR* (L.) ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ

Правдица Л.А. – к.с.-г.н.,

с.н.с. відділу селекції і сталих технологій вирощування

та перероблення біоенергетичних культур,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

У статті наведено результати досліджень з вивчення впливу норм висіву насіння на ріст і розвиток рослин сорго звичайного двокольорового та соризу в умовах нестійкого зволоження східної частини Лісостепу України. Дослідження виконувались впродовж 2016–2020 рр. на дослідних ділянках Іванівської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Досліджено, що норма висіву насіння впливала на формування густоти стояння рослин сорго звичайного двокольорового та соризу, і відповідно, на виживаність, що впливало на розвиток та продуктивність культур. Густина стояння рослин залежала від посівних властивостей насіння, ґрунтово-кліматичних умов та елементів технології вирощування.

Встановлено, що найкраще розвивалися рослини за сівби з нормою висіву 200 тис. шт./га та з кінцевою густрою стояння 159 та 160 тис. При цьому отримана висока польова схожість насіння, яка становила 83,2% у соризу сорту Самаран 6 та 84,1% у сорго сорту Дніпровський 39; зменшувалась тривалість вегетаційного періоду, яка становила 111 діб у соризу та 112 діб у сорго. За сівби насіння 150 та 250 тис.шт./га польова схожість була нижчою в середньому на 1,0–1,8%, а вегетаційний період довшим в середньому на 2–4 доби. Сорти сорго звичайного утворювали найбільшу кількість додаткових стебел за норми висіву 150 та 200 тис.шт./га. За максимальної норми висіву рослини сорго і соризу практично не кущилися – 1,0 та 1,2 стебел на рослину. Відмічено, що маса рослин зменшувалась із збільшенням норми висіву насіння від 135,6 до 110,8 г у сорту Дніпровський 39 та від 122,3 до 109,4 г у сорту Самаран 6. Аналогічна тенденція спостерігається із площею асиміляційної поверхні листя. Однак висота рослин збільшувалась і діаметр зменшувався, це свідчить про те, у загущених посівах рослини витягуються більше у висоту, ніж потовщуються у ширину.

Ключові слова: сорти, норма висіву, польова схожість, період вегетації, біометричні показники, густина стояння рослин.

Pravdyva L.A. Features of development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) depending on the seeding rate

The article presents the results of research on the influence of seed sowing rates on the growth and development of *Sorghum bicolor* and *Sorghum oryzoidum* plants in conditions of unstable moisture in the eastern part of the Forest Steppe of Ukraine. The research was carried out during 2016–2020 at the research plots of the Ivanivka Research and Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Sciences of Ukraine.

It was investigated that the rate of seed sowing influenced the formation of the density of standing sorghum plants and, accordingly, survival, which affected the development and productivity of crops. The density of the plant stand depended on the sowing properties of the seeds, soil and climatic conditions and elements of the growing technology.

It was established that the plants developed best after sowing with a seeding rate of 200,000 pieces/ha and with a final stand density of 159,000 and 160,000. At the same time, high field seed germination was obtained, which was 83.2% in sorghum variety Samarán 6 and 84.1% in sorghum variety Dniprovskiy 39; the length of the growing season was reduced, which was 111 days for sorrel and 112 days for sorghum. When sowing 150 and 250 thousand seeds/ha, field germination was lower on average by 1.0–1.8%, and the growing season was longer on average by 2–4 days. Varieties of common sorghum formed the largest number of additional stems at sowing rates of 150 and 200 thousand pieces/ha. At the maximum seeding rate, *Sorghum*

bicolor and Sorghum orysooidum plants practically did not sprout – 1.0 and 1.2 stems per plant. It was noted that the mass of plants decreased with an increase in the rate of sowing seeds from 135.6 to 110.8 g in the variety Dniprovskiyi 39 and from 122.3 to 109.4 g in the variety Samaran 6. A similar trend is observed with the area of the assimilation surface of the leaves. However, the height of the plants increased and the diameter decreased, this indicates that in thickened crops, plants are stretched more in height than they thicken in width.

Key words: varieties, sowing rate, field germination, vegetation period, biometric indicators, plant density.

Постановка проблеми. Основним завданням науки є пошук таких сільсько-господарських культур, які б в умовах зміни клімату – потепління, ефективно використовували поживні елементи та формували високу продуктивність [1–3]. Однією з таких культур є сорго звичайне двокольорове або зернове (*Sorghum bicolor* (L.) Moen). Це цінна харчова, кормова та технічна злакова культура. Займає п'яте місце після основних зернових культур та шосте місце у світі за валовим збором зерна [4, 5]. Сорго витримує різноманітні умови вирощування, а саме: високу температуру повітря, недостатню кількість опадів, низьку родючість ґрунту, нестачу елементів живлення тощо, формуючи при цьому високу урожайність [6, 7]. У світі сорго звичайне двокольорове вирощується переважно у напівзасушливих районах Африки та Азії, де є основним продуктом харчування для місцевого населення [8, 9]. Останнім часом сорго звичайне вважають енергетичною культурою, так як його можна використовувати для виробництва біоетанолу (етиловий спирт) і твердого палива: надземна маса використовується для виробництва брикетів і пелет [10–12].

В Україні сорго звичайне двокольорове малопоширене, вирощується на незначних площах, тому враховуючи універсальність використання та невибагливість до умов культивування, доцільним та актуальним буде вивчення елементів технології вирощування, зокрема норм висіву насіння в умовах східної частини Лісостепу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із основних чинників формування високої продуктивності культури є оптимальна густина стояння рослин. Проте для її корегування необхідно знати оптимальну норму висіву насіння, враховуючи відсоток рослин, що знищуються в результаті механічного обробітку ґрунту під час догляду за посівами і в цілому в період вегетації рослин [13].

За даними Сторожик Л.І. [14], важливим фактором є польова схожість насіння, яка залежить від його якості, так як чим вища якість посівних показників, тим вища польова схожість насіння. Польова схожість корелюється показником виживання рослин – тобто числом збережених до збирання рослин у відсотках до кількості висіяного схожого насіння. Цей показник інтегрований і характеризує здатність насіння створювати в конкретних умовах повноцінні сходи, а також є важливим елементом для формування максимальної продуктивності посівів саме на початкових етапах органогенезу рослини. Він свідчить про адаптованість конкретного генотипу сорго цукрового до ґрунтово-кліматичних умов і показує, наскільки оптимізовані технологічні прийоми в плані формування їх густоти стояння.

Оптимальна норма висіву насіння та густина стояння рослин є основою отримання гарного стеблостою, отримання високої урожайності зерна та максимального прибутку [15].

Із загущенням посівів виникає конкуренція рослин за воду, світло і поживні речовини, що негативно впливає на урожайність [16]. Надто низька кількість особин в популяції спричиняє посилення конкуренції з бур'янами і також знижує можливості реалізації потенціалу [17].

Багато вчених [18–21] займалося дослідженням норм висіву та густоти стояння рослин сорго звичайного двокольорового, проте практично відсутні наукові дані щодо росту та розвитку рослин залежно від впливу норм висіву насіння в умовах східної частини Лісостепу України, що, загалом, й визначає актуальність проведення досліджень.

Постановка завдання. Метою досліджень було встановити вплив норм висіву насіння на ріст і розвиток сорго звичайного двокольорового та соризу в умовах східної частини Лісостепу України.

Дослідження проводились впродовж 2016–2020 рр. в умовах Іванівської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН – зона нестійкого зволоження східної частини Лісостепу України.

Схема досліджу: сорти (фактор А): Дніпровський 39 (сорго звичайне двокольорове) та Самаран 6 (сориз) та норми висіву (фактор В): 1) 150 тис.шт./га; 2) 200 тис.шт./га; 250 тис.шт./га

Площа посівної ділянки 50 м², облікової – 30 м², повторність досліджу – чотириразова. Дослід закладається за методом систематичних повторювань: в кожному повторенні варіанти досліджу розміщуються по ділянках послідовно. Сівбу насіння здійснювали у II декаді травня на глибину 4–6 см, ширина міжрядь 45 см.

Ґрунти дослідної ділянки представлені чорноземом типовим слабосолонцюватим важкосуглинковим. Агрохімічні показники орного шару ґрунту (0–30 см) характеризувалися наступними даними: вміст гумусу – 4,5–4,7% (за Тюрнімом); рН водне – 7,2–7,4; лужногідролізованого азоту – 180 мг/кг ґрунту; вміст P₂O₅ – 19–20 мг/кг, K₂O – 100–110 мг/кг ґрунту (за Мачигінім). Ємкість поглинання обмінних катіонів становить 26–31 мг–екв на 100 г ґрунту. Залягання ґрунтових вод спостерігається на глибині 15–20 м, відповідно вирощувані культури використовують вологу для свого росту і розвитку за рахунок атмосферних опадів.

Погодні умови в роки проведення досліджень були типовими для цієї зони, однак мали певні відхилення від середніх багаторічних даних (рис. 1). У 2018 році спостерігається найвища температура, яка в середньому перевищувала середні

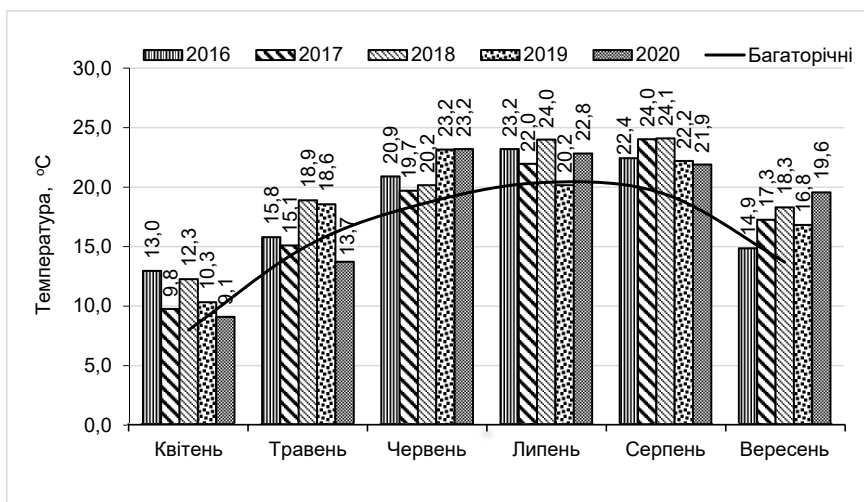


Рис. 1. Температура повітря по місяцях за період вегетації

багаторічні показники на 3,5 °С. Температура у весняні місяці – квітні та травні становила 12,3 та 18,9 °С, що на 4,3 та 3,8 °С вище за середньо багаторічні дані. У літні місяці та вересні температура повітря становила 20,2; 24,0; 24,1 та 18,3, що вище на 1,5; 3,6; 4,7 та 4,6 °С за середньо-багаторічні дані. У 2016, 2017, 2019 та 2020 роках температура повітря за вегетаційний період перевищувала середні багаторічні значення в середньому на 2,2; 1,8; 2,4 та 2,2 °С, відповідно.

Кількості опадів також мала деякі відхилення від середніх багаторічних даних за роками, так і за окремими місяцями (рис. 2). У 2016 році за квітень-вересень кількість опадів становила 372 мм, що більше за середні багаторічні показники на 43,0 мм. Кількість опадів була максимальною у травні і дорівнювала 115,0 мм, що перевищувало на 62,0 мм багаторічні показники, проте у липні та серпні їх кількість була на 41,0 та 40,0 мм меншою.

Кількість опадів у 2017 році впродовж вегетаційного періоду була меншою на 120,0 мм в порівнянні з середньо-багаторічними значеннями.

У 2018 році в середньому за період вегетації випало 230,0 мм опадів, що менше на 99,0 мм за середньо-багаторічні показники. У 2019 та 2020 роках сума опадів за період вегетації (квітень – вересень) дорівнювала 228,0 та 300 мм, що було менше за середні багаторічні значення на 101,0 мм та 29,0 мм відповідно.

У дослідженнях визначали польову схожість насіння після повних сходів, відношенням числа насіння, що зійшло, до висіяного, виражене у відсотках. Висоту рослин визначали від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла у досліджувані фази росту і розвитку рослин мірною лінійкою, шляхом вимірювання на закріплених кілочках 40 рослинах на двох несуміжних повтореннях. Діаметр стебла визначали штангельциркулем на висоті скошування рослин у період збирання, шляхом вимірювання на закріплених кілочках 40 рослинах на двох несуміжних повтореннях. [22].

Результати досліджень опрацьовували використовуючи статистичні методи за допомогою програми Statistica [23].

Виклад основного матеріалу. За результатами досліджень, встановлено, що польова схожість насіння залежала від умов вирощування, норм висіву та якісних

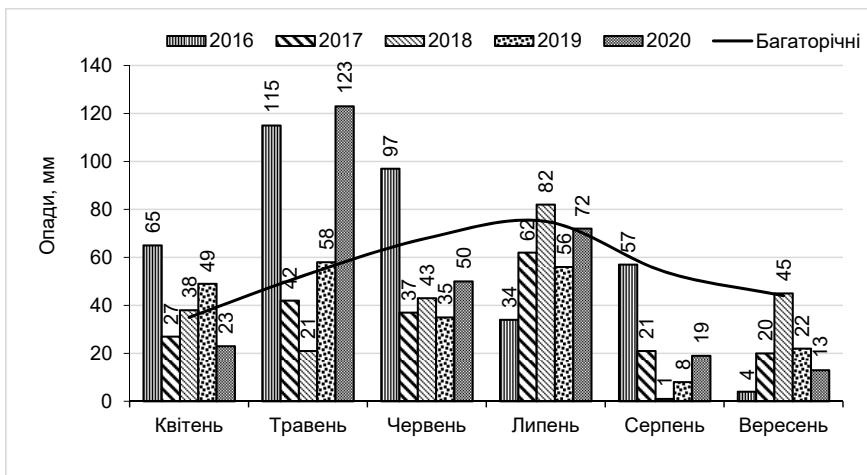


Рис. 2. Кількість опадів за період вегетації

показників насіння (рис. 3). Із збільшенням норми висіву польова схожість підвищувалась, сходи були швидшими і дружніми.

Так, за найменшої норми висіву насіння (150 тис.шт./га) польова схожість була найнижчою і дорівнювала 82,6% у сорту Дніпровський 39 та 81,4% у сорту Самаран 6. За норми висіву 200 тис. шт./га схожість була вищою на 1,5 та 1,8%, відповідно. У посівах, де норма висіву була найбільша польова схожість становила 83,4% у сорго звичайного двокольорового сорту Дніпровський 39 та 83,0% у соризу сорту Самаран 6.

Дослідження проведені в умовах недостатнього зволоження східної частини Лісостепу України показують, що найкоротший період вегетації спостерігається за норми висіву 200 тис.шт./га як в сорго сорту Дніпровський 39, так і в соризу сорту Самаран 6 і становить 111 та 112 діб, відповідно (рис. 4).

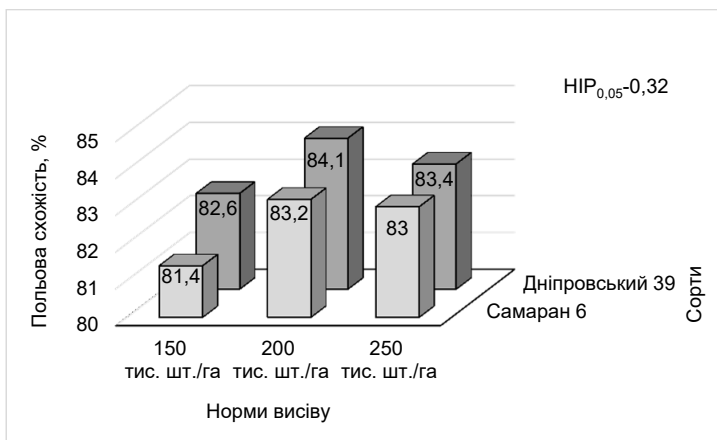


Рис. 3. Польова схожість насіння сорго звичайного двокольорового сорту Дніпровський 39 та соризу сорту Самаран 6 залежно від норми висіву насіння, % (середнє за 2016–2020 рр.)

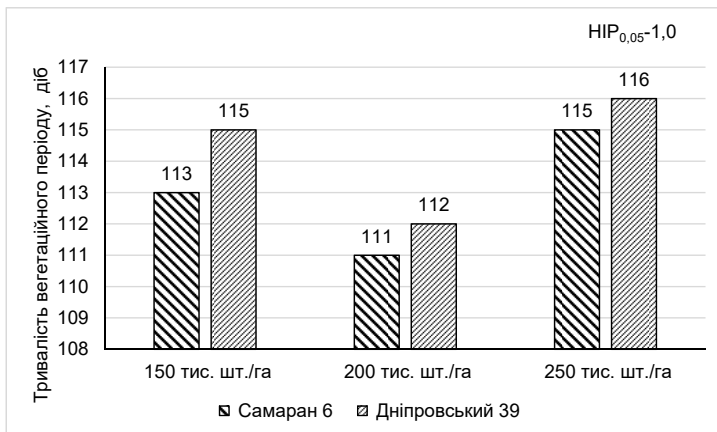


Рис. 4. Тривалість вегетаційного періоду сорго звичайного двокольорового сорту Дніпровський 39 та соризу сорту Самаран 6 залежно від норми висіву насіння, діб (середнє за 2016–2020 рр.)

Дещо довший період вегетації спостерігається за норми висіву насіння 150 та 250 тис.шт./га. У сорго звичайного двокольорового становив 115 та 116 діб, у соризу 113 та 115 діб.

Фенологічні спостереження за розвитком рослин показують, що із збільшенням норми висіву змінювалась висота рослин, зменшувався діаметр стебла, також зменшувалась куцистість та маса рослин (табл. 1). За норми висіву 150 та 200 тис. шт./га висота рослин була майже однаковою і становила У сорту Дніпровський 39 – 113–114 см, у сорту Самаран 6 – 112–113 см. За найбільшої норми висіву висота рослин становила 117 та 118 см, відповідно.

Діаметр стебла за найбільшої норми висіву був найменшим і становив 1,3 см у обох сортів.

Найкраще куцилися рослини за менших норм висіву і становили 1,5–1,6 шт./рослину у сорго звичайного двокольорового сорту Дніпровський 39 та 1,6–1,7 шт./рослину у соризу сорту Самаран 6. За норми висіву 250 тис.шт./га рослини обох сортів практично не утворювали додаткових продуктивних стебел.

Вимірюючи масу рослини та площу листової поверхні спостерігається однакова тенденція: із збільшенням норми висіву насіння ці показники зменшуються. Маса рослини із збільшенням норми висіву від 150 до 250 тис.шт./га зменшувалася від 135,6 до 110,8 г у сорту Дніпровський 39 та від 122,3 до 109,4 г у сорту Самаран 6; площа листової поверхні однієї рослини, відповідно, від 1625 до 1198 см² у сорго та від 1538 до 1120 см² у соризу.

Таблиця 1

Біометричні показники рослин сорго звичайного двокольорового та соризу залежно від норм висіву насіння (середнє за 2016–2020 рр.)

Сорти	Норма висіву насіння, тис.шт./га	Період				
		збирання				викидання волоті – цвітіння
		висота рослин, см	діаметр стебла, см	куцистість, шт./роsl.	маса рослини, г	площа листової поверхні 1 рослини, см ²
Дніпровський 39	150	113	1,5	1,6	135,6	1625
	200	114	1,6	1,5	126,2	1410
	250	117	1,3	1,0	110,8	1198
Самаран 6	150	112	1,5	1,7	122,3	1538
	200	113	1,6	1,6	113,8	1386
	250	118	1,3	1,2	109,4	1120
НІР _{0,05}		1,64	0,08	0,09	1,47	16,08

Формування густоти стояння рослин в першу чергу залежало від посівних властивостей насіння (польової схожості), умов та елементів технології вирощування. В період вегетації вона у сорго звичайного двокольорового та соризу

зменшується від повних сходів до повної стиглості зерна (табл. 2). Також на густоту стояння рослин впливає догляд за рослинами, так як міжрядні обробітки ґрунту у період кушіння та стеблуння впливають на їх кількість, відповідно, втрачається незначний відсоток рослин.

Таблиця 2

Густота стояння рослин сорго звичайного двокольорового та соризу залежно від норм висіву насіння (середнє за 2016–2020 рр.)

Сорти	Норма висіву насіння, тис.шт./га	Період		
		повні сходи	кушіння	повна стиглість
Дніпровський 39	150	123,9	118,2	116,8
	200	168,2	162,5	160,1
	250	208,5	205,9	203,0
Самаран 6	150	122,1	117,6	115,0
	200	166,4	162,3	159,3
	250	207,5	204,0	202,0
НІР _{0,05}		1,86	1,62	1,50

На густоту стояння сорго звичайного двокольорового мала вплив норма висіву насіння, із збільшенням її, збільшувалася кількість рослин на одиниці площі посіву. Так, за норми висіву 150 тис.шт./га спостерігали найменшу густоту рослин і на період повної стиглості вона дорівнювала 116,8 тис. шт./га у сорго та 115 тис. шт./га у соризу. За норми висіву 200 тис. шт./га – відповідно, 160,1 та 159,3 тис. шт./га. І за найбільшої норми 250 тис. шт./га – 203,0 та 202,0 тис. шт./га.

Висновки. Встановлено, що норма висіву насіння впливала на формування густоти стояння рослин сорго звичайного двокольорового та соризу і відповідно на виживаність, що впливало на розвиток та продуктивність культур.

Найкраще розвивалися рослини за норми висіву 200 тис. шт./га з кінцевою густотою стояння 159 та 160 тис. При цьому отримана висока польова схожість насіння, яка становила 83,2% у соризу сорту Самаран 6 та 84,1% у сорго сорту Дніпровський 39; зменшувалась тривалість вегетаційного періоду яка становила 111 діб у соризу та 112 діб у сорго. Показники кущистості, маси рослин та площі листової поверхні зменшувались із збільшенням норми висіву насіння, але висота рослин збільшувалась і діаметр зменшувався, це свідчить про те, у загущених посівах рослини витягуються більше у висоту, ніж потовщуються у ширину.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. № 3. С. 18–24.
2. Пясецький П. І., Моргун А. В., Любич В. В. Агробіологічні параметри рослин різних гібридів сорго цукрового залежно від норми висіву. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 132–138. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.17>
3. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 97. С. 32–44.
4. Рудник-Іващенко О. І., Сторожик Л. І. Стан і перспективи соргових культур в Україні. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип. 10. С. 198–206.
5. Макаров Л. Х. Соргові культури: монографія. Херсон: Айлант, 2006. 263 с.
6. Dillon S. L., Shapter F. M., Henry R. J., Cordeiro G., Izquierdo L., Lee L. S. Domestication to Crop Improvement: Genetic Resources for *Sorghum* and *Saccharum* (An-

dropogoneae). *Annals of Botany*, 2007. 100(5), 975–989. URL: <https://doi.org/10.1093/aob/mcm192>

7. Pandian B. A., Sexton-Bowser S., Prasad P. V., Jugulam M. Current status and prospects of herbicide-resistant grain sorghum (*Sorghum bicolor*). *Pest Management Science*, 2022. 78(2), 409–415. URL: <https://doi.org/10.1002/ps.6644>

8. Fuller D. Q., Stevens C. J. Sorghum Domestication and Diversification: A Current Archaeobotanical Perspective. *Plants and People in the African Past*. 2018. 19, 427–452. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-89839-1_19

9. Vanamala J., Massey A., Pinnamaneni S., Reddivari L. & Reardon K. Grain and sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) serves as a novel source of bioactive compounds for human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2018. 58(17), 2867–2881. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1344186>

10. Dahlberg J. The Role of Sorghum in Renewables and Biofuels. *Sorghum. Methods in Molecular Biology*. 2019. 1931, 269–277. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9039-9_198

11. Stamenkovich O. S., Siliveru K., Veljkovic V. B., Bankovic-Ilic I. B., Tasic M. B., Ciampitti I.A., Dalovic I.G., Mitrovic P.M., Sikora V.S., Prasad P.V.V. Production of biofuels from sorghum. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2020. 124. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109769>

12. Правдива Л. А. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сорго зернового та вихід біопалива. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 5 (818). С. 23–29. URL: doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-03

13. Коваленко О. А., Чернова А. В. Вплив норм висіву насіння на формування густоти стояння рослин сортів сорго цукрового в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип.3. С. 129–136.

14. Сторожик Л. І. Перспективи вирощування сорго цукрового, як альтернативного джерела енергії. *Цукрові буряки*. 2011. № 2. С. 20–21.

15. William D. Widdicombe, Kurt D. Thelen. Row Width and Plant Density Effects on Corn Grain Production in the Northern Corn Belt. *Agronomy Journal*. Volume 94, Issue 5 p. 1020–1023. URL: <https://doi.org/10.2134/agronj2002.1020>

16. Caliskan S., Aslan M., Uremis I., & Caliskan M. E. The effect of row spacing on yield and yield component of full season and double cropped soybean. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2007. 31, 147–154.

17. Коваленко М.О., Жатова Г.О. Вплив норм висіву на ріст та розвиток сорго зернового в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2022. Вип. 3 (49). С. 25–31.

18. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. *Науковий вісник НУБІП України*. Сер.: Агронімія. 2016. Вип. 235. С. 33–39.

19. Овсієнко І.А. Формування зернової продуктивності сорго залежно від агротехнічних заходів. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 146–151.

20. Макаров Л.Х., Скорий М.В. Соріз (технологія, селекція, насінництво, переробка). Херсон: Айлант, 2009. 224 с.

21. Свиридова Л.А., Рожков А.О. Оцінка розвитку посівів сорго зернового за фенологічними спостереженнями. *Вісник ПДАА*. 2017. № 4. С. 18–23. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.02>

22. Правдива Л. А., Ганженко О. М., Доронін В. А., Бойко І. І., Сінченко В. М., Фучило Я. Д., Квав В. М., Гончарук Г. С., Смірних В. М., Атаманюк О. М., Власенко С. І. Методичні рекомендації з проведення спостережень, обліків та визначення якісних показників у дослідженнях сорго зернового. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2021. 34 с. ISBN 978-617-7986-86-6

23. 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.