

Л. І. СТОРОЖИК, Н. О. КОНОНЮК, С. В. ЗАВГОРОДНЯ,
П. Ю. ВОЛОШИН, О. В. ЯЛАНСЬКИЙ, В. І. СЕРЕДА, З. П. ПРОЦЕНКО

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ВІНИЧНОГО (ТЕХНІЧНОГО) (*SORGHUM TECHNICUM* ROSHEV) ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ
РЕКОМЕНДАЦІЇ



КИЇВ
2025

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**Л. І. Сторожик, Н. О. Кононюк, С. В. Завгородня,
П. Ю. Волошин, О. В. Яланський, В. І. Серeda,
З. П. Проценко**

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ВІНИЧНОГО
(ТЕХНІЧНОГО) (*SORGHUM TECHNICUM ROSHEV*)
ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА**

Науково-методичні рекомендації

Київ • 2025

УДК 633.63.631.51

<https://doi.org/10.47414/978-617-8706-21-0>

*Рекомендовано до опублікування вченою радою
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
(протокол № 16 від 27 листопада 2025 р.)*

Рецензенти:

С. Д. Орлов, доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник;
М. О. Корнєєва, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

Сторожик Л. І., Кононюк Н. О., Завгородня С. В., Волошин П. Ю., Яланський О. В., Серєда В. І., Проценко З. П. Технологія вирощування сорго віничного (технічного) (*Sorghum technicum* Roshev) як сировини для виробництва біопалива : науково-методичні рекомендації / НААН України, Ін-т біоенергет. культ. і цукр. буряків. Електрон. вид. Київ : ІБКіЦБ НААН, 2025. 26 с.

ISBN 978-617-8706-21-0 (PDF)

На основі узагальнення багаторічних досліджень висвітлено наукове обґрунтування агробіологічних аспектів формування продуктивності сорго віничного (*Sorghum technicum* Roshev) як енергетичної культури в Лісостепу України, ефективності його вирощування на біоенергетичні цілі у балансі відновлюваної енергії в агроecosystemі.

Рекомендації призначені для наукових працівників, практиків, викладачів та здобувачів вищої освіти аграрного профілю.

УДК 633.63.631.51

<https://doi.org/10.47414/978-617-8706-21-0>



Цей твір поширюється на умовах ліцензії CC BY-NC-SA 4.0

(Creative Commons «Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International)

ISBN 978-617-8706-21-0 (PDF)

© Інститут біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН, 2025

© Колектив авторів, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Сорго віничне (технічне) (<i>Sorghum technicum</i> Roshev) як біоенергетична культура	5
1.1. Біологічні особливості сорго віничного (технічного) (<i>Sorghum technicum</i> Roshev)	6
1.2. Основні вимоги до умов вирощування сорго віничного (технічного) (<i>Sorghum technicum</i> Roshev)	8
2. Сівба сорго	11
2.1. Підготовка насіння до сівби	11
2.2. Строки сівби	12
2.3. Способи сівби	12
2.4. Норма висіву насіння	12
2.5. Глибина загортання насіння	12
2.6. Сорти і гібриди сорго віничного (технічного)	12
3. Догляд за посівами	13
3.1. Коткування посівів	13
3.2. Досходове розпушування ґрунту	13
3.3. Розпушування ґрунту в міжряддях	14
3.4. Підживлення рослин	14
3.5. Контролювання бур'янів	14
3.6. Захист від шкідників і хвороб	15
4. Збирання	16
4.1. Строки та спосіб збирання	16
4.2. Біоенергетичні моделі гібридів та сортів сорго	16
4.3. Визначення енергетичного потенціалу сорго віничного (технічного)	18
4.4. Визначення енергетичного потенціалу за виходом біогазу	19
5. Рослинні рештки як органічне добриво	20
5.1. Роль рослинних залишків	20
5.2. Усунення пригнічуючої дії рослинних залишків	21
Додатки	23
Використана література	25

Вступ

В сучасних умовах сьогодення енергетична стратегія України передбачає збільшення використання біомаси у виробництві електро- та теплоенергії за рахунок створення конкурентних ринків біопалива, стимулювання вирощування та використання біомаси як палива підприємствами, на яких біомаса є залишковим продуктом. Та й наслідки поступового глобального потепління зумовлюють необхідність добору нових культур, які відрізняються високою врожайністю, посухостійкістю та невибагливістю до ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Для біоенергетики в Україні значні перспективи мають деякі нетрадиційні культури, які здатні накопичувати значну біомасу, зокрема, за рахунок того, що у них фотосинтез відбувається упродовж тривалого періоду вегетації (від ранньої весни до пізньої осені).

Однією з таких енергетичних культур є сорго віничне (*Sorghum technicum* Roshev) з високими показниками сухої речовини у стеблах, високою кущистістю, унікальна злакова рослина, яка формує стійкі агрофітоценози на малородючих ґрунтах за екстремальних кліматичних умов зростання та придатна для виробництва біогазу та твердих видів біопалива. За використання сортів і гібридів соргових культур різних груп стиглості та різних строків сівби досягається гарантована забезпеченість сировиною (біомасою) у продовольчій та енергетичній сферах України.

1. Сорго віничне (технічне) (*Sorghum technicum* Roshev) як біоенергетична культура

Загострення екологічних проблем спонукає людство до пошуку шляхів виробництва і використання відновлювальних джерел енергії, що визнано одним із пріоритетів світової економіки. Підтвердженням цього слугує підписання нової Кліматичної Угоди, яка передбачає уповільнення темпів зростання середньорічної температури через приведення у другій половині ХХІ століття викидів парникових газів до рівня, який природа здатна переробляти без шкоди для себе [1]. З цією метою передбачається щорічно залучати \$ 100 млрд для заміни традиційних джерел енергії відновлювальними, серед яких значне місце посідає біоенергетика. Тому, задля забезпечення подальшого зростання галузі біоенергетики необхідно створити достатню кількість високоякісної сировинної бази, провідне місце у формуванні якої відводиться сорговим культурам, які здатні формувати високі і стабільні врожаї в екстремальних умовах вирощування, вигідно відрізняючись посухостійкістю, солевитривалістю, економним витрачанням вологи.

На сьогоднішній сучасний стан агробіоценозів нашої держави породжує занепокоєння через техногенне навантаження на довкілля, неконтрольоване збільшення розорюваності цілих територій, яке призвело до глобальних порушень природних агроєкосистем, зокрема за співвідношення орних та неорних земель. Неконтрольоване внесення мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин від шкідників, патогенів та бур'янів, поширення монодомінантних агроценозів певних сільськогосподарських культур, вирощування на зрошенні – усе це призводить до руйнування природних зв'язків, збіднення видової різноманітності фітоценозів та зниження стійкості культур щодо несприятливих факторів довкілля, катастрофічне зменшення родючості ґрунтів. Свій «внесок» в забруднення навколишнього середовища та орних земель мала і військова російська агресія проти нашої держави. Внаслідок вибухів та воєнних дій ґрунти піддаються фізичному та хімічному впливу. Такий ґрунт швидше зазнають ерозії та засоленню, що в результаті унеможлиблює його придатність до використання в сільському господарстві. Та й унаслідок надмірного аграрного виробництва відбулися істотні зміни в структурі ґрунтового покриву, які призвели до значної втрати родючості. До того ж вміст гумусу знизився в 2,0–2,5 рази, а насиченість ґрунтів хімічними елементами різної природи, продуктами деструкції гербіцидів і пестицидів значно перевищила європейські норми. Культури, які вирощують на таких ґрунтах, візуально різняться, мають пригніче-

ний стан та ознаки водного дефіциту, так як такий ґрунт має різноманітні хімічні елементи та різну їх кількість. Тому на таких ґрунтах доречно вирощувати енергетичні соргові культури, коренева система яких збагачує вміст органічної речовини у ґрунті, тим самим підвищуючи його родючість, а її винятковість, яка проявляється у потужності, розгалуженні і глибокій проникненості навіть на засолених землях дає можливість рослинам отримувати вологу та поживні речовини з шарів ґрунту недоступних для багатьох інших рослин. Цим пояснюється велика витривалість і виняткова посухостійкість сорго. Біологічною особливістю сорго порівняно з іншими культурами є і його здатність інтенсивно проростати навіть у напівсухому ґрунті, що надзвичайно важливо у сучасних реаліях сьогодення, за екстремальних кліматичних умов.

Продуктивність рослин сорго залежить від гідротермічних умов вегетаційного періоду та регіону вирощування [1]. При цьому важливе значення для формування його продуктивності мають сортові особливості та елементи агротехніки [5, 6, 10].

1.1. Біологічні особливості сорго віничного (технічного) (*Sorghum technicum* Roshev)

Сорго віничне або технічне (*Sorghum technikus* sonvar. *occidentocuresicum* Jakushev) характеризується сухою серцевиною стебел зазвичай довжиною 40–70 см, має безстрижневу волоть. Сорго віничне не використовують на кормові цілі: воно призначене для виготовлення віників та мітел. При схрещуванні воно дає високорослі і потужні гібриди. Виділено дві підгрупи: а) східно-євразійська, об'єднує форми з гнучкими і пониклими гілками волоті, неопушеними колосками. Вирощується в північно-східному Китаї; б) західно-євразійська, об'єднує форми з досить пружними та слабко пониклими гілками волоті, опушеними колосками, особливо на їх кінцях. Цю підгрупу сорго віничного вирощують у Середній Азії, Північній Африці, Південній Європі та Північній Америці. У державному реєстрі сорти рослин, придатних до поширення в Україні, занесено 17 сортів сорго віничного.

Сорго віничне суттєво відрізняється від попередніх груп та характеризується сухою білою серцевиною, відсутністю стержня, довгою (до 40–60 см) волоттю з тонкими й еластично-гнучкими гілками (рис. 1). У більшості сортів волоть пряmostояча або з проникненням лише в один бік. Рослини низькорослі (до 160 см) та високі (до 2,8 м). Основна озерненість переважно по кінцях гілок, зерно плівчате й важко вимолочується. Використовується як технічна культура для отримання матів, мітел, віників, щіток тощо, а зерно – на фураж. З одного гектара такого сорго можна отримати 4–5 тис. віників [2].

Доцільність вирощування сорго зумовлена його високою продуктивністю та універсальністю застосування.



сорт 'Красень'



сорт 'Карликове'

Рис. 1. Рослини сорго віничного (Дослідне поле ІБКіЦБ НААН, 2025 р.)

Сорго належить до найбільш посухостійких культур. Серед польових культурних рослин майже немає рівних йому за здатністю протистояти тривалим і жорстким посухам. Рослина характеризується низьким транспіраційним коефіцієнтом. Сорго без значних пошкоджень може переносити високу температуру повітря та ґрунту. Листя не потерпає від сильного сонячного нагрівання і не витрачає на своє охолодження зайвої вологи посиленням випаровуванням, що характерно для більшості рослин. Транспіраційний коефіцієнт, тобто кількість води, яку випаровує рослина в процесі утворення одиниці маси сухої речовини, у сорго невисокий – 300 (кукурудзи – 338, пшениці – 513, гороху – 730). Якщо в ґрунті є хоча б трохи вологи, то сорго продовжує рости, незважаючи на сильну спеку і сухість повітря, мало страждає від суховіїв. Коли ж ґрунт пересихає, то рослини здатні впадати в анабіоз, а після випадання дощу вони знову починають добре рости і розвиватися. Сорго вирощують на зерно, зелений корм, сіно, силос, сінаж, з нього виготовляють трав'яне борошно, гранули, брикети, віники та етанол. Різноманітне використання стало основою популярності сорго в багатьох країнах світу [2].

1.2. Основні вимоги до умов вирощування сорго віничного (технічного) (*Sorghum technicum* Roshev)

Розвиток на початку вегетації і в зв'язку з цим можливість заглибування бур'янами. На крайньому півдні України сорго є непоганою парозаймаючою культурою. Після його збирання залишається ще достатній період для обробітку ґрунту під озиму пшеницю. Культура сорго дає можливість зменшувати негативні наслідки посухи і поповнювати недобір кормів, що спостерігається в посушливі роки, коли знижується врожайність зернових колосових і кукурудзи.

Потенційна продуктивність сорго найповніше розкривається при розміщенні його після озимої пшениці та ячменю. На час сівби сорго в Північному Степу запаси доступної вологи після цих культур, як правило, на 10–15 мм вищі, ніж після суданської трави, кормових буряків та соняшнику [4]. Не слід розміщувати сорго після соняшнику і суданської трави, оскільки ці культури залишають багато падалиці, яка на перших етапах розвитку рослин сорго послаблює їх і значно знижує урожайність. У степових районах сорго доцільно розміщувати після кращих попередників – озимої пшениці й кукурудзи на силос. Після них поле не тільки залишається чистим від бур'янів, а й має достатній запас вологи перед сівбою сорго, при цьому врожай наступних культур у сівозміні практично не зменшується.

На крайньому півдні України сорго є непоганою парозаймаючою культурою. Після його збирання залишається ще достатній період для обробітку ґрунту під озиму пшеницю. Водночас як попередник сорго не поступається кукурудзі, залишаючи в ґрунті після збирання врожаю такі самі запаси вологи і поживних речовин.

Культура сорго дає можливість зменшувати негативні наслідки посухи і поповнювати недобір кормів, що спостерігається в посушливі роки, коли знижується врожайність зернових колосових і кукурудзи. Потенційна продуктивність сорго найповніше розкривається при розміщенні його після озимої пшениці та ячменю. На час сівби сорго в Північному Степу запаси доступної вологи після цих культур, як правило, на 10–15 мм вищі, ніж після суданської трави, кормових буряків та соняшнику [4].

Вимоги до температури

Сорго найбільш теплолюбна рослина серед хлібів другої групи. Сіння проростає при мінімальній температурі 12–13 °С. Сходи сорго дуже чутливі до низьких температур. Вони гинуть при температурі мінус 2 °С. Сорго добре росте і розвивається при температурі 30–35 °С, легко переносить спеку до 40 °С. Для його дозрівання потрібна сума ефективних температур 2200–2500 °С. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – 0,8–1,3.

Вимоги до вологи

Сорго – одна з найбільш посухостійких рослин. Транспіраційний коефіцієнт його 150–200. Добре використовує вологу опадів другої половини літа початку осені. Надзвичайно стійке до ґрунтової і повітряної посухи.

Вимоги до ґрунтів

Сорго не вимогливе до ґрунтів, добре росте на важких і легких ґрунтах. Найбільш придатними для нього є добре прогріті, пухкі, аеровані ґрунти. Переносить підвищену засоленість ґрунтів. На початку вегетації, як і всі просовидні хліба, росте повільно (4–5 тижнів) і пригнічується бур'янами.

Вимоги до світла

Сорго – світлолюбна, перехреснозапильна культура короткого дня. Вегетаційний період триває від 90 до 115 днів.

Технологічні заходи повинні бути спрямовані на одержання густоти стояння рослин сорго перед збиранням – 160–170 тис. шт./га, зеленої маси – 60–70 т/га, уміст сухої речовини – 25–30 %, цукрів – 7–13 %.

Попередники

У сівозміні сорго вирощують по чорному або зайнятому пару, після кукурудзи, озимої пшениці та зернобобових культур. Кращим попередником сорго є озимина, посіяна на чистих та зайнятих парах, однорічні трави, горох, кукурудза на зелений корм. Сорго в сівозміні є непоганим попередником для ярих зернових. Витримує повторні посіви і може тривалий час вирощуватись як монокультура.

Основний обробіток ґрунту

Його проводять з метою глибокого розпушування, ретельної заробки органічних і мінеральних добрив, поживних решток, створення умов для поліпшення водно-повітряного і поживного режимів та якісного проведення наступних польових робіт. Залежно від погодних умов, стану ґрунту та засміченості поля застосовують поліпшену і напів-поліпшену систему обробітку ґрунту.

Найбільший рівень урожайності формує при розміщенні його посівів на полях, де здійснено глибокий основний обробіток ґрунту, що сприяє ефективному накопиченню вологи та зумовлюється морфологічною будовою її кореневої системи. Весняний передпосівний обробіток ґрунту в усіх зонах вирощування культури передбачає максимальне збереження вологи, створення пухкого посівного шару на зораних площах. Ранньовесняне закриття вологи і вирівнювання здійснюють при настанні фізичної стиглості ґрунту. Вирівнювання проводиться під кутом 45–50° до напрямку основного обробітку. На незораних з осені площах навесні доцільно проводити обробіток ґрунту важкими дисковими знаряддями або протиерозійними культиваторами на глибину 12–14 см.

Поліпшений обробіток

На полях, де переважно багаторічні коренепаросткові бур'яни (осот, гірчак, березка польова та інші) проводять дворазове лушення стерні, перше – дисковими знаряддями на глибину 8–10 см, друге – після масової появи бур'янів лемішними знаряддями на глибину 12–14 см з боронуванням або коткуванням під глибоку зяблеву оранку.

В разі використання гербіцидів (Раундап або його аналогів: Ураган Форте 500 LS, в. р. к. (2–4 л/га) чи сумішшю з Банвел 45 480 LS, в. р. к. – Ураган Форте (2 л/га) + Банвел 45 (0,5 л/га).

Напівпаровий обробіток

На полях, де переважно однорічні буряна (мишій сизий, куряче просо, лобода біла, щиряца, дика редька та інші) проводять дискування стерні на глибину 6–8 см у два сліди, глибоку оранку на 30–32 см в серпні. В агрегаті з плугом у суху погоду, особливо при утворенні брил пускають кільчасто-шпорові котки, а на вологих грантах для якісної його розробки – борони. В міру потреби ріллю боронують і розпушують культиваторами.

Удобрення сорго

При середній урожайності зеленої маси 60–70 т/га сорго цукрове потребує азоту 85–90 кг, фосфору 75–80 і калію 135–160 кг/га. До цього слід додати, що сорго краще засвоює поживні речовини лише з розчинних форм. Щоб одержати високі врожаї, його посіви розміщують після удобрених попередників, крім того, вносять органічні в нормі 20–30 т/га і мінеральні добрива $N_{85-100}P_{80-130}K_{125-160}$.

На чорноземах сорго більш чутливе до фосфорних добрив, на каштанових ґрунтах – азотно-фосфорних. Підвищені дози азотних добрив сприяють накопиченню в зеленій масі сорго отруйних ціаністих речовин, що необхідно враховувати при вирощуванні сорго на зелений корм. Переважну кількість мінеральних добрив вносять під зяблеву оранку, залишаючи тільки 10–15 кг/га фосфору в формі гранульованого суперфосфату, для внесення в рядки під час сівби.

Ранньовесняний обробіток ґрунту

Включає закриття вологи, щільне розпушування та вирівнювання ґрунту, яке проводять у період фізичної стиглості ґрунту, коли вологість його вища на 3–4 % від нижньої межі пластичності і він не пристає та подрібнюється без замочування робочих органів ґрунтообробних знарядь. Дві останні операції поєднують в одну – комплексну. Для виконання цих робіт застосовують агрегат типу АРВ 8.1-01. За відсутності вказаного або подібного агрегату розпушування та вирівнювання ґрунту здійснюють традиційним широкозахватними агрегатами, які комплектують боронами та шлейф-боронами.

Передпосівний обробіток ґрунту

Проводять одночасно із сівбою сорго і сумісної культури. На ущільнених ґрунтах і за недостатньої кількості вологи застосовують культиватор УСМК – 5,4 А(Б). На пухких ґрунтах і достатньому зволоженні верхнього шару ґрунту можна використовувати борону культиватор ВНЦ-Р (РА) або важкі чи передні борони, переобладнані за типом борони-культиватора. Якщо ґрунт перед сівбою занадто пухкий і насіння загортається глибоко, застосовують важкі водоналивні котки в агрегаті з боронами або кільчато-шпорові катки. Коткування проводять під невеликим кутом до напрямку сівби. Висока продуктивність та якість передпосівного обробітку ґрунту досягається за використання агрегата АРВ 8.1-0,2, які забезпечують розпушування ґрунту на задану глибину загортання насіння (4–6 см) без переміщення шарів. Агрегати обладнують здвоєними плоско різними лапами, дисковими або прикотковими роторами.

Головною умовою передпосівного обробітку ґрунту є розпушування поверхневого шару до дрібно грудкуватого стану (фракційний ґрунтових часток розміром не менше 10 мм повинен бути 90 %, 10–25 мм – 7 %, 25–35 мм – менше 3 %), на задану глибину, створення твердого насінневого ложа, знищення паростків і сходів бур'янів [4].

2. Сівба сорго

2.1. Підготовка насіння до сівби

Серед ярих зернових культур (кукурудза, ярий ячмінь, соя) сорго має найдрібніше насіння, а гібриди і сорти значно різняться за масою 1000 насінин. Враховуючи здатність сорго до інтенсивного кущення, слід користуватися не ваговою нормою висіву, а бажаною густрою стояння рослин на 1 га. Норму висіву визначають за шириною міжрядь і густрою стояння рослин на гектарі. Рекомендована посівна норма орієнтована на щільність від 160 до 180 тис. рослин на 1 га. Якісне насіння сучасних гібридів має високу лабораторну схожість. У наших дослідженнях вона коливалася у різних гібридів по роках від 83 до 95 %, але польова схожість була нижчою на 12,0–18,8 %, що слід урахувати при розрахунках норми висіву.

Для досягнення максимальної врожайності в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах необхідно використовувати насіння високої якості. Насіння сорго повинно бути оброблено фунгіцидом Максим XL 035 FS т. к. с. для захисту сходів від хвороб, Круїзер 350 FS т. к. с. проти шкідників, зокрема попелиці, а також антидотом Концеп III, що дає змогу обробляти посіви ґрунтовими гербіцидами на основі S-метолахлору.

Характерною особливістю насіння сорго цукрового є надто повільне його проростання – період «сівба – повні сходи» триває 30–35 діб. Внаслідок цього знижується польова схожість на (15–20 %), сходи з'являються неодноразово і зріджені.

2.2. Строки сівби

Сівбу сорго починають, коли посівний шар ґрунту (5 см) прогріється до 12–15 °С. Сорго сіють пунктирним широкорядним способом з шириною міжрядь 70 см; цукрове (на зелений корм) – широкорядним (45 см), на сіно – звичайним рядковим. Норма висіву при звичайному рядковому способі 18–22 кг/га, широкорядному (70 см) – 10–15 кг/га, широкорядному з шириною міжрядь 45 см – 15–20 кг/га. Насіння загортають на глибину 3–5 см, на легких підсохлих ґрунтах – на 6–8 см. За сівби в непрогрітій ґрунт насіння довго не проростає і загниває.

2.3. Способи сівби

Сівбу проводять механічними або пневматичними сівалками вітчизняного (ССТ-12В, СУПК-12А, Оріон та інші) та іноземного (Мультикорн, Оптіма, Унісем, Глорія та ін.) виробництва з шириною міжрядь 45 см. Під час сівби в рядки вносять добрива в нормі $N_{15}P_{20}K_{30}$ кг/га д. р.

2.4. Норма висіву насіння

Норму висіву насіння обох культур необхідно встановлювати диференційовано залежно від його схожості, очікуваної польової схожості тощо і з розрахунку на те, щоб одержати густоту стояння рослин сорго цукрового 160–180 тис./га [5].

2.5. Глибина загортання насіння

Головною умовою при встановленні глибини загортання насіння є необхідність заробляння його у вологий шар ґрунту. Тому враховують весняні погодні умови, зону вирощування тощо. Виходячи з цього воно має бути в межах 3–6 см [6].

2.6. Сорти і гібриди сорго віничного (технічного)

‘Карликове 45’ – сорт сорго віничного, створений шляхом схрещування сортів сорго віничного *‘Донське 35’* та *‘Віничне раннє’* з наступними доборами ранньостиглих низькорослих елітних рослин. Оригіна́тор – ДУ Інститут зернових культур НААН. У реєстрі з 1999 р. Ранньостиглий, визріває на насіння за 90–100 діб, на 10 діб раніше від *‘Донського 35’*. Сорт низькорослий, висота рослин 140–170 см. Куцистість висока, на стеблі 6–8 листків. Листя середньої довжини (50–60 см) і ширини (3–5 см). Центральна жилка листка біла. Волоті довгі (35–45 см),

жовті з відстанню від останнього міжвузля до першої гілочки волоті 40–45 см. Зерно плівчате. Колосові луски солом'яно-жовтого кольору. Високопосухостійкий, не вилягає. Урожайність волотей зі стеблами – 7,0–8,0 т/га.

'Красень' – сорт сорго віничного ранньостиглий, посухостійкість 7–9 балів, стійкість до вилягання – 7, стійкість до осипання – 7, стійкість до основних хвороб – 7–9, висота рослин – 280 см. Оригінатор – ДУ Інститут зернових культур НААН. У реєстрі з 2007 р. Діаметр стебла на висоті 10 см від поверхні ґрунту 1,0–1,4 см та біля волоті – 0,8 см. Продуктивна куцистість – 2,1 стебла на одну рослину. Волоть довжиною 42–48 см, солом'яно-коричневого забарвлення. Колоскові луски соломисто-жовтого кольору. Остюки малі. Суцвіття щільне, злегка поникле. Зерно плівчате, коричневого кольору. Маса 1000 зерен – 22–24 г.

Сорт 'Вінчер' ('Vincer'). Оригінатор – Науково-виробниче фермерське господарство «Компанія Маїс». Рік реєстрації – 2020. Рекомендована зона для вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся. Напрямок використання: фуражний, віничний. Висота рослин – 198 см. Урожайність зерна (за стандартної вологості) – 2,92 т/га, зеленої маси / збір сухої речовини – 27,1/9,34 т/га, повітряно-сухих волотей – 6,5 т/га. Тривалість періоду від появи сходів до укісної стиглості – 61 доба. Тривалість періоду від появи сходів до збиральної стиглості зерна – 110 діб. Вміст в сухій речовині, %: цукру – 7,7; білка – 13,9; клітковини – 44,5. Посухостійкість та стійкість до обсипання зерна та вилягання – 9 балів. Стійкість проти збудників хвороб, бал (1–9): гельмінтоспоріоз (*Helminthosporium turcicum* Pass.) – 8, бура іржа (*Uredo sorghi* Pass.) – 8 [6].

3. Догляд за посівами

3.1. Коткування посівів

За планової передпосівної підготовки ґрунту або за сухої весни при дуже розпушеному ґрунті проводять після посівне коткування гладкими водоналивними котками (СКГ-2) в агрегаті з райборонами (ЗОР-0,7), або кільчато-шпаровими котками. Це дає змогу підвищити на 15–20 % польову схожість і одержати дружні і рівномірні сходи.

3.2. Досходове розпушення ґрунту

Залежно від тривалості проростання насіння бур'янів, забур'яненості поля, фізичного стану ґрунту на 4–5 день після сівби проводять суцільне розпушення поверхневого шару ґрунту широкозахватними агрегатами, укомплектованими зубовими боронами (БЗСС-1,0, ЗБП-0,67,

ЗОР-0,7), а також культиваторами УСМК-5,48, КоЗР-5,4-0,1, обладнаними ротатійними робочими органами РБ-5,4 з прутковими роторами без шлейфів. У фазі 4–5 листків сорго проводять боронування посівів впоперек рядків легкими боронами з навантаженням не більше 0,6 кг на зуб борони, швидкість агрегату – 4,5 км/год.

3.3. Розпушування ґрунту в міжряддях

Міжрядні розпушування проводять по мірі появи бур'янів. Перше розпушування проводять, як тільки зазначаються рядки, на глибину 5–6 см, через 7–10 днів – друге на глибину 7–8 см, і в фазі виходу в трубку третє – на глибину 4–5 см. Трикратна обробка міжрядь сприяє зниженню забур'яненості посівів сорго більш як у 2 рази.

Для розпушування ґрунту в міжряддях використовують культиватори УСМК-5,4 В(б), та інші, обладнані плоско різними лапами з шириною захвата 150 мм, що встановлюються по дві на кожне міжряддя і на задану глибину, а також ротатійними батареями, що рухаються в міжряддях і в зоні рядка.

Більш якісне розпушування ґрунту з мінімальними захисними зонами рядків (не більше 8 см) досягається при використанні культиваторів КоРЗ-5,4-0,1 та КоРЗ-8,1-0,1.

На дуже ущільнених і забур'янених полях застосовують культиватор КФ-5,4 з активними побічними органами фрезерного типу, в зоні дії яких знищення бур'янів досягає 100 %.

3.4. Підживлення рослин

Кореневе підживлення проводять у фазі піхва третього-п'ятого листка, з розрахунку $N_{30-40}P_{30-40}K_{30-40}$ кг/га д. р. на глибину 8–12 см.

Позакореневе підживлення проводять у фазі інтенсивного росту рослин сорго. Позакореневе підживлення доцільно проводити в поєднанні із засобами захисту рослин від хвороб. Норма робочого розчину при проведенні позакореневого підживлення наземним способом 250–300 л/га.

3.5. Контролювання сегетальної рослинності

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків рекомендує дві системи захисту: комбіновану і посходову [12].

Комбінована система передбачає обов'язкове внесення в ґрунт гербіцидів, що діють у вологому ґрунті через кореневу систему і наступних обприскувань (два або три рази) сходів сорго.

Досходова система: найефективнішим у посівах сорго є застосування ґрунтових гербіцидів широкого спектра дії, як-от Примекстра TZ Голд 500 SC (к. с., 4,5 л/га), Примекстра Голд 500 SC (к. с., 3,5 л/га),

Дуал Голд 960 ЕС (к. е., 1,6 л/га), основною діючою речовиною яких є S-метолахлор. Для безпечного використання цих препаратів рекомендується обробити насіння антидотом Концепт III 960 ЕС, який нейтралізує дію S-метолахлору на проростки сорго.

Гербицид Гвардіан Тетра, 67,9 %, к.с. (ацетохлор, 450 г/л, тербутилазин, 214 г/л, фузілазол, 15 г/л) у нормі витрати 3,5 л/га (обприскування ґрунту до появи сходів або у фазі 2–3 листків культури) контролює однорічні дводольні та злакові бур'яни.

Посходова система: по вегетуючих рослинах для контролювання дводольних бур'янів використовують гербициди групи 2,4-Д амінна сіль (0,7–1,0 л/га), Діален – до фази трьох-п'яти листків у сорго (1,0–1,2 л/га), Прима SE (0,4–0,6 л/га), Ладдок – новий, ефективний у разі застосування у фазі одного-двох листків у бур'яну (2,5–3,0 л/га), Пік 75 WG (15–20 г/га). На відміну від інших гербицидів, Пік 75 WG можна застосовувати навіть до стадії сьомого листка. Це дає змогу знищити практично всі види одно- і багаторічних видів дводольних бур'янів.

3.6. Захист від шкідників і хвороб

З метою збереження сходів рослин від ґрунтових та наземних шкідників для сівби використовують насіння, оброблене інсектицидами системної дії або їх композицією. Насіння сорго повинно бути оброблено фунгіцидом Максим XL 035 FS т. к. с. для захисту сходів від хвороб, Круїзер 350 FS т. к. с. проти шкідників у тому числі попелиці, а також антидотом Контеп III, що дає можливість проводити обробіток посівів ґрунтовими гербицидами на основі S-метолахлору.

Хімічну боротьбу проти совок слід проводити коли гусениці знаходяться у 1–3 віці, бо гусениці старшого віку (4–5) надзвичайно стійкі до інсектицидів. Застосовують такі препарати: Бі-58, 40 % к. е. (0,5–1,0 л/га), Золон, 35 % к. е. (3,0–3,5 л/га), Сумітїон, 50 % к. е. (0,6–1,2 л/га).

Внесення засобів захисту рослин проводиться штанговими обприскувачами з широким (15–30 м) захватом. Із вітчизняних машин на даний час найбільш зручним є ОП-2000, який переобладнано щілинними розпилювачами і відсікаючими індивідуальними клапанами та фільтрами. З іноземних машин найбільш високоякісні обприскувачі фірм «РАУ» (Німеччина), «Харді» (Данія), «Страйкуй» (США) та інші. Оптимальна норма витрати робочої рідини при внесенні препаратів становить 300–400 л/га.

4. Збирання

4.1. Строки та спосіб збирання

Строки та спосіб збирання біомаси сорго вінничного (технічного) залежать від подальшого її використання: для віників (рис. 2), для виробництва біогазу та твердого біопалива.



Рис. 2. Збирання зерна і переробка на віники

Якщо біомаса використовується як сировина для виробництва біогазу, то сорго слід збирати у період максимальної врожайності зеленої маси, яка досягається у фазі формування і наливу зернівки. У цей період суха речовина біомаси становить 30–45 %, що є оптимальним для виробництва біогазу.

4.2. Біоенергетичні моделі гібридів та сортів сорго

Біоенергетичне виробництво стрімко розвивається і змінює вимоги та критерії до гібридів не тільки соргових, але й інших культур. Тобто необхідно враховувати технологічні властивості, які повинні бути їм притаманні. Залежно від напрямків використання гібридів та сортів сорго будуть змінюватись критерії їх оцінки. Соргові культури активно вирощуються для кормовиробництва, біоенергетики, харчової промисловості і, навіть, фітореMediaції маргінальних ґрунтів. Енергетичну

оцінку соргових культур та елементів технології їх вирощування проводять за загальним виходом енергії, яку можна отримати з одного гектара посівів у разі перероблення вирощеної біомаси на різні види біопалива, при цьому враховується комплексний підхід до використання вирощеної біомаси [7].

У біоенергетиці є три напрями використання сорго: виробництво рідкого (біоетанолу другого покоління, бутанолу та ін.), твердого палива (брикети, пелети та ін.) та газоподібного. Для об'єктивної біоенергетичної оцінки соргових культур слід враховувати такі показники:

- врожайність зеленої маси;
- вихід сухої біомаси при отриманні твердого біопалива;
- соковитість та вміст розчинних вуглеводів у соці стебел (сорго цукрове) при отриманні біоетанолу;

Для кожного напрямку перероблення вінникового сорго специфічні вимоги до якості сировини [6].

Тверде паливо. Використовуються сухостеблові гібриди з максимальною облистяністю і наявністю зерна та достатнім (7–15 %) умістом розчинних вуглеводів в сокові стебел, хоча у сухостеблових гібридів буде невелика кількість соку (рис. 3, додаток А).



Рис. 3. Біомаса для переробки на тверде паливо (пелети, брикети)

Сухостебловість сприяє меншим енергозатратам при переробці. Доля сухої речовини в зеленій масі сорго віничного (технічного) складає понад 50 %, в цукрового сорго – 25–30%

Газоподібне паливо. Використовуються сухостеблові гібриди з максимальними облистяністю і наявністю зерна та підвищеним вмістом розчинних вуглеводів у соці стебел. Ці показники сприяють інтенсив-

нішому процесу газовиділення і тепловіддачі при згоранні. Сухостебловість сприяє меншим енергозатратам при переробці (рис. 4, додаток Б).



Рис. 4. Біомаса сорго віничного для переробки на енергетичні цілі (біоетанол, біогаз) (Дослідне поле ІБКіЦБ НААН, 2025 р.)

Для виробництва біогазу можна використовувати всю біомасу сорго технічного (стебла, листя та волоті), тому збирання сорго здійснюється звичайними силосозбиральними комбайнами КСК-100А, КСК-250, Дон-750, Jaguar 900, Jaguar 870, Mammut 8790, John Deere 7200, John Deere 7300 і інші.

За використання біомаси сорго як сировини для виробництва твердого біопалива збирання врожаю слід розпочинати наприкінці вересня у фазі повної стиглості зерна. Зібрану біомасу сорго можна зберігати не більше 2–3 діб.

4.3. Визначення енергетичного потенціалу сорго віничного (технічного)

Вихід твердого біопалива розраховується, як і для сорго цукрового, за формулою[7]:

$$T = \frac{U \cdot c \cdot (100 + w)}{10000}, \quad (4.1)$$

де T – вихід твердого біопалива, т/га;

U – врожайність зеленої біомаси стебел сорго, т/га;

c – суха речовина біомаси стебел, %;

w – вологість твердого біопалива, %.

Згідно з європейськими «вимогами» тверде біопаливо може мати вологість до 10 %, тому приймаємо $w = 10$ % [8].

Вихід енергії визначають як добуток маси твердого біопалива отриманого з 1 га посівів сорго як цукрового, так і віничного на його питому теплотворну здатність:

$$E_T = T \times e_T, \quad (4.2)$$

де E_T – вихід енергії з твердого біопалива, ГДж/га;

T – вихід твердого біопалива з 1 га сорго, т/га;

e_T – питома теплотворна здатність твердого біопалива, МДж/кг.

4.4. Визначення енергетичного потенціалу за виходом біогазу

Біогаз утворюється внаслідок природного процесу мікробного розкладання органічної маси у вологому середовищі в анаеробних умовах (за відсутності кисню). Сировиною для біогазових установок є перш за все енергетичні культури [7, 9].

Для розрахунків виходу біогазу з біомаси сорго цукрового приймаємо методичні підходи, які наведені у аналітичних записках Агентства з відновлюваних ресурсів Німеччини (FNR) [7, 9]. Приймаємо, що з 1 кг сухої речовини сорго можна отримати 0,7 м³ біогазу з вмістом метану 60 %. Отже, формула для розрахунку виходу біогазу з 1 га посівів сорго цукрового матиме вигляд:

$$F_{\text{сорго}} = \frac{U_{\text{сорго}} \times Q_{\text{сорго}} \times q}{100}, \quad (4.3)$$

де $F_{\text{сорго}}$ – розрахунковий вихід біогазу (вміст метану 60%), тис. м³/га;

$U_{\text{сорго}}$ – урожайність зеленої біомаси сорго, т/га;

$Q_{\text{сорго}}$ – вміст сухої речовини, %;

q – питомий вихід біогазу з 1 кг сухої речовини ($q = 0,7$ м³/кг)

Енергетичний потенціал біогазу, отриманого з одного гектара посівів сорго визначаємо: добуток об'єму біогазу помноженого на його питому теплоту згорання (4.4):

$$E_G = F \times e_G, \quad (4.4)$$

де E_G – вихід енергії, ГДж/га;

F – вихід біогазу з 1 га сорго, тис. м³/га;

e_G – питома теплотворна здатність біогазу, МДж/м³ [7].

5. Рослинні рештки як органічне добриво

Органічна речовина ґрунту є головною складовою його родючості. Основним джерелом органічної речовини є кореневі та пожнивні залишки рослин, які в процесі розкладання поповнюють запаси гумусу. Внаслідок скорочення поголів'я тварин різко зменшилось виробництво гною, який також служив джерелом гумусу. Щорічний негативний баланс гумусу становить у середньому по області 0,36–0,5 тонни на гектар. Найбільші втрати гумусу відбуваються на полях під чистим паром (1400 кг), буряком цукровим (1100 кг), соняшником (900 кг), а також на полях, схильних до водної ерозії, де за одну зливу може бути знесено від 10 до 30 т ґрунту, а разом з нею втрачено 3200–9600 кг/га гумусу.

5.1. Роль рослинних залишків

Після збирання сорго на полі залишаються післяжнивні органічні рештки, що складаються з різних частин, таких як стебла, листя та кореневої системи. У подальшому їх механічно подрібнюють. На кожен тону маси органічних залишків сорго в ґрунт повертається 16–17 кг азоту, 47 кг фосфору, 37 кг калію та 4 кг магнію на гектар. Рослинні рештки – це комплекс різноманітних органічних сполук, зокрема й фізіологічно активних. Перспективним напрямком підвищення родючості ґрунту може бути внесення свіжої негуміфікованої органічної речовини, зокрема, решток рослин, за рахунок чого може активізуватися ґрунтова мікробіота (рис. 5).



Рис. 5. Рослинні рештки сорго віничного (Дослідне поле ІБКіЦБ, 2025 р.)

Найважливішим джерелом цієї речовини, включаючи алелопатично активні речовини, є рослинні залишки. Удобрювальна цінність рослинних залишків визначається насамперед тим, що вона служить на даний час головним джерелом поповнення запасів гумусу в ґрунті. Коефіцієнт гуміфікації решток сорго знаходиться в межах 0,22.

По дії на ґрунт і урожай подальшої культури рівномірно розподілені по полю рослинні рештки з додатковою дозою азоту не поступаються гною, а іноді і перевершують його. Потрібно враховувати ту обставину, що азот, внесений по решткам перед її закладенням в ґрунт, переходить у біологічну форму у вигляді білкових утворень в тілі мікробів і тому не втрачається з ґрунту у формі аміаку або нітратів. Істотну роль виконує солома в збільшенні запасів органічної речовини ґрунту (гумусу) [10, 11]. Дані паспортизації земель, яка проводиться центром «Облдержродючість», свідчать про істотне зниження негативного балансу гумусу на тих полях, де систематично вносяться органічні залишки у верхній шар ґрунту. Дослідження показують, що залишені рештки у верхньому шарі ґрунту (на глибину 0–5 см) сприяють більш інтенсивному накопиченню гумусу, ніж заорювання на глибину 15–30 см.

Слід завжди мати на увазі, що головним фактором, що лімітує врожай у посушливих умовах, є волога і її всіляко потрібно берегти. Для прискорення розкладання органічних рослинних решток і стерні можна її обробити біодеструктором, до складу якого входять мікроорганізми. Термін розкладання решток зменшується з 350 до 40–60 днів [4, 13]. Крім того, біодеструктор знищує фітопатогени і фітотоксини, покращує постачання рослин азотом, фосфором, калієм і мікроелементами, що дозволяє знизити норми внесення мінеральних добрив в рази. Залишені рослинні рештки та оброблена біодеструктором стерня у верхньому шарі ґрунту 0–6 см з додаванням 7–8 кг сечовини (карбаміду) підвищує вміст у ґрунті гумусу. Для прискорення розкладання органічних решток та створення сприятливих умов росту і розвитку наступною після цього культури необхідно внести хоча б 7 кг азоту (у діючій речовині). За широкого співвідношення вуглецю до азоту мікроорганізми, які розкладають органічні залишки, використовують азот ґрунту, забираючи його у рослин. Тому при співвідношенні вуглецю до азоту більше 30 слід вносити азот. Кращими формами азоту в цьому випадку є аміачні або амідні (аміачна селітра, карбамід, карбамідо-аміачна суміш (КАС), аміачна вода) [12].

5.2. Усунення пригнічуючої дії рослинних залишків

Агротехнічні прийоми усунення пригнічуючої дії рослинних залишків на ріст і розвиток наступних культур є необхідною умовою підвищення врожайності сільськогосподарської культури, під яку вона внесена. Спостереження у природних ценозах та експериментальні дослід-

ження, свідчать про вагомую роль органічних решток, які не тільки збагачують ґрунт поживними речовинами (мікро та макроелементи, амінокислоти, вітаміни, гумус) для мікроорганізмів та рослин, а також у формуванні алелопатичного фону, який за рахунок перетворень та дії своїх фітохімічних речовин може впливати на процеси росту та розвитку культур. Процес надходження, розкладання та темпи накопичення рослинних решток, а також фітохімічна складова їх компонентів набувають особливого значення для продуктивності агрофітотocenозів сільськогосподарських культур [14].

Особливо багато фітохімічних сполук накопичується при розкладанні органічних решток в анаеробних умовах (при глибокому заорюванні). В аеробних умовах токсичні сполуки розкладаються швидше. Встановлено, що за 2,5–4 місяці розкладається до 46 % решток, а за півтора-два роки – до 80 %. Використання бактеріальних препаратів, як біодеструкторів прискорює процес розкладання рослинних решток.

Таким чином, для господарств різних форм власності вирощувати віничне (технічне) (*Sorghum technicum* Roshev) сучасних вітчизняних сортів культури з сформованою врожайністю зеленої маси більше 70 т/га, вмістом сухої речовини 66 %, що дозволить отримати 57,8 т/га твердого біопалива та 36,8 тис. м³ /га біогазу з енергетичним потенціалом 791,2 МДж/м³. Використання технічного сорго, як біоенергетичної культури сприятиме створенню стабільної сировинної бази, що дозволить зменшити витрати на використання викопних енергоносіїв та підвищити рентабельність на 25–30 %, що є основою побудови низьковуглецевої економіки. України. Одночасно доцільність вирощування і використання рослинної біомаси як сировини для виробництва біопалива слід розглядати з урахуванням екологічного аспекту. Під час виробництва біоетанолу і послідуючого його використання в атмосферу виділяється менша кількість вуглекислого газу (СО₂) ніж було поглинуто з атмосфери біоенергетичними рослинами в процесі фотосинтезу, що є найбільш дієвим чинником для пом'якшення негативних змін клімату.

Біомаса, як відновлювальний енергоносіє, створює для України великі перспективи, а можливості її використання в енергетиці є дуже різноманітними. Найбільш цінною з енергетичної точки зору є біомаса сорго, трансформація якої в різні види біопалив на сьогодні найбільш технологічно відпрацьована та економічно ефективно.

Додатки

Додаток А

Таблиця 4.2

Агробіологічні параметри урожайності біомаси сорго віничного (технічного) (*Sorghum technicum* Roshev) залежно від генотипу та густоти агрофітоценоз (Дослідне поле ІБКіЦБ НААН, 2023–2025 рр.)

Сорти (фактор А)	Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор В)			
	100	140	180	220
Урожайність зеленої маси, т/га				
‘Вінчер’	68,2	69,1	70,0	63,4
‘Красень’	72,3	74,7	79,2	64,1
‘Карликове 45’	62,1	63,0	64,4	59,3
Уміст цукрів у стеблах, %				
‘Вінчер’	12,8	12,9	12,9	12,7
‘Красень’	18,0	18,3	18,3	18,0
‘Карликове 45’	13,9	14,0	14,1	13,1
Уміст сухої речовини, %				
‘Вінчер’	63,3	61,0	65,1	58,9
‘Красень’	60,3	62,3	66,0	53,4
‘Карликове 45’	62,7	63,6	65,0	59,8

Додаток Б

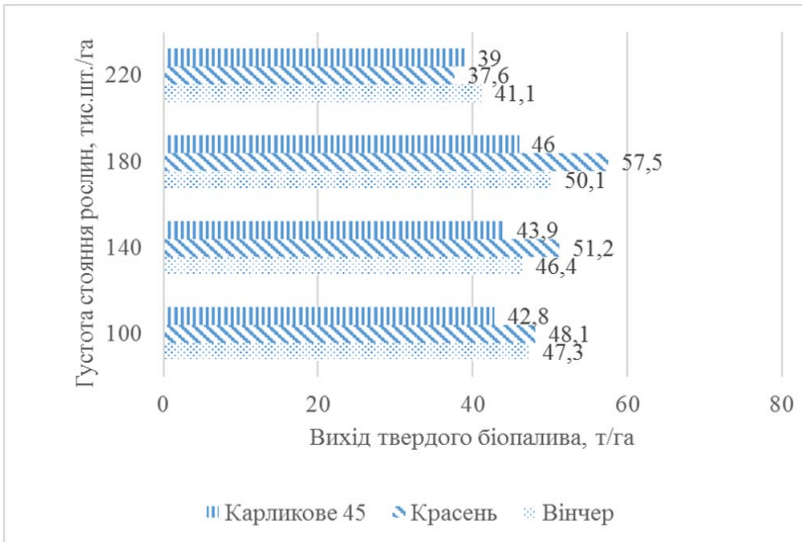


Рис. 4.1. Вихід твердого біопалива (т/га) з біомаси сорго віничного залежно від густоти стояння рослин

Використана література

1. Балян А. В. Внесок аграрної науки в розвиток органічного виробництва. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 11. С. 9–12.
2. Яланський О. В., Самойленко А. Т., Федоренко Е. М. та ін. Насінництво соргових культур. *Агрономія Сьогодні*. 2014. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/407-nasinnystvo-sorhovvykh-kultur.html>
3. Сторожик Л. І., Музика О. В. Фотосинтетичний потенціал посівів сорго цукрового в умовах Центрального Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2017. Вип. 25. С. 79–86. <https://doi.org/10.47414/nr.25.2017.216870>
4. Новохацький М., Таргоня В., Бондаренко О., Мельник О. До питання розроблення біологізованих сівозмін біологічного агрови-робництва. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2018. Вип. 23. С. 168–173. [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2018-2-23\(37\)-18](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2018-2-23(37)-18)
5. Сторожик Л. І., Музика О. В. Формування структурних показників урожаю сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5. <https://doi.org/10.21498/na.5.2017.143946>
6. Черчель В. Ю., Дзюбецький Б. В., Яланський О. В. та ін. Сорго: технологія, переробка, використання, насінництво та селекція. Каталог гібридів та сортів. Дніпро : ДУ Інститут зернових культур НААН, 2023. 68 с. URL: <https://market.institut-zerna.com/documents/katalog-2023-kukurudza.pdf>
7. Ганженко О. М. Агроекологічні основи формування продуктивності цукроносних культур для біопалива. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2023. 320 с. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-997-5>
8. EN ISO 17225-1:2014. Solid biofuels — Fuel specifications and classes — Part 1: General requirements. Geneva : Int. Organization for Standardization, 2014.
9. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. *Basisdaten Bioenergie Deutschland*. URL: <https://www.fnr.de>
10. Бомба М. Я. Наукові та прикладні аспекти біологічного землеробства. Львів : Українські технології, 2004. 232 с.
11. Грабак Н. Х. Екологічний напрям у землеробстві та його перспектива. *Наукові праці. Екологія*. 2011. Т. 152, № 140. С. 20–25.

12. Федерация органічного руху в Україні. URL: <http://www.organic.com.ua>
13. Сторожик Л. І., Музика О. В. Ефективність вирощування сорго цукрового для переробки на біопаливо. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 100–109. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.14>
14. Сторожик Л. І., Завгородня С. В., Харусь С. А. Фітохімічний профіль кореневих ексудатів сорго (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) в ризосфері агрофітоценозу культури. *Urgent Tasks of Society in Modernizing Agricultural Sciences and Food*: матеріали Міжнародної наукової конференції (Riga, Republic of Latvia, October 3–4, 2024). Riga: Baltija Publishing, 2024. P. 15–19. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-476-4-4>

Наукове видання

Автори:

Лариса Іванівна Сторожик,
Надія Олександрівна Кононюк,
Світлана Володимирівна Завгородня,
Павло Юрійович Волошин,
Олександр Володимирович Яланський,
Володимир Іванович Середа,
Зоя Петрівна Проценко

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ВІНИЧНОГО
(ТЕХНІЧНЕ) (*SORGHUM TECHNICUM ROSHEV*)
ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА**

Науково-методичні рекомендації

Електронне видання

Технічне редагування та верстка
О. Ю. Половинчук

Погоджено до опублікування 09.12.2025.
Формат: PDF. Гарнітура Georgia.

Видавець

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
03110, м. Київ, вул. Клінічна, 25
Тел.: (044) 275-50-00; e-mail: sugarbeet@ukr.net
<https://bio.gov.ua>

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 5713 від 19.10.2017

