

УДК 664.64.016.8:633.17:631.526.3+631.5  
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.17>

## АГРОБІОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ РІЗНИХ КУЛЬТИВАРІВ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ

**Любич В.В.** – д.с.-г.н.,  
професор кафедри харчових технологій,  
Уманський національний університет садівництва

**Моргун А.В.** – к.с.-г.н.,  
завідувач відділом селекції  
Дослідна станція тютюнництва Національного наукового центру  
«Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

У статті наведено результати дослідження формування агробіологічних параметрів рослин сорго цукрового (висота рослин, діаметр стебла, кількість листків, площа листової поверхні) за різних технологічних заходів (культивар, строк сівби, норма висіву).

Встановлено, що висота рослин сорго цукрового зростала по мірі проходження фаз розвитку від стеблуння до воскової стиглості і в більшій мірі залежала від генотипу рослин. За двох строків сівби сортозразки Зубр і Мамонт мали висоту 2,95–3,83 м, а Фаворит і Медовий 2,20–3,05 м.

Діаметр стебла рослин сорго цукрового, в основному, залежав від густоти насаджень і в меншій мірі від генотипу. За густоти насаджень 100 тисяч рослин на гектарі діаметр стебла коливався від 1,9–2,3 см, а за густоти 200 тисяч рослин на гектарі 1,7–2,1 см. Ранньостиглі сортозразки Фаворит і Медовий мали менший діаметр проти більш пізньостиглих Зубр і Мамонт.

Кількість листків на рослинах сорго цукрового мало залежала від густоти насаджень, а формувалась відповідно до генотипу.

У всіх сортозразків Зубр, Фаворит, Мамонт було зареєстровано 10–11 продуктивних листків, а сортозразок Медовий мав 9–11 листків у фазу воскової стиглості.

Площа листової поверхні рослин сорго цукрового зростала зі збільшенням густоти насаджень і була максимальною у фазі викидання волоті, що пов'язано з інтенсивними опадами в липні місяці, недостатня кількість вологи спостерігалась в червні та серпні місяці.

Найбільша площа листової поверхні була у рослин за фази викидання волоті і складала у ранньостиглих сортозразків Фаворит і Медовий 51540–90740 м<sup>2</sup>/га, середньостиглих – 65065–113644 м<sup>2</sup>/га. У відносно сухих 2022–2023 роках площа листової поверхні суттєво зменшилась і становила у ранньостиглих сортозразків Фаворит і Медовий 41700–66772 м<sup>2</sup>/га, середньостиглих – 50172–91740 м<sup>2</sup>/га.

**Ключові слова:** показники росту та розвитку рослин, норма висіву, строк сівби, строк збирання.

### **Liubych V.V., Morhun A.V. Agrobiological parameters of different sugar sorghum cultivars under various technological measures**

The article presents the research results of agrobiological parameter formation of sugar sorghum plants (plant height, stem diameter, number of leaves, leaf surface area) under various technological measures (cultivator, sowing period, sowing rate).

It was found that the height of sugar sorghum plants increased with the stages, from stemming to waxy ripeness, and depended to a greater extent on the genotype of the plants. During the two sowing periods, Zubr and Mamont varieties were 2.95–3.83 m high, and Favoryt and Medovy were 2.20–3.05 m high.

The diameter of sugar sorghum plant stems mainly depended on the density of plantings and to a lesser extent on the genotype. At a planting density of 100 000 plants per hectare, the stem diameter varied from 1.9–2.3 cm, and at a density of 200 000 plants per hectare, it was 1.7–2.1 cm. The early-ripened samples of Favoryt and Medovy varieties had a smaller diameter compared to the later-ripened Zubr and Mamont.

*The number of leaves on sugar sorghum plants did not depend mainly on the density of plantings, but was formed according to the genotype. The 10–11 productive leaves were registered in all samples of Zubr, Favoryt, and Mamont. Medovy sample had 9–11 leaves in the stage of wax ripeness.*

*The leaf surface area of sugar sorghum plants increased with the increase in planting density and was largest in the ear stage, which is associated with intense precipitation in July, insufficient humidity was observed in June and August.*

*The largest leaf surface area was in plants during the ear stage and was 51 540–90 740 m<sup>2</sup>/ha in early-ripening cultivars Favoryt and Medovy, and 65 065–113 644 m<sup>2</sup>/ha in medium-ripening varieties. In the relatively dry 2022–2023 years, the leaf surface area decreased significantly and amounted to 41 700–66 772 m<sup>2</sup>/ha in early-ripening varieties Favoryt and Medovy, and 50 172–91 740 m<sup>2</sup>/ha in medium-ripening varieties.*

**Key words:** indicators of plant growth and development, sowing rate, sowing period, harvesting period.

**Постановка проблеми.** У багатьох країнах переважають традиційні види палива, що негативно впливають на стан довкілля та рівень енергетичної безпеки [1]. Вирішення даної проблеми можливе за рахунок впровадження виробництва біологічних видів палива, що можуть бути одержані з біоенергетичної сировини сільськогосподарського призначення [2]. Одним з основних альтернативних видів палива є біоетанол, який можна отримати із різної цукровмісної сировини. Потенційним сировинним джерелом постачання цукристих речовин є сорго цукрове [3].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Так, біоетанол, що отримується в процесі переробки рослинної сировини використовується як біопаливо для автомобільного транспорту [4, 5]. Значна увага приділяється застосуванню брикетів для твердопаливних котлів, сировиною для виготовлення яких також слугує вегетативна маса різних сільськогосподарських культур [6].

У зв'язку з глобальними кліматичними змінами, останніми роками на території України виникають умови для виробництва біопалива із сировини вирощеної в аграрному секторі [7]. В умовах енергетичної та екологічної кризи однією з найбільш перспективних енергетичних рослин є культура сорго цукрового [8].

Використання сорго сільгоспвиробниками різноманітне – виробництво борошна, крупи, спирту та крохмалю, а завдяки високому вмісту вуглеводів у соку стебел його застосовують як сировину для виробництва біоетанолу та харчового сиропу. Суха маса стебел, після віджиму, переробляється на тверді види палива [9, 10].

Для ефективного вирощування сорго цукрового в зоні Лісостепу України, залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов, сортів і гібридів, доцільно розробити та удосконалити елементи технології вирощування, зокрема встановити найбільш продуктивну густоту насаджень рослин, сортовий склад та оптимальні строки сівби та збирання для цієї зони.

**Постановка завдання.** Дослідження проводилися на полях Дослідної станції тютюництва ННЦ «ІЗ НААН» (м. Умань, Черкаська обл.) у 2021–2023 рр.

За фізико-географічним районуванням Черкаська область розташована у центральній частині України. Зона характеризується слабо хвилястим рельєфом і різноманітним ґрунтового покриву. Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий. Для нього характерна висока природна родючість (вміст гумусу 3,0–3,2%), добрі фізичні, хімічні та біологічні властивості.

Клімат помірно-континентальний. Періоди з середньою добовою температурою повітря понад 5°C тривають 205–215 діб, температурою понад 10°C – 161–170 діб, а з температурою понад 15°C – 106–110 діб. Суми активних температур

дорівнюють 2580–2900°C, а гідротермічний коефіцієнт (ГТК) становить 1,0–1,2. Опадів впродовж року випадає в середньому від 517 мм до 633 мм, а за період з температурою понад 10°C – від 334 до 412 мм.

Основним завданням досліджень було встановлення особливостей росту і розвитку різних культиварів сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) за різної густоти вирощування та різних строків сівби.

Площа посівної ділянки – 51,2 м<sup>2</sup>, облікової – 37,8 м<sup>2</sup>. Повторність досліду триразова. Досліди закладали за методом систематичних повторювань з шириною міжрядь 45 см. Сівбу насіння сорго цукрового першого строку сівби проводили у першій декаді травня, другого строку – в третій декаді з глибиною загортання насіння 4–6 см.

Висоту рослин визначали мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки головного стебла у досліджувані фази росту і розвитку рослин, шляхом вимірювання 40 рослин з двох несуміжних повторень. Діаметр стебла визначали штангенциркулем на висоті скошування рослин (10 см) шляхом вимірювання 40 рослин з двох несуміжних повторень. Площу листової поверхні – за допомогою ширини і довжини листка. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерного програмного забезпечення Excel.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналіз досліджень показує, що тривалість міжфазного періоду залежала від біологічних особливостей досліджуваних сортів і гібридів та не залежала від густоти насаджень. У середньому по досліді у рослин сорго цукрового поодинокі сходи за першого строку появились на 10–17 добу після сівби.

Вегетаційний період від появи сходів до моменту збирання врожаю складав від 142 діб у сортозразків Зубр і Мамонт, до 131 діб у сортозразків Фаворит і Медовий.

Висота рослин сорго цукрового зростала по мірі проходження фаз розвитку від стеблуння до воскової стиглості і в більшій мірі залежала від генотипу рослин (табл. 1). За двох строків сівби сортозразки Зубр і Мамонт мали висоту 2,95–3,83 м, а Фаворит і Медовий 2,20–3,05 м.

У розрізі окремого сортозразка спостерігалась різниця у висоті рослин в залежності від густоти насаджень. За густоти 100 тис. шт/га рослини були нижчими на 15–20 см від рослин вирощених за густоти 200 тис. шт/га. Середньостиглі сортозразки Зубр і Мамонт були більш високорослі за всіх умов вирощування.

Таблиця 1

**Висота рослин сорго цукрового залежно від агротехнологічних заходів,  
у середньому за 2021–2023 рр., м**

Культивар	Густота, тис. шт/га	Фаза викидання волоті	Фаза цвітіння	Фаза воскової стиглості
1	2	3	4	5
I строк сівби				
Зубр	100	3,16	3,29	3,52
	150	3,26	3,35	3,52
	200	3,27	3,39	3,58
Фаворит	100	2,68	2,77	2,95
	150	2,60	2,86	2,94
	200	2,75	2,91	3,14

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5
Мамонт	100	3,20	3,51	3,68
	150	3,28	3,63	3,78
	200	3,37	3,72	3,76
Медовий	100	2,43	2,84	2,96
	150	2,43	2,83	2,97
	200	2,40	2,86	3,09
II строк сівби				
Зубр	100	2,93	3,46	3,48
	150	3,16	3,49	3,59
	200	3,14	3,63	3,70
Фаворит	100	2,58	2,80	2,94
	150	2,72	2,87	2,95
	200	2,80	3,00	2,98
Мамонт	100	3,11	3,46	3,63
	150	3,19	3,63	3,69
	200	3,26	3,60	3,56
Медовий	100	2,28	2,68	2,84
	150	2,37	2,77	2,88
	200	2,38	2,81	2,95
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>0,14</i>	<i>0,16</i>	<i>0,17</i>

Діаметр стебла рослин сорго цукрового, в основному, залежав від густоти насаджень і в меншій мірі від генотипу. За густоти насаджень 100 тисяч рослин на гектарі діаметр стебла коливався від 1,9–2,3 см, а за густоти 200 тисяч рослин на гектарі 1,7–2,1 см (табл. 2). Ранньостиглі сортозразки Фаворит і Медовий мали менший діаметр проти більш пізньостиглих Зубр і Мамонт.

Таблиця 2

**Діаметр стебла сорго цукрового залежно від агротехнологічних заходів,  
у середньому за 2021–2023 рр., см**

Культивар	Густота, тис. шт/га	Фаза викидання волоті	Фаза цвітіння	Фаза воскової стиглості
1	2	3	4	5
I строк сівби				
Зубр	100	1,9	1,8	1,7
	150	1,8	1,7	1,5
	200	1,7	1,6	1,5
Фаворит	100	1,8	1,8	1,8
	150	1,8	1,8	1,5
	200	1,8	1,7	1,5
Мамонт	100	1,8	1,7	1,6
	150	1,8	1,7	1,7
	200	1,9	1,7	1,6

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
Медовий	100	1,6	1,7	1,6
	150	1,7	1,6	1,5
	200	1,6	1,5	1,5
II строк сівби				
Зубр	100	2,0	1,9	1,7
	150	1,9	1,7	1,6
	200	1,8	1,6	1,5
Фаворит	100	1,9	1,7	1,7
	150	1,8	1,6	1,5
	200	1,8	1,6	1,4
Мамонт	100	1,8	2,0	1,7
	150	1,7	1,7	1,6
	200	1,8	1,6	1,6
Медовий	100	2,1	1,7	1,5
	150	1,9	1,6	1,4
	200	1,9	1,6	1,4
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	<i>0,1</i>

Кількість листків на рослинах сорго цукрового мало залежала від густоти насаджень, а формувалась відповідно до генотипу (табл. 3).

У всіх сортозразків Зубр, Фаворит, Мамонт було зареєстровано 10–11 продуктивних листків, а сортозразок Медовий мав 9–11 листків у фазу воскової стиглості.

Таблиця 3

**Кількість листків сорго цукрового залежно від агротехнологічних заходів,  
2021–2023 рр., шт.**

Культивар	Густота, тис. шт/га	Фаза викидання волоті	Фаза цвітіння	Фаза воскової стиглості
1	2	3	4	5
I строк сівби				
Зубр	100	12	12	12
	150	11	11	12
	200	11	11	12
Фаворит	100	11	10	10
	150	10	10	9
	200	10	10	10
Мамонт	100	12	12	12
	150	11	11	12
	200	11	12	12
Медовий	100	10	11	10
	150	10	10	10
	200	10	10	10

Закінчення табл. 3

1	2	3	4	5
II строк сівби				
Зубр	100	11	12	12
	150	11	11	11
	200	11	11	12
Фаворит	100	10	10	10
	150	10	10	10
	200	10	10	10
Мамонт	100	11	11	12
	150	11	11	12
	200	11	11	12
Медовий	100	11	10	10
	150	11	10	10
	200	10	11	10
<i>НІР<sub>05</sub></i>		<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Площа листової поверхні рослин сорго цукрового в великій мірі залежала від генотипу, наявності вологи в ґрунті та густоти насаджень (табл. 4). Площа листової поверхні рослин сорго цукрового зростала зі збільшенням густоти насаджень і була максимальною у фазі викидання волоті, що пов'язано з інтенсивними опадами в липні місяці, недостатня кількістю вологи спостерігалась в червні та серпні місяці.

Таблиця 4

**Площа листової поверхні сорго цукрового залежно агротехнологічних заходів, у середньому за 2021–2023 рр., м<sup>2</sup>/га**

Культивар	Густота, тис. шт/га	Фаза викидання волоті	Фаза цвітіння	Фаза воскової стиглості
1	2	3	4	5
I строк сівби				
Зубр	100	53720	50657	47079
	150	74575	63234	72704
	200	85783	61686	82872
Фаворит	100	40559	40348	36204
	150	65652	62759	52119
	200	77768	77576	73483
Мамонт	100	52360	52520	47416
	150	72275	71350	69338
	200	100625	91032	87008
Медовий	100	43196	40815	33742
	150	55713	60123	67979
	200	73624	79329	68015

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5
II строк сівби				
Зубр	100	50994	50063	44229
	150	67904	67953	70106
	200	82718	92187	96753
Фаворит	100	36881	38843	34632
	150	52457	59584	51106
	200	69140	63882	64054
Мамонт	100	51524	48406	50717
	150	69767	67376	69310
	200	91843	83832	97570
Медовий	100	36029	35739	34639
	150	58406	54241	50447
	200	72199	78730	64565
<i>НІР<sub>05</sub></i>		3750	3721	3677

У 2021 році, за достатнього зволоження, найбільша площа листової поверхні була у рослин за фази викидання волоті і складала у ранньостиглих сортозразків Фаворит і Медовий 51540–90740 м<sup>2</sup>/га, середньостиглих – 65065–113644 м<sup>2</sup>/га. У відносно сухих 2022–2023 роках площа листової поверхні суттєво зменшилась і становила у ранньостиглих сортозразків Фаворит і Медовий 41700–66772 м<sup>2</sup>/га, середньостиглих – 50172–91740 м<sup>2</sup>/га.

**Висновки і пропозиції.** Висота рослин, діаметр стебла та площа листової поверхні достовірно змінюються залежно від культивуру, строку сівби і густоти рослин. При цьому кількість листків майже не змінювалась від досліджених агротехнологічних чинників. Усі гібриди сорго цукрового у фазу викидання волоті формують високу площу листової поверхні, яка змінюється по різному впродовж фаз росту та розвитку. Найвищу площу листків сорго цукрового отримано за густоти рослин 150–200 тис. шт/га під час сівби у I декаді травня.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Nemahunguni N.K., Gupta S., Kulkarni M.G. et al. The effect of biostimulants and light wavelengths on the physiology of *Cleome gynandra* seeds. *Plant Growth Regulation*. 2020. Vol. 90. P. 467–474.
2. Ortiz D., Hu J., Fernandez S.M.G. Genetic architecture of photosynthesis in *Sorghum bicolor* under non-stress and cold stress conditions. *Journal of Experimental Botany*. 2017. Vol. 68(16). P. 4545–4557.
3. Леонова К. П., Моргун А. В., Коваленко А. М., Любич В. В. Технологічні параметри біоенергетики гібридів сорго цукрового за різної густоти стояння рослин у Правобережному Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 72–77.
4. Rolz C., de León R., Mendizábal de Montenegro A. L. et al. A multiple harvest cultivation strategy for ethanol production from sweet sorghum throughout the year in tropical ecosystems. *Renew. Energy*. 2017. Vol. 106. P. 103–110.
5. Войтовська В. І., Любич В. В., Третякова С. О., Приходько В. О. Технологічна якість крохмалю різних гібридів кукурудзи і сортів сорго зернового за його біохімічною складовою. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 76–80.
6. Pannacci E., Bartolini S. Evaluation of sorghum hybrids for biomass production in central Italy. *Biomass Bioenergy*. 2016. Vol. 88. P. 135–141.

7. Войтовська В. І., Сторожик Л. І., Любич В. В., Яланський О. В. Технологічне оцінювання зерна різних сортів соризу (*Sorghum orysoïdum*). *Plant Varieties Studying and protection*. 2022. Т. 18, № 1. С. 50–56.
  8. Liu Q., Ma H., Lin X. et al. Effects of different types of fertilizers application on rice grain quality. *Chil. J. Agric. Res.* 2019. Vol. 79, Iss. 2. P. 202–209.
  9. Моргун А. В., Пясецький П. І., Любич В. В. Продуктивність різних сортів і гібридів сорго цукрового за різних строків збирання. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. С. 163–173.
  10. Perrin R., Fulginiti L., Bairagi S., Dweikat I. Sweet sorghum as feedstock in great plains. Corn ethanol plants: the role of biofuel policy. *J. Agric. Resour. Econ.* 2018. Vol. 43, № 1. P. 34–45.
-