

УДК 633.174:631.5

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ ЗБИРАННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

СИЧУК Л.В.,

к.т. наук;

ЧЕРЕВКО Т.В.,

науковий співробітник

(Волинська державна

сільськогосподарська дослідна станція
Інституту картоплярства НААН);

ГАНЖЕНКО О.М.,

доктор с.-г. наук, зав. відділом селекції
і сталих технологій вирощування та
перероблення біоенергетичних культур,
Інститут біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН.

Вступ. Сьогодні в умовах воєнного стану, загострення проблеми щодо забезпечення України енергоносіями, необхідно прискорити та урізноманітнити виробництво відновлювальних джерел енергії. Енергетична стратегія України до 2035 року передбачає зростання сектору біоенергетики, що забезпечить з одного боку відносно сталість виробництва біопалив, за наявності достатньої ресурсної бази, з іншого — створить передумови для формування генеруючих потужностей на місцевому рівні. Передбачається, що до 2035 року біоенергетична галузь постачатиме 11 млн. т н.е. біопалива, що становитиме 11,5% в структурі загальної постачання первинної енергії [1].

Найбільш цінною з енергетичної точки зору є цукромістка біомаса, трансформація якої в різні види біопалив на сьогодні найбільш технологічно відпрацьована та економічно ефективна. Природним джерелом цукромісткої біомаси є рослини, які накопичують в своїх вегетативних органах прості вуглеводи. Найбільш перспективною цукроносною культурою для виробництва біопалива у світі та Україні є сорго цукрове (*Sorghum saccharatum* (L.) Moench) завдяки його швидким темпам зростання, ранньому дозріванню, більш ефективному використанню води та обмеженій потребі в добривах [2, 3, 4].

Сорго — невибаглива, посухостійка, перспективна, високоврожайна культура, адаптована до різних кліматичних умов на різноманітних ґрунтах, що має низку корисних властивостей та великий потенціал для її використання у різних сферах народного господарства. Завдяки тому, що вміст вуглеводів у соку стебел сорго від 14 до 20%, його можна використовувати в якості сировини для виробництва біоетанолу та харчового сиропу, а суху масу стебел після віджиму — для переробки на біогаз або виробництва твердих видів палив [5].

Враховуючи вищенаведене, є актуальним проведення досліджень цукроносних культур

як сировини для виробництва різних видів біопалива в умовах Західного Полісся, розроблення агротехнологічних заходів, які забезпечать реалізацію їх енергетичного потенціалу в умовах регіону.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися на полях Волинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту картоплярства НААН впродовж 2019–2020 рр на дерново-підзолистих легкосуглинкових ґрунтах з вмістом гумусу (за Тюриним) — 1,17...1,57%; вміст рухомих форм P2O5 (за Кірсановим) — 151...180 мг на кг ґрунту, K2O — 95...132 на кг ґрунту, N (за Корнфільдом) — 65.5...80.0 мг на кг ґрунту, рН сольової витяжки 4,37...5,00.

Агротехніка вирощування цукрового сорго відповідає розробленій і адаптованій до умов Західного Полісся України програмі і методиці досліджень Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [6].

Програмою досліджень передбачалося оцінити інтенсивність процесів росту і розвитку різних гібридів цукрового сорго, їх продуктивність та якість біомаси, залежно від строків її збирання.

Схема дослідів передбачала наступні досліджувані фактори:

Фактор А. Гібриди цукрового сорго: 'Медовий F1', 'Зубр', 'Мамонт';

Фактор Б. Строки збирання: I декада серпня, I декада вересня, I декада жовтня.

Площа облікової ділянки — 54м², повторність — триразова.

Технологія вирощування сорго цукрового, за виключенням досліджуваних факторів, була загальноприйнятною для зони Західного Полісся. Попередник — озима пшениця. Оранку проводили в кінці жовтня на глибину 28...30 см. Навесні проводили закриття вологи та передпосівний обробіток ґрунту. Сівбу насіння сорго цукрового проводили в першій

декаді травня. Погодні умови 2019–2020 рр. на початку вегетаційного періоду були дещо прохолодними, що сповільнило ріст та розвиток рослин.

Догляд за посівами передбачав проведення боронування та рихлення міжрядь для знищення сходів бур'янів.

Біометричні показники, врожайність зеленої маси та сухої речовини визначали за загальноприйнятими методиками [7]. Висоту рослин вимірювали з використанням лінійки, діаметр стебла — за допомогою штангенциркуля. Вихід біопалива та енергії визначали за методичними рекомендаціями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків [6].

Результати досліджень. Результати проведених досліджень показали, що гібриди української селекції мають добрий потенціал вирощування в умовах Західного Полісся.

Фази розвитку: куцїнна, вихід в трубку, викидання волотей, воскова стиглість в середньому за 2019–2020 рр. у гібрида 'Медовий F1' з'явилися на 1–3 дні раніше ніж у двох інших гібридів.

Біометричні показники рослин за два роки зростали до середини вересня, пізніше вони припиняли свій ріст. У цей період досягнуто максимального значення висоти рослин, за густоти стояння рослин 70 тис. шт./га у гібридах 'Медовий F1' — 3,3 м, 'Зубр' — 3,4 м, 'Мамонт' — 3,1 м. Діаметр стебла становив 16...21 мм дещо більший за меншої густоти стояння рослин.

Максимальна врожайність зеленої маси цукрового сорго за два роки в даних гібридах цукрового сорго була відмічена за строку збирання зеленої маси у серпні + другий укіс на початку жовтня і становила у гібрида 'Зубр' — 79,8 т/га, дещо менша у гібрида 'Мамонт' — 78,7 т/га і 'Медовий' — 78,4 т/га за густоти стояння рослин 120 тис. шт/га.

Цукристість значно меншою була за зби-

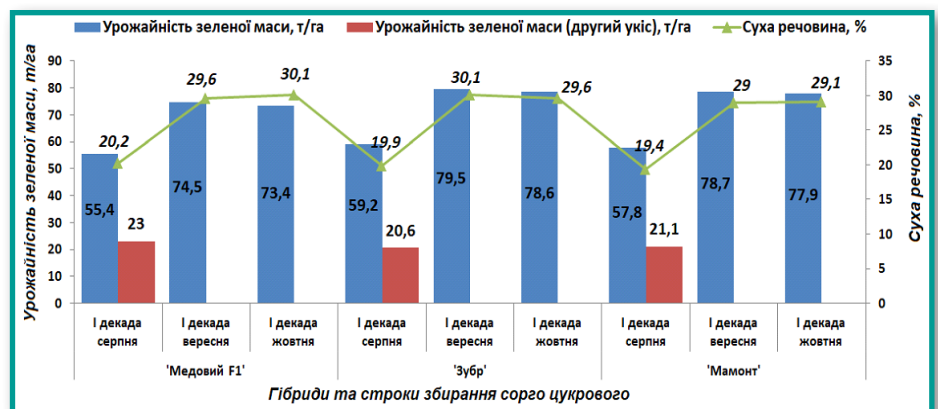


Рис. 1. Урожайність зеленої маси та суха речовина сорго цукрового залежно від гібридів та строків збирання (в середньому за 2019–2020 рр.)

Таблиця 1
Розрахунковий вихід біогазу, біоетанолу, твердого біопалива та енергії з сорго цукрового (в середньому за 2019-2020 рр.)

Гібриди	Варіанти досліджу	Вихід біопалива			Вихід енергії, ГДж/га		
		біогаз, тис. м3/га	біоетанол, т/га	тверде біопаливо, т/га	з біогазу	з біоетанолу	з твердого біопалива
'Медовий F1' (Ранньо-стиглий)	I декада серпня	11,09	1,8	17,43	241,7	45	278,9
	I декада вересня	15,43	2,3	24,25	336,4	57,5	388
	I декада жовтня	15,46	2,3	24,3	337	57,5	388,8
'Зубр' (Середньо-стиглий)	I декада серпня	11,11	1,8	17,46	242,2	45	279,4
	I декада вересня	16,75	2,5	26,32	365,2	62,5	512
	I декада жовтня	16,28	2,4	25,59	354,9	60	409,4
Мамонт' (Пізно-стиглий)	I декада серпня	10,71	1,8	16,83	233,5	45	269,3
	I декада вересня	15,97	2,4	25,1	348,1	60	401,6
	I декада жовтня	15,86	2,4	24,93	345,7	60	398,9

рання урожаю в серпні місяці у гібридах 'Медовий F1' — 10,1%, 'Зубр' — 9,7%, 'Мамонт' — 9,7%. За пізніх строків збирання вміст цукрів у соці стебел зріс до 13,9% — 13,1%, але суттєво не відрізнявся між гібридами.

Максимальна урожайність сухої біомаси відмічалася у всіх гібридах цукрового сорго на пізніх строках збирання зеленої маси і коливалася в межах 29,0...30,1%.

В жовтні місяці проводили другий збір урожаю зеленої маси цукрового сорго, яке після першого збору першого серпня відростало на висоту до 1,6 метра. Друга урожайність була найбільша в гібридів 'Медовий F1' — 23,0 т/га, дещо менша у гібрида 'Мамонт' — 21,1 т/га та найменша — 20,6 т/га у гібрида 'Зубр' (рис. 1).

За результатами досліджень можна стверджувати, що ранні строки збирання + другий укіс зеленої маси є найбільш урожайними, але за низькими показниками цукристісті та виходу сухої речовини, що призводить до зменшення виходу біопалива в умовах Західного Полісся

Під час визначення виходу біопалива з цукрового сорго за два роки було встановлено, що найкращим був варіант з строком збирання в першій декаді вересня у гібрида 'Зубр'. Вихід біоетанолу становив 2,5 т/га та вихід енергії 62,5 ГДж/га. Вихід біогазу 16,75 тис. м3/га та виходу енергії з нього 365,2 ГДж/га; твердого біопалива — 26,32 т/га та вихід енергії з нього 512,0 ГДж/га.

Дещо нижчий вихід біопалива у гібрида 'Мамонт' та 'Медовий F1'. Відповідно вихід біоетанолу становив 2,4 і 2,3 т/га та вихід енергії 60,0 і 57,5 ГДж/га. Вихід біогазу 15,97 і 15,43 тис. м3/га та виходу енергії з нього 348,1 і 337,0 ГДж/га; твердого біопалива 25,10 і 24,30 т/га та вихід енергії з нього 401,6 і 388,8 ГДж/га за пізнішими строками збору урожаю (таб. 1).

Висновки. В ході досліджень встановлено, що гібриди сорго цукрового української селекції мають високий енергетичний потенціал за вирощування їх в умовах Західного Полісся.

За результатами дослідження з визначення впливу строків збирання різних гібридів на продуктивність цукрового сорго для виробництва біопалива встановлено, що найвища врожайність (79,8 т/га) цукрового сорго у гібрида 'Зубр' зі строком збирання першого серпня + другий укіс на початку жовтня та гібрида 'Мамонт' 78,9 т/га.

Найвищий вихід біоетанолу становить 2,5 т/га та вихід енергії 62,5 ГДж/га. Вихід біогазу 16,75 тис.м3/га, твердого біопалива —

26,32 т/га. Вихід енергії з біогазу — 365,2 ГДж/га; з твердого біопалива — 512,0 ГДж/га, за збирання урожаю в першій декаді вересня у гібрида 'Зубр' та гібрида 'Мамонт' де вихід біоетанолу становить 2,4 т/га та вихід енергії 60,0 ГДж/га. Вихід біогазу 15,97 тис.м3/га, твердого біопалива — 25,10 т/га. Вихід енергії з біогазу — 348,1 ГДж/га; з твердого біопалива — 401,6 ГДж/га в зв'язку з більшою цукристістю та вмістом сухої речовини.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.
2. Almodares A., Hadi M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. African Journal of Agricultural Research. 2009. Vol. 4. Issue 9. P. 772-780.
3. Hassan M. U., Chattha M. U., Barbanti L., Mahmood A., Chattha M. B., Khan I., Mirza S., Aziz SA., Nawaz M., Aamer M. Cultivar and seeding time role in sorghum to optimize biomass and methane yield under warm dry climate. Industrial Crops and Products. 2020. Vol. 145, Article ID111983. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.111983.
4. Prasad S., Singh A., Jain N., Joshi H. C. Ethanol Production from Sweet Sorghum Syrup for Utilization as Automotive Fuel in India. Energy Fuels. 2007. Vol. 21, Issue 4. P. 2415-2420. doi: 10.1021/ef063028z.
5. Вирощування біоенергетичних культур: монографія / за ред. к.с.-г.н. М. Я. Гументика / [М. Я. Гументик, Б. М. Радейко, Я. Д. Фучило, В. М. Сінченко, О. М. Ганженко та ін.]. — К.: ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. — 178 с. (ISBN978-966-929-779-2).
6. Методичні рекомендації з вирощування і перероблення цукрового сорго як сировини для виробництва різних видів біопалива в різних ґрунтово-кліматичних зонах України / О. М. Ганженко, Л. А. Правдива, Я. Д. Фучило, О. Б. Хіврчик, П. Ю. Зиков, М. Я. Гументик, Г. С. Гончарук, В. М. Смірних, Ю. П. Дубовий, О. М. Атаманюк, О. Г. Іванова, В. Л. Гамандій, О. В. Яланський. — К.: ЦП КОМПРИНТ, 2020. — 20 с. ISBN978-617-8007-00-3.
7. Методичні рекомендації з визначення якості сорго цукрового як сировини для харчової промисловості та виробництва біопалива // Л. А. Правдива, І. І. Бойко, Н. О. Григоренко, О. М. Ганженко, В. М. Сінченко — К.: ЦП Компринт, 2018. — 23 с.

АНОТАЦІЯ

УДК 633.174: 631.5

Продуктивність гібридів сорго цукрового залежно від строків збирання в умовах Західного Полісся.

Сичук Л. В., Черевко Т. В., Ганженко О. М.

Мета. Підвищення ефективності вирощування гібридів цукрового сорго вітчизняної селекції, як сировини для виробництва біопалива шляхом оптимізації елементів технології його вирощування. **Методи.** Польовий, лабораторний, візуальний, вимірювально — ваговий, математично — статистичний. **Результати.** За результатами досліджень, проведених у 2019–2020 рр. в умовах Західного Полісся, визначено, що цукрове сорго для виробництва біогазу слід збирати в вересні місяці, оскільки у цей період досягається найбільший вихід біопалива. **Висновки.** За вирощування гібрида "Зубр" отримано найбільшу масу зеленої маси (79,8 т/га) і максимальний вихід біогазу — 16,75 тис.м3/га та енергії — 365,2 ГДж/га. Отримання високої продуктивності цукрового сорго, як сировини для виробництва біопалива, можливе лише за використання сучасних гібридів з достатнім рівнем урожайності.

Ключові слова. Біопаливо, біоенергетика, цукрове сорго, гібриди, строки збирання.

ANNOTATION

UDC633.174: 631.5

Productivity of sweet sorghum hybrids depending on harvesting periods in the conditions of the western polissya

L. V. Sychuk, T. V. Cherevko, O. M. Hanzhenko

Purpose. Increasing the efficiency of growing domestically bred sugar cultivation for bioethanol by optimizing the elements elements of the cultivation technology. **Methods.** Field, laboratory, visual, measuring and weighing, mathematical and statistical. **Results.** According to the results of a results carried out in 2019–2020 under of Western Polissya, it was found that sugar sorghum for the of biogas should be harvested in September, as maximum root biofuel in this period. **Conclusions.** When growing hybrid largest amount of green mass (79.8 t/ha) and the maximum output of biogas — 16.75 thousand m3/ha and energy — 365.2 GJ/ha. Obtaining high productivity of sugar sorghum as a raw material for the production of biofuel is possible only with the use of modern hybrids with a sufficient level of productivity.

Keywords. Biofuel, bioenergy, sweet sorghum, hybrids, harvest time.