

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ БІОЕНЕРГЕТИКИ ГІБРИДІВ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

ЛЕОНОВА К.П. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-8270-775X

Дослідна станція тютюництва Навчально-наукового центру
«Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

МОРГУН А.В. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0001-6356-6851

Дослідна станція тютюництва Навчально-наукового центру
«Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

КОВАЛЕНКО А.М.

orcid.org/0000-0002-5749-2144

Дослідна станція тютюництва Навчально-наукового центру
«Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України»

ЛЮБИЧ В.В. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0003-4100-9063

Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench.) – високоефективна сільськогосподарська культура, яка має широкий спектр використання у кормовиробництві, харчовій промисловості та у виробництві альтернативних видів палива (біоетанолу, біогазу, твердого біопалива) [1]. Вирізняється високою стійкістю до різноманітних стресових чинників, зокрема стійкістю до посухи, підвищених температур і засолення ґрунтів. Навіть за несприятливих умов вирощування воно здатне формувати високі стабільні врожаї та достатньо накопичувати цукру в стеблі рослин [2]. Урожайність біомаси сорго цукрового може досягати 90–120 т/га з цукристістю соку на рівні 18–20 %. Для повної реалізації високого потенціалу продуктивності сорго цукрового важливе значення має відповідна агротехнологія вирощування культури, а саме оптимальна відстань між рослинами та розташування їх у рядку на одиницю площі з урахуванням біологічних особливостей сортів (гібридів) і ґрунтово-кліматичних умов вирощування [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На основі аналізу зарубіжної та вітчизняної наукової літератури розглянуто вплив густоти посіву на ріст рослин, урожайність і якість біомаси сорго цукрового. Відмічено [4], що густина посівів істотно впливала на товщину головного стебла. У фазі 6–8 листків діаметр стебла на зріждених посівах (40 тис. шт/га) становив 12,6 мм, а на помірно загущених (80 тис. шт/га) – 11,5 мм. У наступних фазах розвитку рослин дана закономірність зберігалася. Також густина посівів суттєво впливало на формування врожаю. Найбільший урожай зеленої маси (31,6 т/га) був отриманий за густоти рослин 70 тис. шт/га, а найменший (21,8 т/га) за густоти 40 тис. шт/га.

У північній Флориді збільшення густоти посівів сорго цукрового до 123,5 тис. шт/га позитивно впливало на інтенсивність темпів росту та розвитку рослин, продуктивність культури і формування оптимального діаметру стебла для полегшення збору врожаю [5]. У Монголії та Китаї аналогічно у помірно загущених посівах (з 60 до

105 тис. шт/га) зменшувався діаметр стебла та збільшувалася висота рослин, індекс площі листків і врожайність біомаси [3].

У Східній Канаді зміна норм висіву насіння з 100 до 400 тис. шт/га впливала на біометричні та біохімічні показники рослин, а також на рівень врожайності сухої біомаси. Відповідно, найвищі рослини (214 см) були зафіксовані на посівних ділянках з густрою 400 тис. шт/га, а найнижчі (187 см) з густрою 100 тис. шт/га. Максимальні показники сухої біомаси (11 т/га) спостерігалися за густоти стояння рослин 300 і 400 тис. шт/га. Встановлена закономірність впливу густоти рослин на накопичення розчинних вуглеводів у стеблах сорго цукрового. На зріждених посівах (100 тис. шт/га) рівень розчинних вуглеводів знижувався на 15,5 % [6].

У Північній Кароліні (США) оптимальна норма висіву сорго цукрового знаходиться в межах 100–123 тис. шт/га, залежно від сорту та ширини міжряддя [7].

В умовах Лісостепу України урожайність зеленої маси сорго цукрового варіює від 40,8 до 106,8 т/га, з виходом соку зі стебел від 22,2 до 56,2 т/га, в якому міститься від 2,3 до 6,0 т/га загальних цукрів, придатних для отримання біоетанолу [8]. Вчені Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН у промислових посівах рекомендують густрою стояння рослин 200–250 тис. шт/га. Оскільки надмірне загущення посівів призводить до значних втрат урожаю за рахунок схильності рослин до вилягання [9].

Проведені дослідження у Білоцерківському національному аграрному університеті свідчать про те, що норма висіву насіння та ширина міжряддя істотно впливає на формування біомаси сорго цукрового. Найвища врожайність зеленої маси (85,4 т/га) зафіксована у варіанті з густрою рослин 140 тис. шт/га та шириною міжряддя 45 см. Збільшення ширини міжряддя з 45 см до 70 см знижувало врожайність на 2,3–3,2 % [10].

Таким чином, існує дуже великий розбіг у рекомендації щодо густоти посів сорго цукрового, оскільки опти-

мальна норма висіву насіння залежить від конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування, особливостей сорту (гібриду) та напрямку використання сировини. Тому напрям досліджень у Правобережному Лісостепу України є актуальним і має велике практичне значення.

Мета статті – визначити вплив норм висіву насіння різних гібридів сорго цукрового на ріст і розвиток рослин, встановити оптимальну густоту стояння рослин для зони Правобережного Лісостепу.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження виконували упродовж 2019–2021 рр. на полях Дослідної станції тютюнництва ННЦ «ІЗ НААН».

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН – 6,6–6,8), ступінь насиченості основами становить 91,0–91,7 %. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту в середньому становить 3,1 % (за методом Тюріна), а запаси рухомих форм елементів живлення: легкогідролізованого азоту – 65 мг на 1 кг ґрунту (за Корнфілдом), фосфору – 105 та обмінного калію – 110 мг на 1 кг ґрунту (за Чириковим).

Погодні умови у роки досліджень упродовж вегетації рослин відзначалися підвищеною температурою повітря та нерівномірною кількістю опадів.

Попередник – озима пшениця. Площа посівної ділянки – 51,2 м², облікової – 37,8 м². Повторність досліді – триразова. Розміщення ділянок послідовне. Агротехніка вирощування була загальноприйнятною для зони Правобережного Лісостепу. Сівбу насіння сорго цукрового проводили у третій декаді травня з глибиною загортання насіння 4–6 см і міжряддям 45 см.

У досліді вивчали гібриди сорго цукрового (фактор А): Зубр, Фаворит, Мамонт і Медовий; густоту стояння рослин (фактор В): 100 тис. шт/га, 150 тис. шт/га, 200 тис. шт/га.

Обліки і спостереження за розвитком рослин сорго цукрового проводили за загальноприйнятими методи-

ками польового досліді [11]. Збирання врожаю проводили поділяючно у фазу воскової стиглості зерна.

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

Результати досліджень. У результаті досліджень встановлено, що норма висіву насіння на одиницю площі впливає на біометричні ознаки рослин сорго цукрового, зокрема на висоту стебла, діаметр стебла, кушення, кількість листків і площу листової поверхні.

Висота рослин є важливою ознакою, яка впливає на формування врожайності зеленої маси. У середньому за роки досліджень висота рослин вивчаючих гібридів сорго цукрового становила 285–358 см (табл. 1). При збільшенні норми висіву насіння з 100 до 200 тис. шт./га на всіх варіантах досліджень спостерігалось закономірне збільшення висоти рослин на 2–15 % (норма висіву 150 тис. шт./га) та 9–16 % (норма висіву 200 тис. шт./га). Даний показник залежав також і від сортових особливостей. Так, максимальна висота рослин сорго цукрового (254–258 см) зафіксована у гібридів Зубр і Мамонт за норми висіву насіння 200 тис. шт./га.

Діаметр, або товщина стебла рослин сорго цукрового – це показник, що характеризує ріст рослин і відіграє значну роль у стійкості рослин до вилягання. За варіантами досліджень діаметр стебла рослин істотно не змінювався і був у межах 1,5–2,0 см. Найнижчі показники на рівні 1,5–1,7 см зафіксовані при густоті рослин 200 тис. шт./га.

За своєю ботанічною характеристикою сорго цукрове здатне до кушення, яке сприяє збільшенню врожайності культури. Облік кущистості рослин показав істотний вплив норм висіву насіння на формування додаткових пагонів у досліді. Так, за мінімальної густоти рослин (100 тис. шт./га) отримано максимальні показники кушення – 2,1–2,6 шт. Збільшення кількості рос-

Таблиця 1

Біометричні показники сорго цукрового залежно від густоти рослин, 2019–2021 рр.

Гібрид фактор А	Густота стояння рослин, тис. шт/га фактор В	Висота рослин, см	Діаметр стебла, см	Коефіцієнт кушення, шт	Кількість листків, шт	Площа листової поверхні, тис. м ² /га
Зубр	100	341	1,8	2,5	14	36,9
	150	348	1,7	1,3	13	43,7
	200	354	1,5	1,0	14	47,5
Фаворит	100	285	2,0	2,1	12	39,1
	150	287	1,8	1,9	12	42,3
	200	304	1,5	1,1	12	43,6
Мамонт	100	342	2,0	2,6	14	33,1
	150	357	1,9	2,1	13	34,5
	200	358	1,7	1,3	13	35,9
Медовий	100	291	1,8	2,2	12	31,3
	150	293	1,7	1,7	12	33,3
	200	301	1,7	1,1	12	37,0
HIP ₀₅	A	8	0,1	0,1	1	0,8
	B	5	0,1	0,1	1	0,5

лин до 200 тис. шт./га знижувало коефіцієнт кущення до 1,0–1,3 шт.

Кількість листків на рослині сорго цукрового є стійкою систематичною ознакою, яка істотно не змінюється від прийомів агротехніки. Тому, зміна густоти рослин не впливала на даний показник. У високорослих рослин лише збільшувалася відстані між сусідніми вузлами – міжвузля.

Кількість листків на рослинах гібридів Зубр і Мамонт становила 13–14 шт., а в Фаворит і Медовий – 12 шт.

Площа листової поверхні – важливий компонент у формуванні врожаю культури. Отримані дані свідчать, що площа листової поверхні рослин сорго цукрового зростала зі збільшенням густоти посіву та була максимальною у фазу викидання волоті. Так, за норми висіву 100 тис. шт./га даний показник за всіма гібридами становив 31,3–39,1 тис. м²/га. Зі збільшенням густоти рослин

до 150 тис. шт./га площа листової поверхні зростала на 6–15 %, а до 200 тис. шт./га на 8–22 %.

Максимальне значення листової поверхні визначено у гібрида Зубр (47,5 тис. м²/га) за норми висіву 200 тис. шт./га. Найменшу площу листової поверхні (31,1–33,3 тис. м²/га) сформовано рослинами гібридів Мамонт і Медовий за норми висіву 100 тис. шт./га.

Урожайність зеленої маси сорго цукрового за варіантами досліджень у середньому становила 66,0–109,9 т/га (рис. 1).

Залежно від генотипу гібриду спостерігалася чітка тенденція до зростання врожаю культури в умовах помірного загушення. Так, за норми висіву насіння 100 тис. шт./га врожайність сорго цукрового була в межах 66,0–87,8 т/га. Зі збільшенням густоти рослин до 150 тис. шт./га врожайність зеленої маси сорго цукрового зростала на 6–11 %, а до 200 тис. шт./га на 13–29 %.

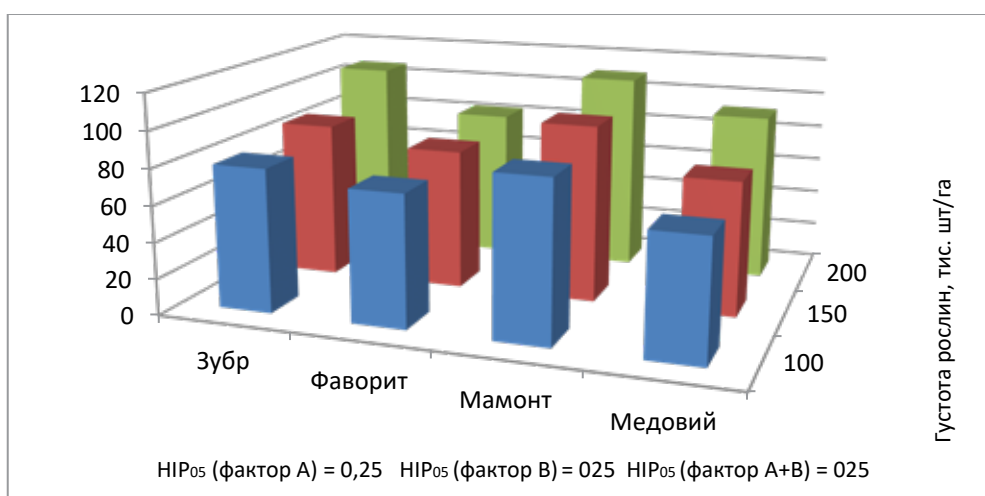


Рис. 1. Урожайність зеленої маси сорго цукрового залежно від генотипу та густоти рослин (2019–2021 рр.), т/га

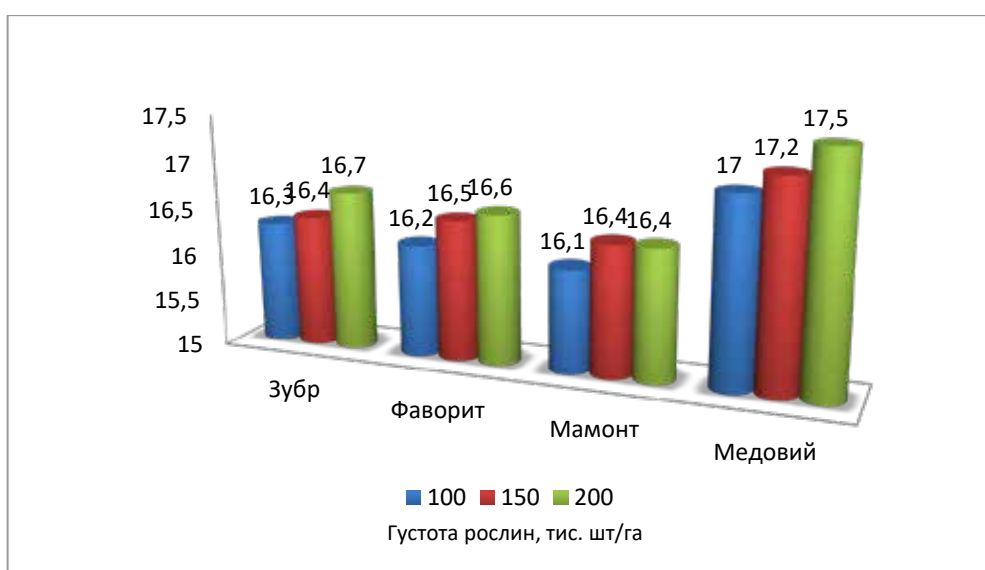


Рис. 2. Вміст загальних цукрів у соку стебел сорго цукрового залежно від густоти рослин (2019–2021 рр.), %

Вихід біопалива та енергії з одиниці площі залежно від густоти рослин, 2019–2021 рр.

Гібрид фактор А	Густота стояння рослин, тис. шт/га фактор В	Вихід				Загальний вихід енергії, ГДж/га
		біоетанолу, т/га	твердого палива, т/га	енергії з біоетанолу, ГДж/га	енергії з твердого палива, ГДж/га	
Зубр	100	3,08	18,31	77,00	298,45	375,45
	150	3,20	20,02	80,00	326,32	406,32
	200	4,02	24,74	100,5	403,26	503,76
Фаворит	100	2,65	16,81	66,25	274,00	340,25
	150	2,88	17,94	72,00	292,42	364,42
	200	3,11	19,24	77,75	313,61	391,36
Мамонт	100	3,18	20,28	79,50	330,56	410,06
	150	3,60	22,54	90,00	367,40	457,40
	200	4,05	25,38	101,25	413,69	514,94
Медовий	100	2,52	15,24	63,00	248,41	311,41
	150	2,86	17,09	71,50	278,56	350,06
	200	3,65	21,41	91,25	348,98	440,23
HIP ₀₅	A	0,09	0,48	1,93	8,05	8,45
	B	0,05	0,39	1,72	5,03	5,36

Найвищу врожайність зеленої маси забезпечив гібрид Мамонт 109,9 т/га за густоти рослин 200 тис. шт./га, а найнижчу гібрид Медовий 66,0 т/га за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га.

Сорго цукрове здатне накопичувати у стеблах велику кількість розчинних вуглеводів, завдяки чому може використовуватися як сировина для виробництва біоетанолу [12].

Проведені дослідження свідчать, що вміст загальних цукрів у сорго залежить від сортових особливостей, норм висіву та погодних умов року, що склалися впродовж вегетації культури (рис. 2). Так, у середньому за роки досліджень найвищий вміст цукру був у гібриду Медовий (17,5 %) за густоти посіву 200 тис. шт/га, а найнижчий у Мамонт (16,1 %) за густоти 100 тис. шт/га. Помірна загущеність рослин сприяла підвищенню цукристості на 0,1–0,5 %.

Дослідження показали, що густота рослин і сорт (гібрид) впливають на вихід біоетанолу та твердого біопалива. Найбільший вихід біоетанолу з одиниці площі отримано за густоти стояння рослин 200 тис. шт./га. Відповідно і вихід енергії з одиниці площі був дещо більшим за густоти стояння рослин 200 тис. шт/га.

За результатами розрахунку виходу твердого біопалива встановлено, що максимальні показники були за вирощування сорго цукрового з густотою посіву 200 тис. шт/га (табл. 2). Так, у гібрида Мамонт отримано 25,38 т/га, а мінімальний у гібриду Медовий (15,24 т/га) за густоти 100 тис. шт/га. Із залишків сухої біомаси сорго цукрового можна виготовляти тверде гранульоване біопаливо у вигляді брикетів і пелетів.

Висновки. Встановлено, що збільшення норми висіву сорго цукрового сприяє підвищенню висоти рослин і площі листової поверхні. При цьому діаметр стебла та коефіцієнт куціння достовірно змен-

шуються. Урожайність стебел сорго цукрового досліджених гібридів найбільша за густоти рослин 150–200 тис. шт/га. Технологічні параметри біоенергетики отримано за норми висіву 200 тис. шт/га. За умови вирощування гібридів сорго цукрового Зубр і Мамонт з нормою висіву 200 тис. шт/га вихід біоетанолу та загальної енергії найвищий.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Любич В. В., Войтовська В. І., Крижанівський В. Г., Третьякова С. О. Формування біохімічної складової борошна із зерна різних гібридів соризу. Вісник Уманського НУС. 2021. № 1. С. 66–70.
2. Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Любич В. В., Рогальський 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.
3. Tang C. C., Sun C. D., Du F., Chen F., Ameen A., Fu T. C., Xie G. H. Effect of Plant Density on Sweet and Biomass Sorghum Production on Semiarid Marginal Land. *Sugar Tech*. 2018. Vol. 20(3). P. 312–322.
4. Almodares A., Hadi M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. *African Journal of Agricultural Research*. 2009. Vol. 4(9). P. 772–780.
5. Adams C. B., Erickson J. E., Campbell D. N., Singh M. P., Rebolledo J. P. Effects of row spacing and population density on yield of sweet sorghum: Applications for harvesting as billets. *Agronomy Journal*. 2015. Vol. 107, No. 5. P. 1831–1836.
6. Saita A., Tubeileh A., Patane C., Cosentino S. L. Effects of planting density on crop growth and sugar content for three sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in Eastern Canada. The European Biomass Conference, Milan, 18–22 June, 2012.
7. Matthew W. Veal, Mari S. Chinn, Matthew B. Whitfield Sweet Sorghum Production to Support Energy and

- Industrial Products. North Carolina Cooperative Extension, 2014. 8 p.
8. 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.
 9. Курило В. Л., Григоренко Н. О., Марчук О. О., Фуніна І. Р. Продуктивність сорго цукрового (*Sorghum saccharum* (L.) Pers.) залежно від сортових особливостей та різної густоти стояння рослин. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. № 3. С. 8–12.
 10. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Правдива Л. А., Грабовська Т. О. Вплив площі живлення рослин сорго цукрового та кукурудзи на їх ріст, розвиток та урожайність зеленої маси в сумісних посівах. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2018. № 5(75).
 11. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.
 12. Vasilakoglou I., Dhima K., Karagiannidis N., Gatsis T. Sweet sorghum productivity for biofuels under increased soil salinity and reduced irrigation. *Field Crops Research*. 2011. Vol. 120(1). P. 38–46.

REFERENCES:

1. Lyubich, V. V., Voitovska, V. I., Kryzhanivskiy, V. G., Tretyakova, S. O. (2021). *Formuvannya biokhimichnoi skladovoi boroshna iz zerna riznykh hibrydiv soryzu* [Formation of the biochemical component of flour from the grain of various hybrids of soriz]. *Bulletin of the Uman State University*, 1, 66–70. [in Ukrainian].
2. Storozhyk, L. I., Voitovska, V. I., Lyubich, V. V., Rogalskiy, S. V. (2020). *Posivni vlastyivosti zerna sorho tsukrovoho zalezno vid tryvalosti yoho zberihannya ta obroblennia preparatamy* [Sowing properties of sugar sorghum grain depending on the duration of its storage and treatment with drugs]. *Collection of scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 28, 129–139. [in Ukrainian].
3. Tang C., Sun C., Du F. (2018). Effect of plant density on sweet and biomass sorghum production on semiarid marginal land. *Sugar Tech*, 20 (3), 312–322.
4. Almodares, A., Hadi, M. R. (2009). Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. *African Journal of Agricultural Research*, 4(9), 772–780.
5. Adams, C. B., Erickson, J. E., Campbell, D. N., Singh, M. P., Rebolledo, J. P. (2015). Effects of row spacing and population density on yield of sweet sorghum: Applications for harvesting as billets. *Agronomy Journal*, 107(5), 1831–1836.
6. Saita, A., Tubeileh, A., Patane, C., Cosentino, S. L. (2012). Effects of planting density on crop growth and sugar content for three sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in Eastern Canada. *The European Biomass Conference, Milan*, 18–22 June 2012.
7. Matthew, W. V., Mari, S. C., Matthew, B. W. (2014). *Sweet Sorghum Production to Support Energy and Industrial Products*. North Carolina Cooperative Extension, 8 p.
8. Lyubich V.V., Storozhyk L.I., Voitovska V.I., Tereshchenko I.S., Loseva A.I. (2021). *Ahrobiolohichni*

- parametry riznykh sortiv i hibrydiv sorho tsukrovoho* [Agrobiological parameters of different varieties and hybrids of sugar sorghum]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(3), 193–198. [in Ukrainian].
9. Kurylo, V. L., Hryhorenko, N. O., Marchuk, O. O., Funina, I. R. (2013). *Produktyvnist sorho tsukrovoho (Sorghum saccharum (L.) Pers.) zalezno vid sortovykh osoblyvostei ta riznoi hustoty stoiannia roslyn* [Productivity of sugar sorghum (*Sorghum saccharum* (L.) Pers.) depending on varietal characteristics and different plant density]. *Plant Varieties Studying and protection*, 3, 8–12. [in Ukrainian].
 10. Grabovskiy, M.B., Fedoruk, Yu.V., Pravdyva, L.A., Grabovska, T.O. (2018). *Vplyv ploshchi zhyvlennia roslyn sorho tsukrovoho ta kukurudzy na yikh rist, rozvytok ta urozhainist zelenoi masy v sumisnykh posivakh* [The influence of the feeding area of sugar sorghum and corn plants on their growth, development and yield of green mass in combined crops]. *Scientific reports of NUBiP of Ukraine*, 5(75). [in Ukrainian].
 11. Yeshchenko, V. O. (Ed.). (2014). *Osnovy naukovykh doslidzen v ahronomii* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnitsia: TD Edelweis i K. [in Ukrainian].
 12. Vasilakoglou, I., Dhima, K., Karagiannidis, N., Gatsis, T. (2011). Sweet sorghum productivity for biofuels under increased soil salinity and reduced irrigation. *Field Crops Research*, 120(1), 38–46.

Леонova 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

Мета. Визначити вплив норм висіву насіння різних гібридів сорго цукрового на ріст і розвиток рослин, встановити оптимальну густоту стояння рослин для зони Правобережного Лісостепу. **Методи.** Польовий – закладання дослідів, облік урожаю стебел, лабораторний – визначення вмісту цукру, фізичний – вимірювання висоти, діаметру стебел, лінійних розмірів листків, розрахунковий – вихід біоетанолу, твердого палива, енергії, аналізування, статистичний. **Результати.** Максимальне значення листової поверхні визначено у гібрида Зубр (47,5 тис. м²/га) за норми висіву 200 тис. шт./га. Найменшу площу листової поверхні (31,1–33,3 тис. м²/га) сформовано рослинами гібридів Мамонт і Медовий за норми висіву 100 тис. шт./га. Найвищу врожайність зеленої маси забезпечив гібрид Мамонт 109,9 т/га за густоти рослин 200 тис. шт./га, а найнижчу гібрид Медовий 66,0 т/га за густоти стояння рослин 100 тис. шт./га. у середньому за роки досліджень найвищий вміст цукру був у гібриду Медовий (17,5 %) за густоти посіви 200 тис. шт./га, а найнижчий у Мамонт (16,1 %) за густоти 100 тис. шт./га. Помірна загушеність рослин сприяла підвищенню цукристості на 0,1–0,5 %. За результатами розрахунку виходу твердого біопалива встановлено, що максимальні показники були за вирощування сорго цукрового з густотою посіви 200 тис. шт./га. Так, у гібрида Мамонт отримано 25,38 т/га, а мінімальний у гібриду Медовий (15,24 т/га) за густоти 100 тис. шт./га. **Висновки.** Встановлено, що збільшення норми висіву сорго цукрового сприяє підвищенню висоти рослин і площі листової поверхні. При цьому діаметр стебла та коефіцієнт куціння достовірно зменшуються. Урожайність стебел сорго цукро-

вого досліджених гібридів найбільша за густоти рослин 150–200 тис. шт/га. Технологічні параметри біоенергетики отримано за норми висіву 200 тис. шт/га. За умови вирощування гібридів сорго цукрового Зубр і Мамонт з нормою висіву 200 тис. шт/га вихід біоетанолу та загальної енергії найвищий.

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

Leonova K.P., Morhun A.V., Kovalenko A. M., Liubych V.V. Technological parameters of sugar sorghum hybrid bioenergetics at different plant densities in the Right Bank Forest Steppe

Aims. To determine the effect of seed sowing rates of various sugar sorghum hybrids on the growth and development of plants, to establish the optimal plant density for the Right Bank Forest Steppe zone. **Methods.** Field – launching experiments, recording stem yield, laboratory – determining sugar content, physical – measuring the height, diameter of stems, linear leaf dimensions, calculation – yield of bioethanol, solid fuel, energy, analysis, statistical. **Results.** The maximum value of the leaf surface was determined in Zubr hybrid (47.5 thousand m²/ha) at the sowing rate of 200 thousand pcs/ha. The smallest leaf surface area (31.1–33.3 thousand m²/ha) was formed by plants of Mamont and Medovyi hybrids at a sowing rate of 100 thousand pcs/ha. The highest yield of green mass

was provided by Mamont hybrid 109.9 t/ha at a plant density of 200 thousand pcs/ha, and the lowest by Medovyi hybrid – 66.0 t/ha at a plant density of 100 thousand pcs/ha. On average, over the research years, the highest sugar content was in Medovyi hybrid (17.5%) at a seeding density of 200 thousand pcs/ha, and the lowest in Mamont (16.1%) at a density of 100 thousand pcs/ha. Moderate plant thickness contributed to an increase in sugar content by 0.1–0.5%. Based on the results of calculating the yield of solid biofuel, it was established that the maximum indicators were for the cultivation of sugar sorghum with a seeding density of 200 thousand pcs/ha. Thus, Mamont hybrid obtained 25.38 t/ha, and the minimum for Medovyi one (15.24 t/ha) at a density of 100 thousand pcs/ha.

Conclusions. It was established that increasing the sowing rate of sugar sorghum helps to increase plant height and the leaf surface area. At the same time, stem diameter and tillering coefficient are significantly reduced. The yield of sugar sorghum stems of the investigated hybrids is the highest at the plant density of 150–200 thousand pcs/ha. Technological parameters of bioenergy were obtained at the sowing rate of 200 thousand pcs/ha. Under the condition of growing Zubr and Mamont sugar sorghum hybrids with a sowing rate of 200 thousand pcs/ha, the yield of bioethanol and total energy is the highest.

Key words: sugar sorghum, plant height, stem diameter, seeding rate, hybrid.