

УДК 581.132:633.17:631.526.3+631.5
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.17>

АГРОБІОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ РОСЛИН РІЗНИХ ГІБРИДІВ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ

Пясецький П.І. – директор,

Дослідна станція тютюнництва національного Наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

Моргун А.В. – к.с.-г.н.,

зав. відділом селекції,

Дослідна станція тютюнництва національного Наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

Любич В.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри харчових технологій,

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати вивчення агробіологічних параметрів рослин нових гібридів сорго цукрового за різної норми висіву. Аналіз досліджень показав, що тривалість міжфазного періоду сходи – три листки залежав від біологічних особливостей досліджуваних гібридів та ґрунтово-кліматичних умов року. В середньому по досліді рослини сорго цукрового мали тривалість даного міжфазного періоду на рівні 8–9 діб. Загальна тривалість вегетаційного періоду від сходів до викидання волоті в середньому по досліді становить 63–71 діб. Загальна тривалість міжфазного періоду викидання волоті – молочна стиглість по досліді становить 34 доби, а від молочної до повної стиглості – 14–31 доби залежно від гібриду. Тривалість вегетаційного періоду була сортоспецифічною і не залежала від густоти посіву. Встановлено, що зі збільшенням норми висіву висота рослин досліджених гібридів сорго цукрового зростає. У процесі вегетації рослин проведено біометричні виміри висоти рослин у динаміці їх росту відповідно за фенологічними фазами. Висота рослин сорго цукрового пов'язана із площею живлення і є одним з показників, що характеризує ріст рослин сорго цукрового, збільшення якого тісно корелює з наростанням вегетативної маси. Аналіз досліджень показав, що висота рослин значно залежить як від біологічних особливостей гібриду так і від ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Висота рослин сорго цукрового у 2019 році у середньому становила 3,0 м, а в 2020 році – 2,8 м. Висота рослин сорго цукрового у фазу воскової стиглості зерна змінюється від 2,7 до 3,3 м залежно від норми висіву. Встановлено, що зі збільшенням норми висіву насіння від 75 до 200 тис. шт/га, діаметр стебла зменшувався, це пояснюється тим, що при загущених посівах стебло починає більше витягуватися у висоту, ніж потовщуватися у ширину, тобто зменшується діаметр стебла. Слід відзначити, що діаметр стебла сорго цукрового майже сформований, оскільки до воскової стиглості зерна збільшується лише на 0,1–0,2 см.

Ключові слова: сорго цукрове, тривалість вегетаційного періоду, висота рослин, діаметр стебла, норма висіву, гібрид.

Piasetskyi P.I., Morhun A.V., Liubych V.V. Agrobiological plant parameters of different sorghum hybrids depending on sowing rate

The article presents the study results of agrobiological plant parameters of new sugar sorghum hybrids at different sowing rates. Study analysis showed that the duration of the interphase period of seedlings – three leaves depended on the biological characteristics of the studied hybrids and the soil and climatic conditions of the year. On average, according to the experiment, sugar sorghum plants had the duration of this interphase period at the level of 8–9 days. On average, total growing season length from germination to panicle earing is 63–71 days according to the experiment. The total duration of the interphase period of panicle earing – milky ripeness according to the experiment is 34 days, and from milky to full ripeness – 14–31 days, depending on the hybrid. Growing season length was variety-specific and did not depend on sowing density. It was found that with an increase in the sowing rate, the plant height of sugar sorghum studied hybrids increases. In the process of plant vegetation, biometric measurements of plant height

were carried out in the dynamics of their growth, respectively, according to phenological stages. The height of sugar sorghum plants is related to the feeding area and is one of the indicators characterizing the growth of sugar sorghum plants, the increase of which is closely correlated with vegetative mass growth. Study analysis showed that plant height depends significantly on both the biological characteristics of the hybrid and the soil and climatic growing conditions. The average height of sugar sorghum plants in 2019 was 3.0 m, and in 2020 – 2.8 m. The height of sugar sorghum plants in the stage of waxy grain ripeness varies from 2.7 to 3.3 m depending on the sowing rate. It was found that with an increase in the rate of sowing seeds from 75 to 200 thousand pcs/ha, stem diameter decreased. This is explained by the fact that with thick planting, stem begins to stretch more in height than it thickens in width, that is, stem diameter decreases. It should be noted that stem diameter of sugar sorghum is almost formed, since it increases by only 0.1–0.2 cm before waxy grain ripeness.

Key words: sugar sorghum, growing season length, plant height, stem diameter, sowing rate, hybrid.

Постановка проблеми. В умовах глобального потепління пошук сільсько-господарських культур, які здатні ефективно використовувати елементи живлення і формувати врожай – основне завдання сучасної науки [1, 2]. Біологічною особливістю сорго є його найвища серед польових культур посухостійкість. Воно здатне давати високі врожаї навіть до кордонів з напівпустелями [3]. 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. Суху масу стебел, після віджиму, переробляється на тверді види палива [4]. Оптимальна густина насаджень рослин сорго цукрового визначається залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов, сортів і гібридів. Тому, для ефективного вирощування сорго в центральній зоні Лісостепу України доцільним буде розробити та удосконалити елементи технології вирощування цієї культури, зокрема встановити оптимальну густоту посіву.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Густина посіву значно впливає на ріст і розвиток рослин та величину врожаю. Оптимальна густина стояння сприяє забезпеченню елементами живлення, вологою, освітленням рослин і формуванню при цьому максимальної продуктивності [5]. Одним із головних факторів, який визначає густоту посіву, є наявність вологи й елементів живлення у ґрунті. Оптимальну густоту посіву визначають залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов, морфо-біологічних особливостей сортів і гібридів сорго та напрямку використання продукції [6].

Дослідження проведені Сторожик Л. І. [7] вказують, що ріст і розвиток рослин та формування продуктивності агрофітоценозів сорго цукрового визначаються насамперед погодними умовами, які складаються в період вегетації. Сорго цукрове потребує оптимального і стабільного зволоження, особливо на першому – поява сходів і формування вегетативних органів та другому – утворення генеративних органів – періодах. Оптимальними в ці періоди слід вважати значення ГТК на рівні 1,1–1,3 і 1,0–1,6 відповідно. За таких умов тривалість міжфазного періоду сходів – кушення становить 16–19 діб, кушення-викидання волоті – 35–42 діб, викидання волоті–цвітіння – 7–9 діб, вегетаційний період загалом – 91–132 доби. Встановлено тісну кореляційну залежність між ГТК і польовою схожістю насіння та густиною сходів сорго цукрового (коефіцієнт кореляції $r = 0,92$ та $0,89$ відповідно). За 10-річний період польову схожість насіння сорго цукрового в межах 55–58% у регіоні відмічено чотири рази (ГТК в період сівба – сходів становив 0,5–0,8), у межах 63–70% – шість разів (ГТК – 1,0–1,7). Густина сходів за таких умов була в межах 6,0–6,4 і 8,2–9,5 шт/м відповідно.

За результатами досліджень [8] встановлено, що максимальні врожаї сорго можуть бути отримані за густоти 66,5 тис. шт/га з шириною міжряддя 75 см та за формування 5 рослин на 1 погонний метр рядка. За вирощування сорго в інших дослідженнях [9] оптимальною вважається густина рослин 300 тис. шт/га за ширини міжрядь в межах 30–40 см.

Більшість дослідників [10–12], що проводили вивчення норми висіву насіння сорго цукрового схиляються до думки що вона залежить від сортових особливостей. Так, вивчення різних сортів і гібридів сорго цукрового показує їх різний рівень ефективності та можливості отримання високого виходу сировини для переробки на біоенергетику. Тому дослідження агробіологічних параметрів різних гібридів сорго цукрового залежно від норми висіву є актуальними.

Постановка завдання. Дослідження проводили на полях Дослідної станції тютюництва ННЦ «ІЗ НААН» (м. Умань, Черкаська обл.) у 2019–2020 рр.

За фізико-географічним районуванням Черкаська область розташована у центральній частині України. Межує на півночі з Київською, на сході – з Полтавською, на півдні – з Кіровоградською та на заході – з Вінницькою областями. Її площа становить 20,9 тис. км² (3,4% від загальної площі України). Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий. Для нього характерна висока природна родючість (вміст гумусу 3,0–3,2%), добрі фізичні, хімічні та біологічні властивості. За профілем ґрунт характеризується відносною однорідністю, гранулометричного і валового хімічного складу, вилугованістю та ілювіальним характером розподілу карбонатів зі значним вмістом елементів живлення у гумусовому горизонті. Відзначаються глибоким заляганням карбонатів (115–120 см) в орному шарі. Кислотно-основні властивості цих ґрунтів типові для чорнозему опідзоленого: ступінь насиченості основами знаходиться в межах 91,0–91,8%, реакція ґрунтового розчину нейтральна, (рН 6,6–6,8), гідролітична кислотність становить 2,46 мг-екв./100 г ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору 119 мг/кг і обмінного калію 101 мг/кг ґрунту (за Чириковим – забезпеченість підвищена), азоту лужно-гідролізованих сполук 64 мг/кг ґрунту (за Корнфілдом). У цілому, фізико-хімічні властивості ґрунтів і рельєф місцевості, де проведено дослідження, за своїми показниками придатні до вирощування сорго цукрового.

Схема досліду включала вирощування гібридів сорго цукрового Зубр, Мамонт, Медовий, Фаворит, Верблюд, Сохатий, які висівали нормою висіву 75, 100, 150 і 200 тис. шт/га. Площа посівної ділянки – 51,2 м², облікової – 37,8 м². Повторність досліду – чотириразова. Загальна площа досліду – 0,50 га. Сівбу насіння сорго цукрового проведено у третій декаді травня з глибиною загортання насіння 4–6 см і міжряддям 45 см.

Фенологічні спостереження за рослинами сорго проводили за методикою держкомісії з сортовипробування сільськогосподарських культур. Початок кожної фази росту і розвитку встановлювали після настання її у 10 % рослин, масові значення – у 75 % рослин. 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) у фазу воскової стиглості зерна (період збирання), шляхом вимірювання 40 рослин з двох несуміжних повторень.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерного програмного забезпечення Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. У роки досліджень сівбу сорго цукрового в умовах Черкаської області проводили в другу або третю декаду

травня, а сходи отримували зазвичай через 4–7 діб. Але, у 2020 році на початку вегетаційного періоду спостерігалася пізня та холодна весна з температурою повітря 12,5°C, що на 2,1°C нижче середніх багаторічних показників. Недостатнє прогрівання повітря та ґрунту стало головною причиною затримки появи поодиноких та дружніх сходів (поява сходів на 10–16 добу).

Аналіз досліджень показав, що тривалість міжфазного періоду сходи – три листки залежав від біологічних особливостей досліджуваних гібридів та ґрунтово-кліматичних умов року. В середньому по досліді рослини сорго цукрового мали тривалість даного міжфазного періоду на рівні 8–9 діб.

Тривалість міжфазного періоду три листки – кушення близько 11–17 діб, у сорту Фаворит – 17 діб, а у гібридів Зубр, Мамонт, Медовий, Верблюд і Сохатий – 11 діб. Середня тривалість міжфазного періоду кушення – вихід в трубку по досліді становила 12 діб. Тривалість наступного міжфазного періоду вихід в трубку – викидання волоті по досліді становила в середньому 24 доби, в сорту Фаворит 33 доби, гібридів Зубр – 20 діб, Мамонт – 22 діб, Медовий – 27 діб, Верблюд – 20 діб, Сохатий – 20 діб відповідно.

Загальна тривалість вегетаційного періоду від сходів до викидання волоті в середньому по досліді становила 63–71 діб. Загальна тривалість міжфазного періоду викидання волоті – молочна стиглість по досліді становила 34 доби, а від молочної до повної стиглості – 14–31 доби залежно від генотипу. Тривалість вегетаційного періоду була сортоспецифічною і не залежала від густоти посіву.

У процесі вегетації рослин проведено біометричні виміри висоти рослин у динаміці їх росту відповідно за фенологічними фазами (табл. 1). Висота рослин сорго цукрового пов'язана із площею живлення і є одним з показників, що характеризує ріст рослин сорго цукрового, збільшення якого тісно корелює з наростанням вегетативної маси. Аналіз досліджень показав, що висота рослин значно залежить як від біологічних особливостей гібриду так і від ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Висота рослин сорго цукрового у 2019 році у середньому становила 3,0 м, а в 2020 році – 2,8 м.

За роки досліджень лідерами висоти стебла були гібриди Зубр, Мамонт та Сохатий, показники яких варіювали в межах від 2,8 до 3,2 м. Слід відмітити, що дані генотипи по різному реагували на зміну густоти стояння рослин. Так, висота рослин у гібриду Зубр за густоти насаджень 75 та 200 тис. шт/га становила 3,2 та 3,3 м, а за густоти насаджень 100–150 тис. шт/га – 3,1 м. Зі збільшенням густоти насаджень (150–200 тис. шт/га) рослини гібриду Мамонт витягувалися та досягали 3,2 м. Гібрид Сохатий зі збільшенням густоти посівів теж збільшував свою висоту стебла, але найвищими був за густоти насаджень 100 тис. шт/га.

Діаметр або товщина стебла – це показник, що характеризує ріст рослин сорго цукрового, від якого залежить стійкість рослин до вилягання і продуктивність [13]. Встановлено, що зі збільшенням норми висіву насіння від 75 до 200 тис. шт/га, діаметр стебла зменшувався, це пояснюється тим, що при загущених посівах стебло починає більше витягуватися у висоту, ніж потовщуватися у ширину, тобто зменшується діаметр стебла, про що свідчать дані таблиці 2.

Висновки і пропозиції. Загальна тривалість вегетаційного періоду від сходів до викидання волоті в середньому по досліді становить 63–71 діб. Загальна тривалість міжфазного періоду викидання волоті – молочна стиглість по досліді становить 34 доби, а від молочної до повної стиглості – 14–31 доби залежно від

Таблиця 1

**Висота рослин різних гібридів сорго цукрового за різної норми висіву
(2019–2020 рр.), м**

Гібрид (фактор А)	Густота, тис. шт/га (фактор В)	Фенологічна фаза		
		Молочна стиглість	Молочно- воскова стиглість	Воскова стиглість
Фаворит	75	2,1	2,6	2,7
	100	2,2	2,7	2,7
	150	2,2	2,7	2,7
	200	2,2	2,8	2,8
Зубр	75	2,3	3,1	3,2
	100	2,4	3,1	3,1
	150	2,4	3,2	3,1
	200	2,5	3,2	3,3
Мамонт	75	2,4	3,0	3,0
	100	2,3	3,0	3,0
	150	2,4	3,1	3,2
	200	2,4	3,1	3,2
Медовий	75	2,5	2,8	2,8
	100	2,5	2,8	2,9
	150	2,6	2,8	2,8
	200	2,6	2,8	2,8
Верблюд	75	2,5	2,9	2,8
	100	2,5	2,9	2,8
	150	2,5	2,9	2,8
	200	2,5	3,0	2,7
Сохатий	75	2,7	3,0	2,8
	100	2,8	3,0	3,2
	150	2,6	3,0	3,0
	200	2,6	2,9	3,0
НІР05	А	0,1	0,1	0,1
	В	0,1	0,1	0,1

гібриду. Тривалість вегетаційного періоду була сортоспецифічною і не залежала від густоти посіву. Визначено основні агробіологічні параметри рослин нових гібридів сорго цукрового за різної норми висіву. Встановлено, що зі збільшенням норми висіву висота рослин досліджених гібридів сорго цукрового зростає. Висота рослин сорго цукрового у фазу воскової стиглості зерна змінюється від 2,7 до 3,3 м залежно від норми висіву. При цьому діаметр стебла зменшується зі збільшенням норми висіву насіння. Слід відзначити, що діаметр стебла сорго цукрового майже сформований, оскільки до воскової стиглості зерна збільшується лише на 0,1–0,2 см.

Таблиця 2

**Діаметр стебла різних гібридів сорго цукрового за різної норми висіву
(2019–2020 рр.), см**

Гібрид (фактор А)	Густина, тис. шт/га (фактор В)	Фенологічна фаза		
		Молочна стиглість	Молочно- воскова стиглість	Воскова стиглість
Фаворит	75	1,6	1,7	1,8
	100	1,4	1,6	1,8
	150	1,5	1,7	1,7
	200	1,5	1,6	1,7
Зубр	75	1,6	1,8	1,9
	100	1,6	1,7	1,8
	150	1,6	1,7	1,7
	200	1,5	1,6	1,7
Мамонт	75	1,8	1,9	1,9
	100	1,7	1,8	1,9
	150	1,7	1,8	1,8
	200	1,6	1,6	1,8
Медовий	75	1,7	1,7	1,8
	100	1,6	1,7	1,8
	150	1,6	1,6	1,7
	200	1,6	1,5	1,7
Верблюд	75	1,8	1,8	2,1
	100	1,8	1,8	1,9
	150	1,8	1,8	1,9
	200	1,8	1,8	1,9
Сохатий	75	1,7	1,8	1,9
	100	1,7	1,8	1,9
	150	1,7	1,6	1,8
	200	1,6	1,6	1,8
НІР ₀₅	А	0,1	0,1	0,1
	В	0,1	0,1	0,1

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДДА*. 2017. №3. С. 18–24.
2. Любич В. В. Формування продуктивності різних гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 97. С. 32–44.
3. Любич В. В., Войтовська В. І., Крижанівський В. Г., Третякова С. О. Формування біохімічної складової борошна із зерна різних гібридів соризу. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №1. С. 66–70.
4. Любич В. В., Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Терещенко І. С., Лосева А. І. Агробіологічні параметри різних сортів і гібридів сорго цукрового. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. Т. 17, № 3. С. 193–198.

5. Tang C., Sun C., Du F. Effect of plant density on sweet and biomass sorghum production on semiarid marginal land. *Sugar Tech.* 2018. No. 20 (3). P. 312–322.
 6. Господаренко Г. М., Рябовол Я. С., Черно О. Д., Любич В. В., Крижанівський В. Г. Ріст і розвиток пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно від умов мінерального живлення в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського НУС.* 2020. № 2. С. 3–8.
 7. Сторожик Л. І., Сергеева І. О. Моніторинг агрофітоценозів соргового поля. *Зб. наук. пр. Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.* 2012. № 14. С. 345–348.
 8. Alderfasi A. A., Selim M. M., Alhammad B. A. Evaluation of plant densities and various irrigation regimes of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low water supply. *J. Water Resour. Prot.* 2016. Vol. 8. P. 1–11.
 9. Al-Taweel S. K., Najm E. S., Cheyed S. H., Cheyed S. H., Snaa Q. Response of sorghum varieties to the ratoon cultivation 1-Growth characteristics. *IOP Conf. Ser. Materials Sci. Eng.* 2020. Vol. 870. Article number 012030.
 10. Чернова А.В., Коваленко О.А., Корхова М.М. Урожайність зеленої маси сорго цукрового залежно від сортових особливостей, норм висіву, біопрепарату та мікродобрив за різних років дослідження. *Аграрні інновації.* 2020. № 4. С. 136–142.
 11. Сторожик Л. І., Музика О. В. Особливості формування продуктивності гібридів сорго цукрового залежно від впливу агротехнічних факторів: ширини міжрядь, густоти посівів та обробки регулятором росту. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2019. Vol. 15, № 2. С. 171–181.
 12. Ганженко О.М. Продуктивність сорго цукрового залежно від елементів технології його вирощування у зоні недостатнього зволоження Східного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2020. Вип. 28. С. 64–76.
 13. Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Любич В. В., Рогалський С. В. Посівні властивості зерна сорго цукрового залежно від тривалості його зберігання та оброблення препаратами. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2020. Вип. 28. С. 129–139.
-