



УДК 633.17:631.559
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.23>

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРГО ЦУКРОВОГО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

А. А. Сітник¹

Сорго цукрове нині є популярною кормовою та біоенергетичною культурою в усьому світі. Його високу цінність зумовлює здатність витримувати посушливі умови та зростати на бідних ґрунтах, що робить цю культуру надзвичайно перспективною в умовах змін клімату. В Україні сорго цукрове активно використовується для силосування, виробництва зеленої маси, а також як сировина для отримання патоки таї етанолу.

У статті представлено результати досліджень впливу різних варіантів удобрення на формування продуктивності сорго цукрового в умовах Західного регіону України. Дослідження виконувалися на дослідному полігоні кафедри лісового і аграрного менеджменту Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. У дослідженнях застосовано польові, лабораторні, математичні, статистичні та розрахункові методи. Установлено, що кліматичні умови років дослідження суттєво відрізнялися за вологозабезпеченням. Зокрема, у 2023 році спостерігалось перевищення середньобазаторічної норми опадів, що сприяло стабільному росту рослин, тоді як у 2024 році кількість опадів була нижчою за норму, що вплинуло на динаміку розвитку культури.

Проаналізовано вплив агротехнічних заходів, зокрема застосування мінерального добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$, регулятора росту Блек Джек КС та мікродобрива Інтермаг Титан, на ріст, біометричні показники та врожайність зеленої маси сорго цукрового. Встановлено, що висота рослин є важливим індикатором адаптації культури до умов вирощування та рівня агрохімічного забезпечення. Найсприятливіші погодні умови спостерігалися у 2023 році, що сприяло досягненню максимальної висоти рослин сорту Фаворит. У 2024 році, який характеризувався несприятливими погодними умовами на період сієби, висота рослин цього ж варіанту була на 4,6 см меншою та становила 215,8 см.

На контролі врожайність зеленої маси сорго цукрового за період досліджень становила 56,2 т/га. Використання регулятора росту Блек Джек КС дозволило досягти врожайності 60,2 т/га, що на 6,6% вище за контроль та 3,0% з варіантом внесення мінерального добрива. Обробка посівів мікродобривом Інтермаг Титан підвищила врожайність до 61,5 т/га, що перевищило контрольний варіант на 5,3 т/га. Максимальний рівень урожайності – 63,2 т/га – було зафіксовано за умов комбінованого застосування добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$ та мікродобрива Інтермаг Титан, що забезпечило приріст на 11,1% порівняно з контролем. Високий результат також отримано у варіанті спільного використання $N_{30}P_{30}K_{30}$ і Блек Джек КС – 63,2 т/га.

¹ аспірант кафедри лісового і аграрного менеджменту
(Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ)
e-mail: andrii.sitnyk.19@pnu.edu.ua
ORCID: 0009-0007-5647-4239

Отримані результати свідчать про високий потенціал сорго цукрового як культури, здатної забезпечувати стабільні показники врожайності за різних погодних умов, за умови оптимізації елементів технології вирощування.

Ключові слова: сорго цукрове, мінеральне живлення, урожайність, висота рослин, агрокліматичні умови, удобрення.

FEATURES OF SUGAR SORGHUM PRODUCTIVITY FORMATION UNDER THE CONDITIONS OF THE WESTERN REGION OF UKRAINE

A. A. Sitnyk

Sweet sorghum is currently a popular forage and bioenergy crop worldwide. Its high value lies in its ability to withstand drought conditions and grow in poor soils, making it an extremely promising crop in the context of climate change. In Ukraine, sweet sorghum is actively used for silage production, green biomass generation, and as a raw material for obtaining molasses and ethanol.

The article presents the results of studies on the impact of different fertilization options on the productivity of sugar sorghum under the conditions of the Western region of Ukraine. The research was conducted at the experimental field of the Department of Forestry and Agricultural Management at Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. The study used field, laboratory, mathematical, statistical, and calculation methods.

It was established that the climatic conditions of the years under study differed significantly in terms of moisture availability. Specifically, in 2023, there was an excess of the long-term average precipitation, which contributed to stable plant growth, while in 2024, the amount of precipitation was below the norm, which influenced the dynamics of crop development.

The impact of agronomic measures, including the application of mineral fertilizer $N_{30}P_{30}K_{30}$, the growth regulator Black Jack KS, and the micronutrient fertilizer Intermag Titan, on growth, biometric indicators, and green biomass yield of sugar sorghum was analyzed. It was found that plant height is an important indicator of the crop's adaptation to growing conditions and the level of agrochemical support.

The most favorable weather conditions were observed in 2023, which contributed to the maximum plant height of the Favorit variety. In 2024, which was characterized by unfavorable weather conditions during the sowing period, the height of plants of the same variety was 4.6 cm lower and amounted to 215.8 cm.

In the control variant, the green biomass yield of sugar sorghum during the study period was 56.2 t/ha. The use of the growth regulator Black Jack KS increased the yield to 60.2 t/ha, which was 6.6% higher than the control and 3.0% higher than the variant with mineral fertilizer application. Treatment with the micronutrient fertilizer Intermag Titan increased the yield to 61.5 t/ha, exceeding the control by 5.3 t/ha. The maximum yield of 63.2 t/ha was recorded with the combined application of the $N_{30}P_{30}K_{30}$ fertilizer and Intermag Titan micronutrient, providing an 11.1% increase compared to the control. A high result was also achieved in the variant with combined use of $N_{30}P_{30}K_{30}$ and Black Jack KS – 63.2 t/ha.

The obtained results indicate the high potential of sugar sorghum as a crop capable of providing stable yield indicators under different weather conditions, provided that the elements of cultivation technology are optimized.

Key words: sugar sorghum, mineral nutrition, yield, plant height, agro-climatic conditions, fertilization.

Вступ

У зв'язку з енергетичною залежністю України та зниженням урожайності основних сільськогосподарських культур, спричиненим поступовими змінами клімату, зокрема глобальним потеплінням, особливої актуальності набуває питання впровадження нових видів культур, здатних забезпечити стабільне виробництво у змінних агрокліматичних умовах (Ковальчук та ін., 2009; Каленська і Гриннюк, 2013).

Серед таких культур пріоритет віддається видам, що характеризуються висо-

кою врожайністю, посухостійкістю та невибагливістю до умов вирощування. Значну увагу в цьому контексті привертають злакові енергетичні культури, зокрема міскантус, світчграсс, сорго й інші. Основними вимогами до сільськогосподарських культур, які використовуються у сфері біоенергетики, є низька собівартість продукції та здатність забезпечити стабільну сировинну базу (Мулярчук, 2016; Мулярчук і Кобернюк, 2017; Karbivska et al., 2023).

Серед перелічених культур перспективною для вирощування в різних ґрунтово-клі-

матичних зонах України є сорго цукрове, яке поєднує високу адаптивність до стресових умов із високим потенціалом урожайності. Його впровадження у виробництво може стати одним із ключових чинників формування сталої біоенергетичної системи країни (Дремлюк та ін., 2013; Ahmed et al., 2014; Олексій і Буряк, 2020).

Цукрове сорго є популярною кормовою та енергетичною культурою в багатьох країнах світу завдяки високому вмісту цукрів (14–20%) і здатності витримувати посуху та високі температури. Щоб забезпечити стабільні врожаї зеленої маси, важливо вирощувати найпродуктивніші сорти й гібриди, а також суворо дотримуватися агротехнічних вимог з урахуванням місцевих ґрунтово-кліматичних умов (Чернова та ін., 2020).

Сільськогосподарські виробники використовують сорго в різних напрямках – для виготовлення борошна, круп, спирту та крохмалю. Завдяки високому вмісту вуглеводів у соку стебел культура слугує сировиною для отримання біоетанолу та харчового сиропу. Після віджимання соку суха стеблова маса переробляється на тверде паливо (Гументик і Бондар, 2006).

В Україні сорго цукрове активно використовується для силосування, виробництва зеленої маси, а також як сировина для отримання патоки й етанолу. Етанол виробляють із клітинного соку, який міститься в листках і стеблах рослини та має високий вміст цукру – до 20%. Завдяки такому хімічному складу сік сорго активно застосовують для виробництва біопалива (зокрема, біогазу та паливних пелет), а також як сировину для отримання цукру, харчового сиропу та меду (Ганженко, 2012).

Застосування добрив не лише підвищує врожайність, а й сприяє покращенню якості отриманої продукції. Це виражається у зростанні вмісту білка, жирів у зерні, а також у збільшенні кількості сухої речовини та кормових одиниць у рослинній масі сорго (Kurilo et al., 2015).

Найбільш обмежувальним елементом живлення для сорго є азот, потреба в якому задовольняється природною родючістю ґрунту лише на 38,7%. Забезпеченість фосфором становить 53,2%, а калієм – 93,7%. Найінтенсивніше рослини сорго споживають азот у періоди активного росту та формування генеративних органів – за 10–15 днів до початку викидання волоті та впродовж 10–15 днів після фази цвітіння.

Засвоєння фосфору починається вже на початкових етапах вегетації, до моменту викидання волоті рослина вбирає до 50% його загальної кількості. Калій надходить у рослину рівномірно впродовж усього вегетаційного періоду (Іваніна та ін., 2021; Попова і Кулик, 2024).

Основною метою вирощування будь-яких сільськогосподарських культур є досягнення високої продуктивності, яка забезпечує потреби в харчовій продукції та сировині для переробки. Дослідження особливостей росту та розвитку сорго цукрового дає змогу комплексно оцінити продуктивність як інтегральний показник ефективності застосованих елементів агротехнології, а також виявити залежність урожайності від ґрунтово-кліматичних умов і систем удобрення для конкретного сорту.

Метою дослідження було встановлення особливостей формування біометричних показників і урожайності сорго цукрового залежно від удобрення.

Матеріал і методи

Дослідження проводились упродовж 2023–2024 рр. на дослідному полігоні кафедри лісового і аграрного менеджменту Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Польовий дослід був закладений рендомізованим методом у трикратному повторенні. Ґрунтові умови дослідної ділянки характеризуються дерново-підзолистим поверхнево-оглеєним типом ґрунтів. За механічним – це важкоглинистий ґрунт із крупнопилуватою структурою, що має розвинений гумусовий горизонт потужністю приблизно 46 см (табл. 1).

Таблиця 1
Агрохімічна характеристика ґрунтів дослідної ділянки

Показник	Значення
Тип ґрунту	Дерново-підзолистий поверхнево-оглеєний
Механічний склад	Важкоглинистий із крупнопилуватою структурою
Потужність гумусового горизонту, см	46
Кислотність, pH	4,8
Вміст гумусу, %	2,73
Вміст азоту, мг/кг	78,2
Вміст фосфору, мг/кг	43,4
Вміст калію, мг/кг	98,3

Дослідженнями вивчалися шість варіантів удобрення сорго цукрового: контроль (обробка водою), $N_{30}P_{30}K_{30}$, Блек Джек КС, Інтермаг Титан, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Блек Джек КС, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан.

Площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 30 м², повторність досліду – чотириразова. Дослідження проводились за методом систематичних повторювань: у кожному повторенні варіанти досліду розміщували по ділянках послідовно. У досліді вивчали вплив макро- та мікродобрив на продуктивність сорго сорту Фаворит. Цей сорт включений до Державного реєстру із 2003 р. В умовах Лісостепу врожайність сухої речовини становила 93,9 т/га, а насіння – 32,8 т/га. Пошкодження хворобами: антракноз – 2,0%, гелмінтоспоріоз – 3,3%. Сорт має таку стійкість у Лісостепу: до посухи – 8,2 бала, до вилягання – 8,6 бала, до осипання – 9,0 бала. Вміст білка в зоні Лісостепу – 10,1%, клітковини – 28,2%. Час до дозрівання: для сухої речовини – 78 днів, для насіння – 124 дні. Основне призначення сорго – для силосування.

Сівбу проводили у травні на глибину 4–6 см, ширина міжрядь – 45 см. Агротехнічні заходи вирощування відповідають загальноприйнятим, за винятком тих, що були предметом дослідження.

Результати та обговорення

Вирощування сорго цукрового передбачає виконання комплексу агротехнічних заходів, кожен із яких відіграє важливу роль у стимулюванні ростових процесів, розвитку рослин і забезпеченні їхньої високої продуктивності. Різні елементи технології вирощування впливають на врожайність, створюють оптимальні умови для росту, що позитивно позначається на фізіологічному стані рослин та їхніх біометричних характеристиках. Одним із важливих показників є висота рослин, яка тісно пов'язана з рівнем удобрення і слугує важливим індикатором адаптації сорго до умов вирощування. Залежно від мети використання культури –

для сінажу, силосу чи зеленого корму – рекомендується проводити збирання сорго на різних етапах його розвитку.

Висота рослин сорго цукрового є не лише показником їхнього лінійного розвитку, а й чинником, що значно впливає на потенційну врожайність культури. Зокрема, добуток висоти рослин на діаметр стебла часто використовується як інтегральний показник продуктивності вегетативної маси. Дослідження показали, що у фазі воскової стиглості висота рослин варіювала в межах 198,5–220,4 см, найвищі рослини зафіксовано в шостому варіанті досліду (табл. 2). Найсприятливіші погодні умови спостерігалися у 2023 р., що сприяло досягненню максимальної висоти рослин сорту Фаворит. У 2024 р., який характеризувався несприятливими погодними умовами на період сівби, висота рослин цього ж варіанту була на 4,6 см меншою та становила 215,8 см. Найменшу висоту – 198,5 см – сформували рослини сорго цукрового на контрольному варіанті.

Показники густоти стояння рослин сорго цукрового варіювали залежно від року проведення досліджень. Найвищу густоту було зафіксовано у 2023 р., завдяки сприятливим погодним умовам (рис. 1).

Натомість у 2024 р. густота стояння була найнижчою через брак опадів під час сівби та підвищену суму температур порівняно з попереднім роком дослідження.

Протягом 2023–2024 рр. спостерігалися значні відхилення кількості опадів від середньобаторічних норм, що суттєво вплинуло на агрокліматичні умови. У 2023 р. кліматичні умови були сприятливішими для розвитку сорго цукрового, середньомісячна температура повітря в період вегетації (травень – серпень) коливалася від +14 °С у травні до +21,1 °С у серпні, що створювало стабільні умови для росту рослин. Цей рік відзначався кращим вологозабезпеченням, де за вегетаційний період випало 218,3 мм опадів, причому на період сівби

Таблиця 2

Висота рослин сорго цукрового залежно від удобрення у фазі воскової стиглості (см)

№	Варіант	2023 р.	2024 р.	Середнє за два роки
1	Контроль (обробка водою)	207,3	198,5	202,9
2	$N_{30}P_{30}K_{30}$	211,2	208,4	209,8
3	Блек Джек КС	213,5	210,3	211,9
4	Інтермаг Титан	215,6	212,6	214,1
5	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС	217,5	214,3	215,9
6	$N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан	220,4	215,8	218,1

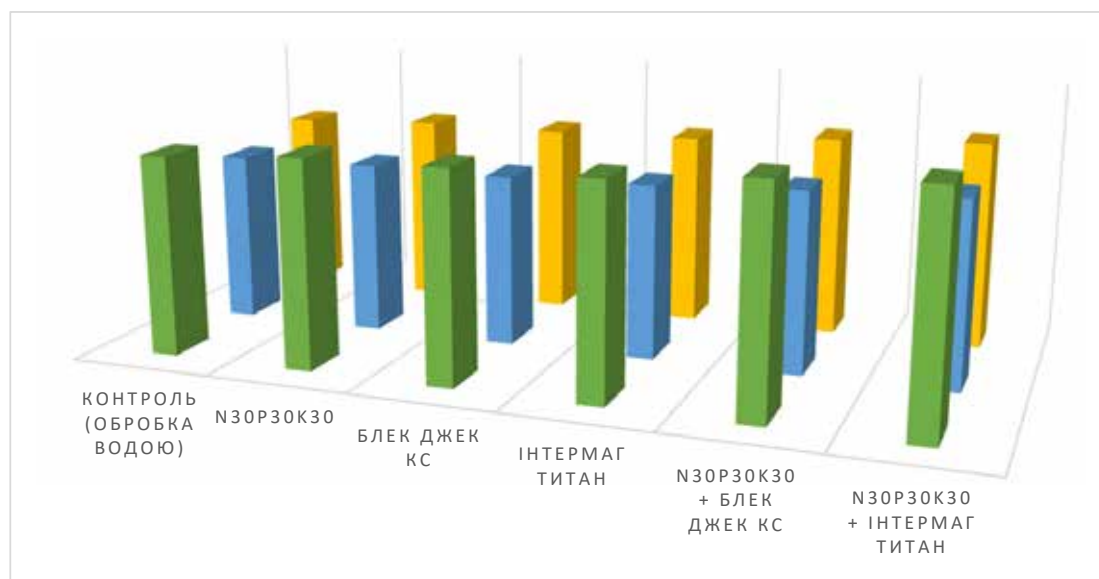


Рис. 1. Густина стояння рослин сорго цукрового у фазу повної стиглості залежно від удобрення, тис. шт. рослин/га

припало 84,0 мм. Це сприяло дружнім сходдам і швидкому розвитку рослин на стадії кущення. Загалом вегетаційний період характеризувався сприятливими умовами: переважала тепла погода, а температурні показники відповідали середньобагаторічній нормі.

Натомість 2024 р. характеризувався дефіцитом опадів, а це призвело до зниження запасів ґрунтової вологи та погіршення умов для росту та розвитку сорго цукрового, оскільки на час сівби випало лише 31 мм, а протягом наступних днів опадів зовсім не спостерігалось. Це негативно вплинуло на появу сходів, густоту стояння рослин, отже, і на врожайність культури.

Встановлено, що на контролі (обробка водою) врожайність зеленої маси сорго цукрового за період досліджень становила 56,2 т/га. Внесення мінеральних добрив у дозі N₃₀P₃₀K₃₀ забезпечило приріст врожайності на 2,2 т/га порівняно з контролем. Використання регулятора росту Блек Джек КС дозволило досягти врожайності 60,2 т/га, що на 6,6% вище за контроль та 3,0% із варіантом внесення мінерального добрива (рис. 2).

Обробка посівів мікродобривом Інтермаг Титан підвищила врожайність до 61,5 т/га, що перевищило контрольний варіант на 5,3 т/га. Максимальний рівень врожайності – 63,2 т/га – було зафіксовано за умов комбінованого застосування добрива N₃₀P₃₀K₃₀ та мікродобрива Інтермаг Титан,

що забезпечило приріст на 11,1% порівняно з контролем. Високий результат також отримано у варіанті спільного використання N₃₀P₃₀K₃₀ і Блек Джек КС – 63,2 т/га.

У дослідженнях О.П. Попової та М.І. Кулика були отримані вищі показники врожайності за вирощування сорго цукрового на чорноземі опідзоленому, де в середньому за роки проведення експерименту в розрізі варіантів дослідження врожайність надземної вегетативної маси варіювала в межах від 82,0 до 97,6 т/га (Попова і Кулик, 2024). У наших дослідженнях врожайність була нижчою, оскільки дерново-підзолистий ґрунт характеризується меншими показниками родючості.

Дослідження показали, що застосування регулятора росту Блек Джек КС сприяло приросту врожайності на рівні 9,8%, тоді як поєднання титановмісного мікродобрива з мінеральним живленням забезпечило підвищення врожайності на 11,1%.

Висновки

У ґрунтово-кліматичних умовах Західного регіону України на дерново-підзолистих ґрунтах застосування мінеральних добрив, регулятора росту та титанового мікродобрива на всіх дослідних варіантах позитивно впливало на ріст і продуктивність сорго цукрового сорту Фаворит. Найвищу врожайність було зафіксовано за комбінованого внесення N₃₀P₃₀K₃₀ з Інтермагом Титан – 63,2 т/га, а також із Блек Джек КС – 62,3 т/га.

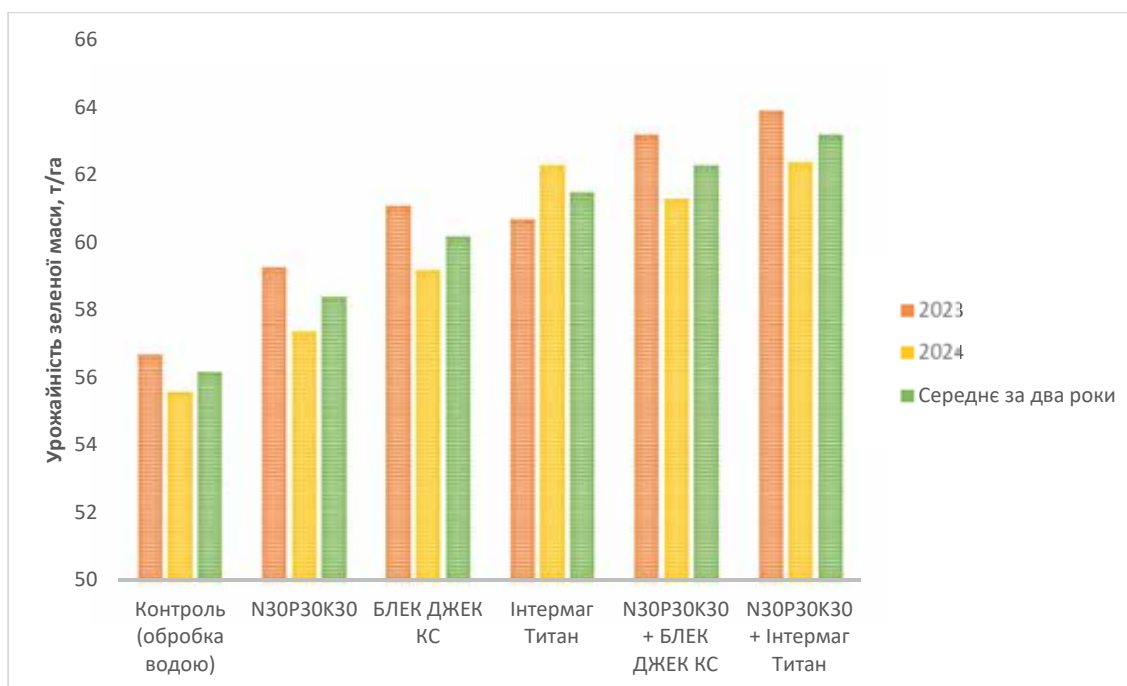


Рис. 2. Урожайність зеленої маси сорго цукрового у фазі молочно-воскової стиглості залежно від удобрення, т/га

Отже, найбільш ефективними схемами удобрення сорго цукрового на зелену масу є ті, що передбачають комплексне застосування мінеральних добрив у поєднанні з гуматними регуляторами росту та титановими мікродобривами.

Список використаної літератури

- Гументик М.Я., Бондар В.С. Цукроносні культури як сировина для виробництва етанолу. *Цукрові буряки*. 2006. № 6. С. 20–21.
- Ганженко О.М. Цукрове сорго. *The Ukrainian Farmer*. 2012. № 10. С. 42–44.
- Дремлюк Г.К., Гамадій В.А., Гамадій І.В. Основні елементи технології вирощування сорго. *Посібник українського хлібороба*. 2013. № 3. С. 274–277.
- Іваніна В.В., Сипко А.О., Стрілець О.П. та ін. Вплив доз добрив на біоенергетичну продуктивність сорго цукрового. *Біоенергетика*. 2021. № 2. С. 21–23. <https://doi.org/10.47414/be.2.2021.244108>.
- Каленська С.М., Гриннюк І.П. Особливості росту і розвитку рослин сорго залежно від видових, сортових особливостей та удобрення культури в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17. Т. 1. С. 359–363.
- Ковальчук В.П., Григоренко Н.О., Костенко О.І. Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії. *Цукрові буряки*. 2009. № 6. С. 6–7.
- Мулярчук О.І. Технологія вирощування сорго цукрового для виробництва біопалива. *Вісник центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Харківській області*. 2016. № 20. С. 54–60.
- Мулярчук О.І., Кобернюк О.Т. Вплив мінерального живлення на вихід біоетанолу сорго цукрового. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. № 26. Ч. 1. С. 94–101.
- Олексій Л.М., Буряк І.М. Елементи технології вирощування сорго цукрового для виробництва біоетанолу в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (1). С. 146–161.
- Попова О.П., Кулик М.І. Вплив позакореневої обробки посівів на врожайність біомаси сорго цукрового. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 123–134. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.18>.

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. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2020.4.20>.

Ahmed M., Fayyaz-ul-Hassan Asif M. Amelioration of drought in sorghum by Silicon. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.* 2014. Vol. 45. № 4. P. 470–486.

Karbiivska U.M., Hryhoriv Ya.Ya., Sitnyk A.A. Impact of fertilization on the productivity of sugar sorghum in the conditions of the Carpathian. *Topical aspects of modern scientific research : The 4th International scientific and practical conference, December 21–23, 2023. Tokyo, Japan : CPN Publishing Group, 2023. P. 15–19.*

Kurilo V., Marchuk A., Ivanovs S. Impact of agrotechnical methods up on the energetic productivity of sweet sorghum. *Journal of research and applications in agricultural engineering – Poznan.* 2015. № 60 (2). P. 50–53.

References

Humentyk, M.Ya., & Bondar, V.S. (2006). Tsukronosni kultury yak syrovyna dlia vyrobnytstva etanolu [Sugar-bearing crops as raw materials for ethanol production]. *Tsukrovi buriaky [Sugar beets]*, 6, 20–21 [in Ukrainian].

Hanzhenko, O.M. (2012). Tsukrove sorho [Sweet sorghum]. *The Ukrainian Farmer*, 10, 42–44 [in Ukrainian].

Dremluk, H.K., Hamadii, V.L., & Hamadii, I.V. (2013). The main elements of the sorghum cultivation technology [Key Elements of Sorghum Cultivation Technology]. *Posibnyk ukrainskoho khlibo-roba [A Guide for the Ukrainian Farmer]*, 3, 274–277 [in Ukrainian].

Ivanina, V.V., Sypko, A.O., & Strilets, O.P. et al. (2021). Vplyv doz dobryv na bioenerhetychnu produktyvnist sorho tsukrovoho [Effect of fertilizer doses on the bioenergetic productivity of sugar sorghum]. *Bioenerhetyka [Bioenergetics]*, 2, 21–23. <https://doi.org/10.47414/be.2.2021.244108> [in Ukrainian].

Kalenska, S.M., & Hrynniuk, I.P. (2013). Osoblyvosti rostu i rozvytku roslyn sorho zalezno vid vydovkyh, sortovykh osoblyvostei ta udobrennia kultury v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Growth and Development Features of Sorghum Plants Depending on Species, Variety Characteristics, and Fertilization in the Conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Zb. nauk. prats In-tu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv [Collected Scientific Works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets]*. Vyp. 17. T. 1. 359–363 [in Ukrainian].

Kovalchuk, V.P., Hryhorenko, N.O., & Kostenko, O.I. (2009). Tsukrove sorho – tsukrovnisna syrovyna ta potentsiine dzherelo enerhii [Sweet Sorghum – Sugar-Containing Raw Material and a Potential Energy Source]. *Tsukrovi buriaky, [Sugar Beets]*, 6, 6–7 [in Ukrainian].

Muliarchuk, O.I. (2016). Tekhnolohiia vyroshchuvannia sorho tsukrovoho dlia vyrobnytstva biopalyva [Technology of Sweet Sorghum Cultivation for Biofuel Production]. *Visnyk tsentru naukovooho zabezpechennia APV Kharkivskii oblasti [Bulletin of the Center for Scientific Support of the Agro-Industrial Complex of Kharkiv Region]*, 20, 54–60 [in Ukrainian].

Muliarchuk, O.I., & Koberniuk, O.T. (2017). Vplyv mineralnoho zhyvlennia na vykhid bioetanolu sorho tsukrovoho [Effect of Mineral Nutrition on Bioethanol Yield from Sweet Sorghum]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika [Podilian Bulletin: Agriculture, Technology, Economics]*, 26, Ch. 1, 94–101 [in Ukrainian].

Olekshii, L.M., & Buriak, I.M. (2020). Elementy tekhnolohii vyroshchuvannia sorho tsukrovoho dlia vyrobnytstva bioetanolu v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Elements of Sweet Sorghum Cultivation Technology for Bioethanol Production in the Conditions of the Western Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo [Foothill and Mountain Agriculture and Animal Husbandry]*, 68 (1), 146–161 [in Ukrainian].

Popova, O.P., & Kulyk, M.I. (2024). Vplyv pozakorenevoi obrobky posiviv na vrozhaunist biomasy sorho tsukrovoho [Effect of Foliar Treatment on the Biomass Yield of Sweet Sorghum]. *Ahrarni innovatsii [Agrarian Innovations]*, 24, 123–134. <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.24.18> [in Ukrainian].

Chernova, A.V., Kovalenko, O.A., & Korkhova, M.M. (2020). Urozhaunist zelenoi masy sorho tsukrovoho zalezno vid sortovykh osoblyvostei, norm vysivu, biopreparatu ta mikrodobryv za riznykh rokiv doslidzhennia [Green Biomass Yield of Sweet Sorghum Depending on Variety Characteristics, Sowing Rates, Biopreparations, and Micronutrients under Different Years of Study]. *Ahrarni inno-*

vatsii [Agrarian Innovations], 4, 136–142. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.20> [in Ukrainian].

Ahmed, M., & Fayyaz-ul-Hassan, Asif M. (2014). Amelioration of drought in sorghum by Silicon. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.*, Vol. 45, 4, 470–486 [in English].

Karbivska, U.M., Hryhoriv, Ya.Ya., & Sitnyk, A.A. (2023). Impact of fertilization on the productivity of sugar sorghum in the conditions of the Carpathian. The 4th International scientific and practical conference “Topical aspects of modern scientific research” (December 21–23, 2023) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 15–19 [in English].

Kurilo, V., Marchuk, A., & Ivanovs, S. (2015). Impact of agrotechnical methods up on the energetic productivity of sweet sorghum. *Journal of research and applications in agricultural engineering – Poznan*, 60 (2), 50–53 [in English].

Отримано: 25.04.2025

Прийнято: 15.05.2025