

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

НУБІП України

**05.01 МКР. 1575 "С" 2023.09.18. 016 ПЗ**

НУБІП України

**ГРИШКОВА ОЛЕКСІЯ ІГОРЕВИЧА**

**2023 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.5:633.174:631.445.2

«ПОГОДЖЕНО» «ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ»  
Декан агробіологічного факультету Завідувач кафедри  
рослиництва

д. с.-г. н., професор

д. с.-г. н., професор

О. Л. Тонха

С. М. Каленська

« / » 2023 р. « / » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:  
«УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ  
СОРГО ЗЕРНОВОГО В УМОВАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

Спеціальність 201 «Агрономія»  
Освітня програма «Агрономія»  
Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми,  
д. с.-г. наук, проф. С. М. Каленська  
Керівник магістерської роботи  
доктор с.-г. н., доцент Н. В. Новицька

Виконав О. І. Фришков  
КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри рослинництва

д. с.-г. наук, професор, академік НААН

С. М. Каленська

«    » \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

**Гришкову Олексію Ігоревичу**

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

**Тема магістерської кваліфікаційної роботи:** «Удосконалення елементів технології вирощування сорго зернового в умовах Сумської області», затверджена наказом ректора НУБіП України від « 18 » вересня 2023\_р. № \_1575 «С»»

**Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.10.2023 р.**

**Вихідні дані до магістерської роботи:** гібриди сорго зернового від компанії Lidea: ранньостиглі Албанус та Аркан, середньоранній ЕС Фоен, варіанти удобрення 1) N<sub>30</sub>P<sub>25</sub>K<sub>15</sub>, 2) N<sub>60</sub>P<sub>50</sub>K<sub>30</sub>, 3) N<sub>90</sub>P<sub>75</sub>K<sub>45</sub>, 4) N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub>.

Характеристика ґрунтів СФГ «ІВОТ» Сумської області, на якому проводили дослідження: дерново-підзолисті глинисто-піщані ґрунти малопотужні – гумусовий горизонт їх досягає всього 15–18 см. Забезпеченість рослин рухомим азотом, калієм (5 мг/100 г ґрунту) і фосфором – надто низька (4–5 мг/100г ґрунту). Сума ввібраних основ низька, ступінь насичення основами

складає лише 52–53%. Середньорічні температури у липні – +20,7 °С, а у січні становлять – 4,4 °С. За рік налічується понад 150 похмурих і близько 100 змінливою кмарністю днів.

### Перелік питань, що підлягають дослідженню:

– на основі аналізу даних літературних джерел визначити особливості живлення та удобрення сорго зернового і розробити робочу гіпотезу досліджень;

– визначити вплив норм внесення добрив на поживний режим ґрунту під посівами сорго зернового;

– виявити вплив добрив на формування врожаю зерна сорго та показники його якості в залежності від норми внесення;

– визначити вплив удобрення на площу листової поверхні, чисту продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал посівів сорго зернового;

– визначити економічну, енергетичну та агрохімічну ефективність застосування добрив під сорго зернове;

– підготувати розділ з охорони праці при вирощуванні сорго.

Дата видачі завдання 06.10.2022 р.

Завдання прийняв до виконання

О. І. Гришков

Керівник магістерської роботи

доктор с.-г. н., доцент

Н. В. Новицька

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 61 сторінки друкованого тексту, містить 17 таблиць, включає 4 основних розділів, висновки та рекомендації виробництву, список джерел літератури в кількості 49 найменувань, додаток.

В першому розділі роботи висвітлені стан та перспективи вирощування сорго зернового в Україні та світі. Проведено аналіз наукової літератури щодо технологічних заходів вирощування сорго та біологічних вимог культури, особливостей її вирощування.

Другий розділ магістерської роботи присвячений аналізу місця та умов виконання роботи. У третьому розділі подано результати наукових досліджень щодо впливу норми добрив на формування фітоценозу сорго. Тривалість проходження фаз розвитку сорго залежно від удобрення культури

В четвертому розділі наведено продуктивність сорго залежно від гібриду та доз добрив. Охарактеризовано урожайність надземної та сухої маси сорго залежно від гібриду та удобрення. Наведено ясні показники гібридів сорго зернового, та вплив на них норм внесення добрив.

В п'ятому розділі зроблений аналіз економічної та біоенергетичної ефективності вирощування сорго за різних доз внесення мінеральних добрив.

На основі проведених наукових досліджень зроблено аргументовані висновки та рекомендації виробництву щодо оптимізації норм внесення мінеральних добрив за вирощування гібридів сорго Албанус, Аркан, ЕС Фоен

В

2

*КЛЮЧОВІ СЛОВА: СОРГО ЗЕРНОВЕ, ГІБРИД, МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА, ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ПЕРІОД, ПЛОЩА ЛИСТЯ, УРОЖАЙНІСТЬ, ЯКІСТЬ ЗЕРНА*

р

о

ц

.

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

І.1 Народногосподарське значення сорго зернового 9

І.2 Значення та поширення сорго зернового 11

ІІ.2. Біологічні особливості сорго зернового 17

Продуктивність сорго зернового залежно від системи удобрення 20

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика ґрунту дослідних ділянок 25

2

2

2

## РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРГО

### ЗАЛЕЖНО ВІД ГІБРИДУ ТА НОРМИ ДОБРИВ

ВІ.1 Особливості росту і розвитку рослини сорго зернового 34

ВІ.2 Динаміка формування листкової поверхні і продуктивності фотосинтезу

сорго зернового 36

ВІ.3 Динаміка накопичення зеленої маси та сухих речовин рослинами сорго

зернового 40

ВІ.4 Урожайність надземної та сухої маси сорго залежно від гібриду та

удобрення 45

ВІ.5 Уміст крохмалю в зерні сорго залежно від гібриду та удобрення 47

В

ВИСНОВКИ 52

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 53

В

В

В

В

В

В

В

В

Сорго – нішева культура в Україні і користується певним попитом на Півдні, де більш високі температури. Тим не менш, навіть маючи репутацію посухостійкої культури, сорго поступово з'являється в портфелі господарств з Центральної та Західної України, адже переваги його вирощування очевидні, хоча і не всім відомі. Сучасні кліматичні трансформації змушують сільгосподарів виробників все частіше переглядати концепції та практичні підходи до формування спектру культур агроценозів, спроможних забезпечувати отримання стабільних і економічно вигідних урожаїв у все більш жорстких за значенням гідротермічного коефіцієнту умовах [2, 6, 11].

За сучасних умов аграрного виробництва України надзвичайно важливого значення набуває перспектива реалізації агробіологічного та виробничого потенціалу соргових культур, їх інтродукції, виробництва, споживання та використання. Серед ботанічних видів, що складають зазначену групу культур, окреме місце слід відвести зерновому сорго, котре в умовах жорсткого гідротермічного коефіцієнту, здатне формувати стійкі та економічно доцільні врожаї зерна з показниками якості, що дозволяють його багатовекторне використання. Останнім часом культура сорго все частіше асоціюється не стільки із харчовим або кормовим використанням, а з істотним джерелом сировини для виготовлення біоетанолу. На сьогодні у країнах Євросоюзу 13,2 млн га земель є доступними для вирощування енергокультур; до 2025 року цей показник може вирости до 20,5 млн га, а до 2030 року – до 26,2 млн га. [11, 39, 49].

На сьогодні, однією з найперспективніших енергетичних злакових культур не тільки в Україні, а й у всьому світі, є сорго (*Sorghum*). Сорго адаптоване до вирощування в Україні. Проте, впровадження даної культури в сільськогосподарське виробництво України проводиться вкрай повільно, що пов'язано з відсутністю нових високоефективних, ресурсозберігаючих технологій його вирощування та переробки. Сорго, завдяки своїм біологічним особливостям, здатне за короткий період формувати високий потенціал сухої біомаси (до 25 т/га).

Сорго – культура с величезними потенційними можливостями по врожайності, універсальності використання, якості продукції, пластичності щодо умов вирощування. Технології вирощування цукрового, зернового сорго істотно досліджені наукою в світі. Та поки культури не знайшла достойного застосування в Україні. Нині в Україні та світі ведеться робота і по селекційним питанням, і технологіям вирощування, тому в найближчому майбутньому не буде проблем щодо обмеження культури зонами вирощування.

Сорго належить до високоврожайних культур. Його широко використовують як зернову і кормову культуру. Цукрові сорти сорго, стебла яких містять понад

спирту тощо.

*Мета досліджень* – встановити оптимальні та економічно обґрунтовані норми внесення мінеральних добрив під сорго зернове для отримання стабільних високоякісних урожаїв зерна.

*Об'єкт досліджень*: процес формування продуктивного потенціалу зернового сорго і якості рослинної продукції залежно від норми мінеральних добрив.

*Предмет досліджень*: процеси росту, розвитку і формування зернової продуктивності, господарсько цінні ознаки та якісні показники врожаю гібридів зернового сорго залежно від технологічних прийомів вирощування.

*Методи досліджень*: в процесі роботи польовий метод – вивчення взаємозв'язку об'єкта з предметом досліджень у визначених умовах конкретної географічної зони; вимірювально-ваговий метод – визначення біометричних параметрів росту і розвитку рослин та формування урожайності; порівняльно-розрахунковий – визначення економічної ефективності технології вирощування сорго; статистичні методи: кореляційний та дисперсійний – визначення вірогідності даних та зв'язків між досліджуваними показниками.

## РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ



## 1.1 Народного господарське значення сорго зернового

Сорго – досить невибаглива культура, яка здатна давати високі урожаї зерна у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Сорго можна використовувати для виробництва крупи, фуражу та силосу [2]. Крім того, сорго вирощується з метою виробництва біопалива [4]. Біоетанол утворюється в процесі ферментації, під які піддаються тільки прості цукру, тому полісахариди потребують розщеплення на моносахариди. Виробництво біоетанолу відбувають в процесі ферментації, в результаті якої під впливом ферментів у біополімерах утворюється біоетанол. Процес ферментації – це біохімічний процес, під час якого органічні речовини, в основному вуглеводи, розщеплюються під впливом ферментів (каталізаторів) з виділенням енергії. Фермент зв'язується із речовиною (полімерами цукрів), і перетворюється в прості цукри [39].

До дисахаридів та полісахаридів відносяться вуглеводи (крохмаль, наприклад), до простих цукрів (моносахаридів), що містяться в біомасі, відносяться фруктоза (плодовий цукор). Метод виробництва біоетанолу із крохмалю зернових полягає в гідролізі полісахаридів до простих цукрів (мальтози з подальшим розщепленням до глюкози). Процес спиртової ферментації полягає в перетворенні простих цукрів (глюкоза, сахароза і фруктоза) під впливом ферментів в етанол і вуглекислий газ. Процес спиртової ферментації проходить так:  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + CO_2 + 27\text{Ккал}$  (180 кг глюкози  $\rightarrow$  92 кг біоетанолу + 88 кг  $CO_2$ ). Процес виробництва спирту із цукрового сиропу менш трудомісткий, оскільки, в процесі бродіння крохмаль спочатку розщеплюється на прості [40].

Проблема зменшення природних енергетичних ресурсів змушує спеціалістів різних галузей шукати альтернативні джерела енергії.

Рослинництво – одна із галузей сільського господарства, яка за рахунок вирощування енергетичних рослин може стати додатковим джерелом поповнення енергетичних запасів (замінити). Сорго є однією із найбільш

перспективних культур, що забезпечує високий валовий вихід як зерна, цукру, так і біомаси, які в результаті можна переробляти на біоетанол, біоводень, тверде біопаливо тощо [10, 13]. За дослідженнями вчених, з 1 га соргових культур можна отримати 3-5 м<sup>3</sup> етанолу. Також стебла сорго є сировиною для виготовлення біоводню. Останній отримують шляхом бутилового або ацетобутилового бродіння сахарози або крохмалю. З однієї тонни стебел сорго цукрового отримують від 30 до 50 м<sup>3</sup> водню [14].

Сорго – цінна культура як джерело твердого палива. Енергетична цінність зерна становить 13,8 МДж/кг, стебел – 18,5 МДж/кг. В Україні сорго розповсюджене в основному в степовій зоні. Ефективним рішенням під час глобального потепління вчені вважають вирощування сорго. Його переваги очевидні: прибутковість і стабільність культури; ранній початок вегетації, через що стійкість до стресових факторів вища; стійкість до посухи та вилягання, хвороб та шкідників; придатність для вирощування як кормової культури, гарні кормові якості.

Українське сорго – цінний зелений корм, силос та некрystalізований цукор для виготовлення сиропу й патоки. Стебло 1,5-3 м заввишки, з соковитою солодкою (12-18 % цукру) серцевиною. За кормовими цінностями: 100 кг зеленої маси – 23-24 кормові одиниці, 800 г перетравного протеїну. Зерно – цінний корм для тварин і сировина для комбікормової та крохмалопаточної промисловості. Після відростання може бути використане на зелений корм і як пасовище. При скошуванні до загрубіння отримують добре сіно [5, 45].

Може бути використано для посіву куліс, які затримують сніг і для створення смуг з високостебельних рослин, які захищають посіви від суховіїв. Має перспективу – як пожнивна та по укісна культура. Із стебла сорго цукрового отримують цінний цукор-сирець, який підходить для отримання етанолу. Слід зауважити, що технологічний процес отримання цукру з рослин сорго цукрового менш трудомікий і більш економічно вигідний, ніж при використанні для цієї мети цукрового буряку. Силос, який залишається після

виробництво етанолу, багатий на мікроелемент та поживні речовини, які згодують на корм тваринам [25].

Крім етанолу, цукрове сорго також використовується як цукровий сироп для вина, кондитерських виробів. Насіння цукрового сорго використовують подібно кукурудзяному «поп-корну». Рослина містить набагато більше білку та вмісту вітамінів ніж мед [41]. Сорго – одна з п'яти головних зернових хлібних культур у світі, поряд з пшеницею, вівсом, кукурудзою та ячменем, вирощується більше, ніж в 66 країнах світу. Щодо кормових переваг соргові

культури близькі до кукурудзи та ячменю. Кормових одиниць міститься: у 100 кг зерна сорго – 118–130, у зеленій масі – 24–25, у силосі – 22–23; перетравного протеїну в зеленій масі – 80–90 г/кг.о.; білка в зерні – 12–14 %. Сорго є надзвичайно посухостійким та солевитривалим. Воно входить до посухостійкої ксерофітної групи і пристосоване до екстремальних умов Півдня України [26].

### **Значення та поширення сорго зернового**

Сорго відноситься до родини злакових, і є як зерною, так і кормовою культурою. Всі сорти сорго можна розділити на чотири групи: зернове, цукрове, віничне і трав'янисте сорго. Зернове сорго вирощують на зерно. Представлене низькорослими малокущистими формами, заввишки 90–175 см. Утворює щільні ким'ясті волоті з відкритим голим зерном. Серцевина стебла суха або напівсуха, центральна жилка листка дорослої рослини має жовтувато-біле або біле забарвлення [34, 39].

Об'єднує такі види: сорго кафеє, джугара, дурра, гаолян та ін. Цукрове сорго вирощують на зеленій корм, силос, для одержання некристалізованого цукру, який використовують при виробництві харчових сиропів. Представлене високорослими кущистими формами (200–350 см), із соковитими солодкими стеблами, в серцевині яких міститься до 17 % цукрів. Центральна жилка листка сіро-зелена. Зерно плівчасте або злегка відкрите, волоть розлога [6, 11].

Сорго використовується як кормова, продовольча і технічна культура.

Зерно – цінний корм для худоби і сировина для виготовлення комбикормів.

Сорго є важливою продовольньою культурою. В цьому відношенні воно займає третє місце в світі після пшениці і рису. Зерно використовується для

виготовлення крупи. В багатьох країнах Африки, Індії і Східної Азії сорго є

основною хлібною рослиною. Зелена маса і сіно – добрий корм для великої рогатої худоби, а силос за якістю наближається до кукурудзяного [17, 23].

Сорго вирощують також як технічну культуру. Цукрове сорго, зелені стебла якого містять 10-15 % цукру, використовують для виробництва сирупу.

З волотей віничного сорго виготовляють віники, щітки. Соріз або сорго рисозернисте – відносно нова круп'яна культура. Вихід крупи із зерна становить 70 %, за харчовою цінністю соріз не поступається рису, а за спектром використання значно перевищує всі інші круп'яні культури.

Випробування виду у виробничих умовах показали, що він досить посухо- та жаростійкий, придатний для вирощування на засоленних землях, стійкий проти вилітання та ураження сажковими хворобами, мало ушкоджується злаковою попелицею. В оптимальних богарних умовах середня урожайність

продовольчого зерна – 53,5 ц/га, максимальна – до 88 ц/га. Цей вид

рекомендується для вирощування в усіх соргосіючих регіонах і насамперед на засоленних землях та на полях, що були під рисовими чеками [10, 12].

Історія, походження і поширення. Батьківщина сорго – Екваторіальна або Північно-Східна Африка. Похідними центрами походження вважають

Індію і Китай, звідки воно було завезено в інші країни. У Індії сорго вирощують з 3-го тисячоліття до нашої ери, у Китаї та Єгипті – з 2-го тис. до

н.е. В Європі сорго з'явилося значно пізніше. Проте перша згадка про нього міститься ще в роботі Плінія старшого (23-79 рр.). «Природна історія», де

зазначено, що сорго завезено в Рим з Індії. Сорго відвіку вирощують в

Середній Азії, на півдні Східної Європи – з XVII століття [8, 14]. В республіках Середньої Азії та Казахстані сорго почали вирощувати більше 2,5-3 тис. років

тому. Про початковому проникненні сорго в Україну відомостей не збереглося.

Відомо, що під назвою «турецького проса» на території України селяни обробляли віничне сорго вже в XIII столітті. Це місцева назва говорить про те, що в Крим та інші області України культура сорго прийшла з Туреччини під час турецьких набігів. Потрапивши в Україну, сорго поступово пристосовувалося до наших жорстким ґрунтово-кліматичних умов.

Дослідники зазначають, що сорго вже більше 250 років тому було відомо в Криму. У польову культуру воно увійшло на початку XIX століття [29].

У середині XIX ст. широкого поширення набуло цукрове сорго. В Києві побудували один з перших сорго-цукрових заводів. У період 1888-1890 рр.

сорго-цукрове виробництво набуло поширення в Криму, Катеринославській, Полтавській та Подільській губерніях, але через слабку вивченість агротехніки і труднощі отримання кристалічного цукру із соку сорго ця галузь незабаром була занедбана [13]. За повідомленням губерньського агронома П.

Дубровського, досліді по вирощуванню сорго зернового гаолян в Полтавській губернії відносяться до 1888-1889 рр. Насіння сорго, отримане генерал-губернатором Колпаковским з китайської провінції Кульджи, було надіслано їм в Полтаву. П. Дубровський в 1891 р.р. направив насіння в Тираспольський повіт в маєток Леонтьєва, який помилково назвав гаолян китайським горохом

Перші досліді з вирощування зернового сорго на корм худобі в південних районах України також відносяться до 80-х років XIX століття.

Організатором їх став видатний діяч агрономії А. І. Ізмаїльський, який близько десяти років пропрацював в землеробському училищі, а потім на Херсонській дослідній станції обробляв хлібне сорго-джуґара. ґрунтуючись на результатах вивчення сорго та практиці його освоєння в умовах України, М. М. Кулешов в 1933 р. у своїй статті «Селекція сорго» визначив напрямки роботи з цією культурою [21]. В Україні в довоєнні роки сорго почали вирощувати в Криму,

Херсонській, Миколаївській, Запорізькій, Одеській та Дніпропетровській областях на значних площах. Однак перед війною і після неї посіви екоретилися, еклавши в 1987 р. – 16,1 тис. га [27, 46].

На початку 80-х років ХХ століття вченими України було науково обґрунтовано збільшення посівних площ у південних регіонах України та Північному Кавказі. Велика робота проведена доктором

сільськогосподарських наук, професором М. А. Шепелем, який довів, що в південних областях України площі зернового сорго потрібно розширити до 1,8 млн.га. Наприкінці 80-х – початку 90-х років посівні площі сорго в Україні становили 20-25 тис.га.

За умови створення ранньостиглих сортів та гібридів з'явилась можливість вирощувати зернове сорго на територіях до 50-52° п.ш., а цукрове сорго та сорго-суданкові гібриди на зелений корм та сінаж – до 55° п.ш., тобто майже на всій території України. Проте в умовах екстенсивного землеробства, що склалися на початку 90-х років, і при дешевих енергоносіях та недостатній кількості високоякісного насіння, господарства не були зацікавлені в розширенні площ сорго.

Зерно вживається в їжу у вареному або смаженому (пластівці) вигляді, а з борошна випікають хліб. В Індії сорго вирощують також на зелений корм і силос худобі [13, 18]. Світова площа посіву сорго близько 50 млн. га. За даними

ФАО, сорго є п'ятою за обсягами виробництва злаковою культурою в світі після пшениці, рису, кукурудзи і ячменю. Головні світові виробники зерна сорго – США, Нігерія, Судан, Мексика, Китай, Індія, Ефіопія, Аргентина, Буркіна Фасо, Бразилія і Австралія. У деяких країнах, де кліматичні умови

перешкоджають виробництву інших злаків (держави Африки, що межують із Сахарою, деякі провінції Індії та Китаю), сорго є продуктом, що забезпечує до 30% харчової енергії. В інших країнах це здебільшого кормові ресурси і сировина для отримання біопалива [16, 23, 43].

Зернове сорго вирощують в більш ніж 66 країнах світу, а США є найбільшим виробником сорго у світі. У США, 46 відсотків сорго використовується як корм для худоби. Іншим напрямом використання сорго є його переробка в етанол. За даними Міністерства Аграрної політики Америки, в 2015 році сорго було посіяно на площі 3,2 млн. га. Сьогодні США займає

четверте місце за виробництвом сорго, поступаючись лише таким країнам, як Судан, Індія та Нігерія, де історично створились сприятливі умови для вирощування цієї культури. У Європі за останні роки площі під сорго також

збільшилися, а середня врожайність перевищила 4-5 т/га. В Італії, Румунії,

Угорщині, Албанії та Болгарії посіви сорго займають близько 20% всіх площ.

В Італії в середньому по країні отримані великі врожаї зерна сорго (5,0-5,7 т/га) внаслідок заміни сортів гібридами.

За останні 50 років посівні площі під сорго в світі збільшилися на сорго є Мексика (10,7 млн. т), США (6,1 млн. т), Аргентина (2,4 млн. т) та

Японія (1,9 млн. т) [33, 46]. Разом з підвищенням виробництва сорго на

світовому ринку очікується і збільшення його споживання до 64,6 млн. т на гл зростання використання культури в усіх ключових сферах: кормовий (до 31,2

млн. т), харчової (до 27,3 млн. т) і промислової (до 4,5 млн. т). Зокрема, основне

зростання споживання сорго для кормових цілей очікується в Китаї, Мексиці

та Аргентині, тоді як його використання в харчових цілях збільшиться в Індії

Середній показник врожайності європейського зернового сорго в 2021

році становила 5,62 т/га. Тобто вона зросла на 2 % відносно середнього показника за 5 останніх років і на 3 % відносно 2020 року (рис. 1.1). В країнах

ЄС площі, на яких вирощується сорго, збільшилися у 2020 році на 18 %: +20

% для зернового сорго і +12 % для фуражного. Тенденція до збільшення площ

також спостерігалась в країнах Східної Європи, в тому числі і в Україні. Це

свідчить про зростання інтересу виробників до цієї культури, чия стійкість до несприятливих погодних умов є справжньою перевагою. В Італії, Австрії,

Угорщині та Іспанії врожайність сорго значно зросла відносно 2019 року та

відносно середнього показника за 5 останніх років. У Франції через дуже

сильну посуху відбулось незначне зниження врожайності відносно середнього

показника за 5 останніх років і у 2020 році середня врожайність в цій країні

становила 5,06 т/га. Країни Чорноморського басейну цього року також були



вражені посухою, що призвело до значного зниження врожайності в Україні (-27%), Румунії (-30%) та Болгарії (-8%).

Рис. 1.1 – Динаміка росту врожайності сорго зернового, 2021 р.

Інтерес до сорго особливо зростає після тривалих посух, коли інші зернові/культури різко знижували врожай. Можна виділити кілька періодів підвищеного інтересу до сорго: 1920-1925 і 1930-1935 рр., а також 1974-1977 рр. У ці періоди площі посіву сорго значно зростали, але через деякий час вони знову скорочувалися. Такий стан пояснюється двома причинами: з одного боку, сорго завжди відрізнялося підвищеною зерновою продуктивністю і посухостійкістю, а з іншого – воно залишалося другорядною, маловивченою культурою і, так звану, «нішевою» культурою. Таким чином, поширення сорго в світі свідчить про великі успіхи багатьох країн у цьому напрямку. Сорго має високі потенційні можливості, що ставить його в ряд провідних зернофуражних продовольчих культур [10, 23, 25, 49].



## Біологічні особливості сорго зернового

Сорго (*Sorghum Moench.*) відноситься до загальної родини злакових (50) – однорічних і багаторічних культурних і диких видів. В сільськогосподарській практиці найбільш цінним являється культурне однорічне сорго, яке розділяється на зернове, цукрове віничне трав'янисте (суданка). Всі ці види розповсюджені у виробництві південних районів країни, а цукрове і трав'янисте – і в середній частині України [8, 10].

Зернове сорго (*Sorghum vulgare*) характеризується соковитим стеблом, подовженими міжвузлями, хорошою облистяністю і високою цукристістю. Більшість сортів і гібридів відрізняються повільним ростом на початку вегетації, але потім, починаючи з шостого – сьомого листка, темпи росту збільшуються, і рослини до кінця вегетації досягають 1,5–3,0 м, а в дуже сприятливих умовах (достача тепла, вологи, елементів живлення) – 4–5 м. Листки у сорго розміщені на стеблу по чергово з двох сторін і складаються з піхви і широкої і довгої листової пластинки ланцетовидної форми. Колір центральної жилки листка є морфологічною ознакою, що свідчить про соковитість або сухість внутрішнього стебла. Якщо жилка біла, значить гувата тканина серцевини суха і заповнена в основному повітрям, а якщо сіро-зелена, то в стеблах є солодкий сік. Піхва щільно охоплює стебло, і надає йому стійкості до несприятливих умов і щільність [41, 43].

Серцевина стебла заповнена соком з різним ступенем цукристості.

Основна частина цукрів накопичується у фазі воскової стиглості. Зерна і зосереджується в нижніх і середніх міжвузлях. Стебла і листки сорго покриті восковим нальотом, що захищає рослину від надмірного випаровування і сонячних опіків [16, 27]. Сорго має здатність до пагоноутворення. Після збирання з вузла кущіння з'являються нові пагони, котрі за сприятливих ґрунтово-кліматичних умов дають високі врожаї отави [30, 39].

Кущистість залежить від виду, сорту і умов вирощування. Для цукрових сортів, які мають від 1,5 до 5 і більше стебел, кущистість – позитивна ознака,

яка сприяє збільшенню урожаю зеленої маси і покращенню за рахунок якісного корму. Проростає сорго одним черешком. На протязі 30–35 днів після появи сходів рослини енергійно формують кореневу систему, приріст якої досягає 2-3 см за добу, надземна частина їх в цей час розвивається повільно.

Саме в цей період сорго потребує чистоту полів і хороший догляд [24, 33]. У разі утворення трьох – чотирьох листків починають з'являтися вторинні корені, які виконують функцію коренів живлення.

Як і кукурудза, сорго до викидання волоті утворює опорні (повітряні) корені, які виходять із першого – другого надземного вузла і проникають в ґрунт. Опорні корені сприяють кращій стійкості рослин до вилгання, а також додатково поглинають воду і мінеральні речовини з верхніх горизонтів ґрунту.

У фазу повної стиглості зерна 1 масова частина коренів живить 10,6 масової частини надземної маси, що свідчить про високу продуктивність кореневої системи сорго. Активна діяльність коренів зберігається до дозрівання насіння, що властиво не багатьом рослинам. Цим пояснюється властивість сорго залишатись соковитим, зеленим до пізньої осені, незалежно від фази розвитку, і швидко відновлювати вегетацію після різких засух і суховіїв. В засушливі роки більшість культур пришвидшує проходження фаз розвитку, формуючи за

таких умов низькі врожаї. Сорго менше реагує на несприятливі погодні умови. Культура відрізняється більшою засухостійкістю, стійкістю до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов і жаростійкістю, вона навіть в найбільш засушливі роки дає порівняно високі збори зеленої маси і зерна [11, 40].

Сорго відноситься до числа теплолюбних культур. Насіння його починає проростати при температурі 8–9 °С. За протяжного весняного похолодання проростання затримується, що часто призводить до загнивання рано висіяного насіння. Більш дружні сходи сорго з'являються за температури 13–15 °С ґрунту на глибині посіву насіння. Оптимальна для проростання насіння температура 20–25 °С. Однак, орієнтуватись на цей оптимум в умовах виробництва не варто, так як така температура в ґрунті може бути тільки в літній період, що призводить до занізнення з сівбою [14].

Зерно сорго потребує на 50 % менше води, ніж зерно кукурудзи, якщо кількість опадів < 300 мм. Це очевидна перевага для сорго, адже воно продовжуватиме рости при 33-34°C (кукурудза при 30°C припиняє рости). Але

найважливіше для рентабельності – це на 30-40% нижчі витрати, ніж на кукурудзу (прямі витрати: добрива, насіння та гербіциди). З кожним роком

умови посухи посилюватимуться на півдні Європи. Відповідно до прогнозу, ми побачимо багато теплових аномалій під час цвітіння, тому виникає необхідність диверсифікації сівозміни. Іншою перевагою є низький ризик

мікотоксинів, який дуже важливий для експорту в Західну Європу та для свинарства. Імпорт із Західної Європи має багато проблем із мікотоксинами, і сорго є гарним рішенням для зменшення ризику для тваринництва.

Ще однією перевагою сорго – стійкість до діабротики, адже ця проблема є дуже актуальною в Європі. Безумовно, мета полягає не в тому, щоб замінити

кукурудзу, а в тому, щоб забезпечити виробництво за допомогою впровадження сорго. Сорго дуже хворобливо переносить дію низьких температур. За пониження до мінус 2 – 3 С° сходи сорго гинуть. За строками посіву сорго відноситься до пізніх культур і висівається після суданської трави, проса і кукурудзи.

Підвищена потреба до тепла зберігається не тільки в період сходів, але і в наступний, до самого збирання [7, 9].

Як вже відмічалось, сорго більш засухоустійке, ніж інші кормові культури, причому обмежена потреба у воді і економне її використання характерні для рослин на всіх етапах вегетації. Насіння сорго, наприклад, може проростати за

невисокої вологості – для набухання потрібно лише 35 % води від загальної маси насіння, в той же час як для кукурудзи – 40%, пшениці – 55 – 60 % [18,

Встановлено також, що на утворення одиниці сухої речовини сорго використовує 300 частин води, суданська трава – 340, кукурудза – 388,

пшениця – 515, ячмінь – 534, овес – 600, горох – 730, люцерна – 830, соняшник – 895, конюшина – 1200.

#### 1.4 Продуктивність сорго зернового залежно від системи удобрення

Мінеральні добрива в сучасному землеробстві є найефективнішим і швидкодіючим засобом підвищення родючості ґрунту і врожаю сільськогосподарських культур, збільшення валових зборів та поліпшення якості продукції. Але, розумне використання великого сучасного асортименту добрив потребує знань агробіологічних та агротехнічних особливостей культур, що вирощуються [32, 45].

Рослинам для нормального розвитку потрібні всі елементи мінерального живлення. За відсутності якогось із них відбуваються порушення процесів обміну речовин, затримується ріст і розвиток, що в кінцевому результаті призводить до зниження врожаю та погіршення його якості. Велику роль відіграє рівень мінерального живлення і співвідношення між елементами, які знаходяться в ґрунті чи мінеральних добривах. До того ж це співвідношення не постійне на протязі всього життя рослин. Воно змінюється на різних етапах його розвитку, тому що в процесі росту змінюються потреби рослин до умов навколишнього середовища, зокрема живлення. На кожному окремому етапі розвитку рослин не однаково використовуються продукти фотосинтезу і елементи живлення [22, 23].

Сорго, не зважаючи на відносну невимогливість до родючості ґрунтів і здатністю видобувати елементи живлення, добре реагує на внесення мінеральних добрив. Володіючи потужною з високою засвоювальною здатністю кореневою системою, сорго забезпечує урожайність зерна навіть без внесення в ґрунт додаткового мінерального живлення. Тому сформувалась думка про слабку реакцію сорго на підвищення рівня мінерального живлення і відносно невеликому, у порівнянні з кукурудзою, виносі поживних речовин з ґрунту, необхідних для отримання урожаю. Сорго на утворення одного центнера зерна дійсно економно використовує поживні речовини: 75 % азоту, 60 % фосфору і 90 % калію від тієї кількості, яку використовує кукурудза. На утворення одного центнера зерна, в залежності від кліматичних факторів і біологічних особливостей сортів, сорго витрачає азоту 1,7-3,6 кг, фосфору

5, калію 1,8-2,6 кг [22, 46].

Багаторічними дослідженнями, проведеними в різних кліматичних зонах України доведена висока ступінь чутливості сорго на мінеральні добрива. Азот сприяє інтенсивному росту рослин, збільшенню площі листової поверхні і всієї вегетативної маси у сорго. Найбільш високі урожаї в умовах зрошення отримують за внесення високих доз азоту: в Херсонській області – 120 кг/га у поєднанні з P<sub>90</sub>, в Дніпропетровській області – 240 кг/га у поєднанні з P<sub>90</sub>. При цьому урожайність зерна сорго зростає в 1,5-2,0 рази, досягаючи 9,3-9,7 т/га

Фосфор також грає важливу роль в житті рослини. На чорноземних і каштанових ґрунтах півдня України вміст легкозаєвогенованої фосфорної кислоти в період вегетації сорго складає 8-12 мг/100 г ґрунту, тобто 240-360 кг/га. За використання із ґрунту 7,5 % рухомих форм фосфору винос рослинами сорго може складати 18-27 кг/га, що становить близько 65 % від потреби для формування урожаю 5 т/га. Тому дози фосфору, який вноситься під сорго, зазвичай нижчі, ніж азоту, в 1,5-2 разів і складаються на бєгарі 45-60, на зрошенні 90-10 кг/га. Фосфор впливає на гідроліз крохмалю, що прискорює проростання насіння. Тому частину загальної дози фосфору (10-15 кг/га) доцільно вносити під час посіву локально [9, 11, 17]

Калій позитивно впливає на накопичення в зерні сорго крохмалю і цукру. Вміст рухомого калію в ґрунтах України має широкий діапазон і становить 18-30 мг/100 г ґрунту, тому сорго за урожайності зерна 5 т/га повністю забезпечує себе калієм за рахунок виносу його з ґрунту. За більш високих урожаїв (8-10 т/га) виникає певний його дефіцит, тому в комплексі з іншими добривами необхідно внести 40-60 кг/га калію [6, 16, 28].

Азотно-фосфорні добрива, внесені в стороні і глибше насіння, позитивно впливають на їх проростання, підвищуючи польову схожість на 10-11 %. Вони підвищують активність фермента каталази, виступаючи в ролі стимуляторів ростових процесів в насінні. Разом з тим, фосфорні і азотні добрива у випадку ємнієного внесення з насінням негативно впливають на польову схожість

насіння. Вона зменшується на 15 %, а в вологі роки і більше. При цьому період посів-сходи збільшується в окремі роки до 3-10 днів. Сумісне внесення добрив з насінням негативно впливає і на величину урожайності. За внесення фосфорних добрив (по 10 кг д.р.), зниження урожайності зерна складає близько 0,2 т/га. Тому добрива доцільніше вносити в стороні від насіння і глибше їх заробки, а також локально. Кожен центнер внесених таким чином добрив оплачується приростом урожайності в 3-3,6 разів більше, ніж за внесення повного мінерального добрива в розкид під культивуацію [4, 38].

В умовах степу України Олексенко І. А. і Красенков В. В. вивчали вплив різних доз і співвідношення мінеральних добрив на продуктивність зернового сорго. Ріст і розвиток сорго залежить від складу і доз мінеральних добрив, поєднання екологічних факторів, вологозабезпеченості і суми ефективних температур. Азот як елемент живлення поступає за своїм впливом на процеси органогенезу. Суттєвого впливу калію на проходження рослинами фенологічних фаз не встановлено. Під впливом фосфорно-калійних добрив вегетаційний період сорго скорочується на 6 днів. За внесення азотних добрив у поєднанні з фосфорними і фосфорно-калійними дією фосфору темпи розвитку культури зменшуються, а темпи росту збільшуються.

Застосування N<sub>90</sub>-120 на фоні P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> затримувало настання фази викидання волоті, цвітіння і повної стиглості зерна на 2-3 дні у порівнянні з посівами, де вносили P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> [2, 29].

Вплив мінеральних добрив на приріст надземної маси в залежності від співвідношення добрив було різним. У фазі виходу у трубку на контролі (без добрив) висота рослин складала 78,2 см, за внесення N<sub>60</sub>K<sub>30</sub> - 80,2 і P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> - 79,9 см. В період від викидання волоті до повної стиглості зерна дія мінеральних добрив на динаміку лінійних приростів посилювалась. Якщо у фазі виходу у трубку різниця у висоті рослин на окремих варіантах складала 2-11 % і найбільш помітно проявлялась там, де вносили підвищені дози мінеральних добрив, то у фазі викидання волоті за N<sub>60-90</sub>P<sub>60-90</sub>K<sub>30</sub> рослини були вищі за контроль на 10-12 %. Подальше збільшення доз елементів

живлення до 90-120 кг/га не супроводжувалось суттєвою активізацією

Мінеральні добрива мали суттєвий вплив на структуру урожайності, яка визначає продуктивність рослин. Роздільне внесення N60 і P60 на фоні K30 підвищувало масу волоті із зерном на 7,4-8 г у порівнянні з контролем.

Встановлений позитивний вплив фосфору на кількість зерен у волоті. На варіанті з P60K30 у волоті було більше на 6 % зерна у порівнянні з контролем, з наростання під впливом фосфорних добрив. Під впливом азотних добрив закладання репродуктивних органів протікає в більш пізній період, коли умови

для цього погіршуються (знижуються запаси продуктивної вологи, підвищується волога). Найбільш суттєво на структуру урожайності сорго впливає сумісне внесення азоту і фосфору. У порівнянні з контролем маса волотей із зерном збільшується на 21 %, довжина - на 4 %, число зерен - на 9

%, маса 1000 зерен - на 11 %. Додавання до фосфорно-азотних добрив калійних також мало вплив на формування окремих компонентів структури урожайності. За внесення N 60P60K30 кількість зерен у волоті зростало на 43 шт., а маса волоті із зерном підвищилась на 2 г у порівнянні з варіантом, де вносили N60P60 [5, 31].

За внесення підвищеного фону добрив – N120P90K30 – у волоті нараховувалось до 2,4-2,9 тис. зерен, що вище на 40-75 зерен, ніж при використанні N60P60K30. Приріст зерна сорго від мінеральних добрив коливався і межах 0,5-1,2 т/га. Від N60 і P60 на фоні K30 отриманий однаковий приріст зерна, що свідчить про їхній рівноцінний вплив на продуктивність зернового сорго.

Із поєднання елементів мінерального живлення найбільш ефективне N60P60. на цьому варіанті у порівнянні із контролем зерна додатково отримали 0,8 т/га. Мінеральні добрива економічно вигідні тільки при певних їх рівнях. Зменшення доз добрив з N60P60K30 до N30P30K30 викликало достовірне зниження зборів зерна. Висока його урожайність була отримана за

як азоту, так і фосфору до 120 кг/га знижує урожайність зерна. Під час вивчення урожайності і якості зеленої маси цукрового сорго в залежності від рівня мінерального живлення встановлено позитивний вплив азотних у поєднанні з фосфорними і калійними добривами. Покращення умов мінерального живлення змінювало амінокислотний склад зеленої маси. Від впливу  $N_{60}P_{60}K_{30}$  сума всіх амінокислот зростала [10, 28, 34].

В умовах богари всю дозу мінеральних добрив вносять під зяблову оранку. Але за достатньої вологості ґрунту весною удобрення можна використовувати під передпосівну культивуацію. У умовах Молдови вивчали

дозу і співвідношення мінеральних добрив за систематичного їхнього внесення під зернове сорго під час вирощування у сівозміні і беззмінно.

Провідна роль належить азоту. Приріст урожайності від азотних добрив в середньому за 7 років склала 1,5 т/га. Зменшення дози азоту у складі повного мінерального добрива від 120 до 40 кг призвело до зниження продуктивності сорго, приріст зерна знизився з 1,7 до 1,3 т/га. Разом з тим збільшення дози азоту вище 120 кг/га виявилось нерациональним, так як не забезпечило росту урожаю зерна [8, 13].

Важливе місце у збільшенні урожаю зерна сорго займає фосфор. Приріст зерна від застосування фосфорних добрив складала 0,6 т/га. Збільшення дози фосфору в складі повного мінерального добрива від 30 до 90 кг/га призвело до приросту урожайності всього лише на 0,2 т/га. Калійні добрива не забезпечували отримання достовірного приросту урожаю. Щорічне внесення 1,1, а  $P_{90}K_{90}$  - всього на 0,2 т/га [11, 44].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Особливості вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сорго, потрібно узгоджувати із врахуванням погодно-кліматичних та



грунтових умов, а саме: температурного режиму повітря та ґрунту, кількості опадів, тривалості і строків настання теплового періоду, агрохімічних та водно-фізичних властивостей ґрунту. Аналіз погодно-кліматичних та ґрунтових умов дозволяє передбачити особливості росту, розвитку та продуктивність культур в окремих екологічних зонах. Цей аналіз допомагає адаптувати існуючі технології вирощування культур для кожної конкретної зони.

Оскільки сорго вирощується в основному в зоні Степу України, адаптація технології вирощування цієї культури на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України є досить важливим завданням, яке допоможе удосконалити існуючі технології вирощування сорго до конкретної екологічної зони і розширити ареал вирощування культури в Україні.

#### Характеристика ґрунту дослідних ділянок

Дослідження за темою магістерської роботи виконували в 2023 році в СФГ «ІВОНТ» Сумської області. Територія Шосткинського району Сумської області на мапі України розташована в північно-східній частині. Ця територія відповідно до фізико-географічно районування входить до складу мішано-лісової хвойно-широколистяної вологої, помірно-теплої зони, Поліської провінції Новгород-Сіверського Полісся. Тому на Шосткинщині превалюють дерново-середньо- і сильно-підзолисті супіщані на алювіогляціальних пісках і супісках ґрунти. У заплавах річок Бичихи, Івотки, Шостки та Бомані розповсюджені торфовища низові і торф'яно-болотні ґрунти на оглеєних піщаних суглинках. В західній частині території району вздовж лівого берегу р. Десна від приток Шостки та Осоти трапляються окремі ділянки лучних опідзолених ґрунтів на алювіальних відкладах (річкові відкладення). По всій протяжності р. Івотка в межах Шосткинського району сформувались лучні і лучно-болотні ґрунти на алювіальних відкладах. Окремою плямою на дерново-підзолистих ґрунтах району південніше м. Шостки на території селища Вороніж залягають сірий опідзолений на лесовидних суглинках ґрунт, який нагадує за зовнішніми ознаками опідзолений чорнозем.

Сумська область розташована на північному сході України, в межах двох природних зон – лісостепової та поліської. Територія Сумщини досить рельєфна. В її північній частині виділяється Придеснянське плато, а в південній – Лівобережне плато. Територія області в південній частині простяглася зі сходу на захід приблизно на 170 км, а в західній відстань з півночі на південь дорівнює близько 200 км (по прямій лінії). Загальна площа території області 23,8 тис. кв. км. Територія області поділена на 18 районів, 7 міст обласного підпорядкування, 2 внутрішньо-міських райони м. Суми, 384 сільські ради, 20 селищних та 15 міських рад. Обласний центр – місто Суми.

Найбільш поширені дерново-підзолисті ґрунти, які сформувались під мішаними та сосновими лісами в умовах промивного типу водного режиму на водно-льодовикових, алювіальних та моренних відкладах. Головною ознакою цих ґрунтів є чітка диференціація профілю на генетичні горизонти. Вони мають такі горизонти: гумусовоелювіальних (HE), елювіальний (E), ілювіальний (I). Ґрунти мають слабку гумусованість (від 0,3–0,5 % гумусу до 1,5–2,5 %). Гумус грубий з великою кількістю слабомінералізованих органічних решток. В складі більшу частку мають рухомі фульвокислоти, ніж гумінові. Співвідношення вуглецю гумінових кислот до вуглецю фульвокислот складає 0,5–0,8. Ґрунтово-вбирний комплекс ненасичений основами (20–70 %), має високий вміст обмінного водню та алюмінію і, як наслідок, кислу та дуже кислу реакцію ґрунтового розчину.

Дерново-підзолисті глинисто-піщані ґрунти дуже щільні. Вже в орному шарі показники щільності перевищують оптимальні на  $0,3-0,5 \text{ г/см}^3$ . Водні властивості цих ґрунтів несприятливі. Вони мають низьку вологосмість і водопідіймальну здатність та високу водопроникність, внаслідок чого ці ґрунти швидко прогриваються і просушуються. Тому навесні на 10-15 днів раніше придатні для обробітку, і, крім того, в цей період не стійкі до вітрової ерозії.

Дерново-підзолисті глинисто-піщані ґрунти малопотужні – гумусовий горизонт їх досягає всього 15–18 см, а на розорюваних землях збігається з

глибиною орного шару, вміст гумусу в якому не перевищує 1 % і різко знижується з глибини 20-22 см, а вже з глибини 20-30 см практично відсутній.

Реакція ґрунтового розчину в верхній частині профілю коливається від слабо- до середньо-кислої, гідролітична кислотність відносно висока. Сума ввібраних основ низька, ступінь насичення основами складає лише 52-53 %, ці ґрунти дуже слабо забезпечені рухомими формами калію і фосфату.

Дерново-підзолисті супіщані ґрунти у порівнянні з глинисто-пщаними мають вищу зв'язність, кращу водопідймальну і водо утримуючу здатність, вологоємність, можуть нагромаджувати у метровому шарі до 180 мм вологи.

Щільність ілювіального горизонту з глибини 50-60 см стримує фільтрацію вологи в глибину і створює сприятливі умови зволоження для розвитку рослин.

Фізичні та фізико-хімічні властивості дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів є мало придатними для отримання високих врожаїв, ці ґрунти бідні на гумус, мають підвищену гідролітичну кислотність та малу суму ввібраних основ, ненасичені основами. Забезпеченість рослин рухомих азотом, калієм (5 мг/100 г ґрунту) і фосфором – надто низька (4-5 мг/100 г ґрунту).

Особливо несприятливим для рослин є повітряний режим супіщаних ґрунтів, що пов'язано з дуже щільним станом орного і підорного шарів (1,51-1,53 г/см<sup>3</sup>), а також з низькою загальною шпаруватістю.

Болотні ґрунти представлені болотними, торфувато-болотними та торфово-болотними відмінами. Більшу частину року вони знаходяться у перезволоженому стані і відрізняються поганими агрофізичними властивостями, мають короткий профіль – 30-35 см. Профіль торфувато- і торфово-болотних ґрунтів поділяються на два горизонти: торфований горизонт потужністю 25-50 см, а нижче – оглеєний горизонт. Ці ґрунти потенційно родючі і містять значні запаси поживних речовин, але для використання в сільському господарстві через постійне перезволоження непридатні. Після осушення і окультурення можуть бути високопродуктивними ґрунтами.

**Кліматичні та погодні умови**

Клімат в області помірно континентальний. Зима малосніжна не стійка, помірно холодна, літо тепле і помірно вологе. Середня місячна температура повітря в січні становить від  $-8,2^{\circ}\text{C}$  на півночі області до  $-7,2^{\circ}\text{C}$  на півдні області, в липні – від  $+18,2^{\circ}\text{C}$  на півночі до  $+19,2^{\circ}\text{C}$  на півдні. Абсолютний мінімум температури повітря –  $40^{\circ}\text{C}$ , абсолютний максимум  $+39^{\circ}\text{C}$ . У

гідрографічному відношенні річки області відносяться до лівобережжя р. Дніпро (Середнє та Нижнє Придніпров'я), де вони течуть із Середньоросійської височини та її відрогів, протікають по Придніпровській низовині. Завдяки тому, що територія Сумської області витягнута з півночі на

південь більше, ніж на 200 км, і зміні кліматичних умов у цьому напрямку, густота річкової сітки в області варіює від 0,4 до 0,21 км/км<sup>2</sup>. До найбільших річок області відносяться Десна, Сейм, Псел, Ворскла, Сула, Хорол

У холодний період року переважає інтенсивна циклічна діяльність, тому зима на території відносно тепла, з частими відлигами. Грудень найтепліший зимовий місяць, середня місячна температура становить  $-2^{\circ}\text{C}$ . Найхолодніший місяць – січень. Середня температура повітря становить  $-5^{\circ}\text{C}$ . Характерна часта зміна синоптичних процесів, які призводять до різних коливань температури повітря. Зима характеризується частими відлигами і підвищеною температурою.

У травні переважає погода літнього типу. Середня температура повітря на  $5-7^{\circ}\text{C}$  вища за квітневу. Від травня до першого літнього місяця - червня середня температура повітря підвищується на  $3-4^{\circ}\text{C}$ . Влітку зростання температури від одного місяця до іншого відбувається повільніше. Температурний режим літнього періоду майже однаковий на всій території. Гарячий місяць – липень, його середня температура коливається в межах  $+18$

У період з вересня по грудень температура щомісяця знижується на 4 - стосовно вирощування сільськогосподарських культур і проведення різних

робіт на полях є кількість днів з температурою 0,5–10 і 15 °С та дати переходу температури через ці показники.

Вегетаційний період сільськогосподарських культур обмежується переходами весною і восени середньої добової температури повітря через плюсовими температурами – 240-288 днів. Середня тривалість безморозного періоду становить 156-170 днів. Період вегетації сорго обмежується переходами середньої добової температури повітря через плюс 10°С, а період найбільшої активності вегетації – переходами температури через плюс 15°С.

На території кількість днів з температурою понад плюс 10°С досягає 156-186, а з температурою вище плюс 15°С – 90-130 днів.

Для загальної характеристики теплозабезпеченості культури найпоширенішим показником є сума активних температур (температура вище

Середні багаторічні суми активних температур на території становлять 2310-восени починаються раніше на 10-20 днів, але на розподіл по території мінімальних температур дуже впливає мікрорельєф: на низинних ділянках заморозки навесні можуть закінчуватись пізніше, а восени починатись раніше,

ніж на підвищених елементах рельєфу. Середня кількість опадів на території протягом року коливається від 550 до 650 мм, в холодні і теплі місяці випадає різна їх кількість.

В холодні періоди року з грудня по березень випадає лише 20-25% річної суми опадів, що становить близько 150-170 мм. У січні випадає в середньому 25-35 мм, найменша кількість опадів спостерігається в лютому та березні: на 2-5 мм менше, ніж у січні. Протягом холодного періоду року місячна кількість опадів змінюється мало.

У теплий період року з квітня по листопад випадає від 400 до 500 мм опадів. Максимальна кількість опадів майже на всій території припадає на червень, у липні кількість їх становить від 60 до 80 мм. З усієї суми опадів

вегетаційного періоду з квітня по жовтень – від 30 до 35, у другу (серпень-жовтень) – 20-25 днів. Кількість днів з опадами більше або дорівнює 5 мм і за

о Важливе значення має безперервна тривалість дощових періодів з кількістю опадів більше або дорівнює 0,1 мм за добу, у теплий період року -

від 18 до 20 таких періодів, тобто по 2 – 3 періоди кожного місяця. Від 85 до 100 днів за рік випадають опади з кількістю 1 мм за добу, що найефективніше для розвитку сорго. За вегетаційний період (квітень-жовтень) кількість днів з

такими опадами становить: у першу половину Середня їх тривалість становить 4-5 днів, найчастіше вони тривають 3-4 дні [1, 2].

н Упродовж 2023 року кількість опадів була нестійкою. Нестача вологи протягом вегетаційного періоду культур призвела до того, що деякі із внесених

добрих не мали можливості у повній мірі розкластися у ґрунті до сполук, які були б доступні рослинам. Тому за рахунок зменшення кількості опадів

зменшились і врожаї. Проте в цілому ґрунтово-кліматичні умови місяця проведення дослідів, хоча й відрізнялись від середньо багаторічної норми, є

типові для Полісся України. Це дозволило дати найбільш повну оцінку впливу досліджуваних факторів.

### 2.3 Програма та методика досліджень

п *Мета досліджень* – встановити оптимальні та економічно обґрунтовані норми внесення мінеральних добрив під сорго зернове для отримання

втабільних високоякісних урожаїв зерна на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України.

д Схема дослідів передбачала такі фактори досліджень:

н Фактор А. Гібриди сорго зернового від компанії Lidea (Додаток А):

о 1. Албанус

2. Аркан

1 3. ЕС Фосен

3 Фактор Б. Норми внесення добрив:

-

1

# НУБІП УКРАЇНИ

P<sub>25</sub>K<sub>15</sub>

P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>

P<sub>75</sub>K<sub>45</sub>

P<sub>100</sub>K<sub>60</sub>

Згідно зі схемою досліду застосовували такі форми мінеральних добрив:

аміачну селітру, суперфосфат гранульований і калій хлористий їх вносили під зяблеву оранку, а також згідно схеми тимчасового досліду азотні добрива застосовували навесні під культивування та у підживлення, яке проводили у фазу кушіння сорго.

Основний обробіток ґрунту складався із післязбирального лушення стерні та зяблевої оранки на 18-20 см. Передпосівний обробіток включав використання комбінованого ґрунтообробного комплексу «Європак» на глибину 5-7 см. Після сівби застосовували коткування. У технології вирощування застосовували два міжрядних розпушування: перший при появі повних сходів, наступний – на початку кущення сорго.

Норма висіву для обох варіантів способу сівби була однотиповою – 180-190 тис. схожих насінин/га. Сіяли з міжряддям 45 см сівалкою УПС-12.

Попередник у досліді пшениця озима. Сівбу сорго проводили при температурі 10-12 °С на глибині заробки насіння. До сходів культури на дослідних ділянках застосовували гербіцид Прімекстра Голд 720 SC к.с. у дозі 3,5 д/га., який забезпечує високу ефективність в боротьбі проти основних однорічних злакових і дводольних бур'янів.

Повторність в досліді чотириразова. Розміщення варіантів систематичне, послідовне. Ширина ділянки 2,8 м, довжина 7 м. Площа облікової ділянки становила 10 м<sup>2</sup>. Упродовж вегетаційного періоду в основні фази розвитку сортів і гібридів сорго проводили біометричні виміри: висоти рослин, площі листової поверхні, урожайності зеленої маси.

Фенологічні спостереження проводили на постійно виділених площадках у двох несуміжних повтореннях. За початок фази приймали час її настання у 10 %, а за певну фазу – у 75 % рослин. обов'язково відмічали дату

сівби та проходження основних фаз розвитку. Густану посівів визначали два рази за вегетацію на одних і тих самих фіксованих ділянках, які виділили після появи сходів. Перший підрахунок проводили у фазу повних сходів, другий – перед збиранням урожаю.

За даними першого обліку визначали польову схожість насіння і формували густану згідно схеми дослиду, а другого – збереженість рослин за вегетаційний період. Висоту рослин, площу асиміляційної поверхні листків визначали в основні фази росту та розвитку рослин сорго шляхом проміру 100 закріплених, типових для даного варіанту рослин, у двох несуміжних повтореннях.

Висоту рослин визначали шляхом замірів 25 типових рослин відмічених мітками, у двох несуміжних повтореннях. Висоту рослин вимірювали до фази цвітіння – від поверхні ґрунту до верху самого довгого (витягнутого) листка, після фази викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхньої кінцівки волоті.

Площу листків встановлювали методом вимірювання лінійних розмірів за параметрами листа з послідуочим розрахунком за формулою:  $S = k * l * n$   
де,  $S$  - площа листка,  $cm^2$ ;

$k$  - середній поправочний коефіцієнт, рівний 0,75;

$l$  - довжина листка,  $cm$ ;

$n$  - ширина листка у найширшому місці,  $cm$ .

Враховували площу тільки у фізіологічно повноцінних листків.

Кількість відібраних рослин – 10 в дворазовому повторенні.

Елементи структурно-морфологічних показників урожайності досліджувалися по 10 типових рослинах, відібраних із кожної ділянки. Визначалися довжина і маса волоті, маса зерна у волоті, відношення маси зерна до маси волоті, маса 1000 зерен.

Збирання та облік урожаю проводили в фазу повної стиглості зерна методом суцільного обмелоту всієї площі облікової ділянки. Збирання проводили прямим комбайнуванням за допомогою селекційного комбайну John Deere. Разом із зважуванням урожаю зерна з кожної ділянки відбирали



середні проби для визначення збиральної вологості. Перерахунок величини урожаю на базисну вологість (14%) робили за формулою:

$$Уб = Уф (100 - Вб / 100 - Вф)$$

де, Уб - урожай зерна при базисній вологості, ц/га;

Уф - урожай зерна при фактичній вологості, ц/га;

Вф - вологість зерна під час збирання урожаю, %;

Вб - базисна вологість зерна, %.

Результати вимірів, визначень та обліку врожайності піддавали

дисперсійному аналізу та статистичній обробці за допомогою комп'ютерної

техніки, використовуючи методичні рекомендації по проведенню польових дослідів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3

# ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ГІБРИДУ ТА НОРМИ ДОБРИВ

### 3.1 Особливості росту і розвитку рослин сорго зернового

Різні сорти та види сорго відрізняються між собою за темпами росту і розвитку. Впродовж вегетаційного періоду рослини підпадають під вплив позитивних та негативних погодних умов, і різні види та сорти сорго у різні фази розвитку по різному реагують на ці чинники [5].

За результатами наших досліджень ми встановили, що особливості росту і розвитку культури залежать від метеорологічних умов року та технології вирощування культури. Проходження всіх етапів органогенезу за найбільш оптимальних умов сприяє найбільшій продуктивності культури [6].

Веgetаційний період сорго зернового в умовах Сумської області в 2023 році більш тривалим був у середньораннього гібрида ЕС Фоен, варіював в межах 117-125 та 117-124 днів залежно від удобрення. Період вегетації у ранньостиглих гібридів сорго зернового Аркан та Албанус варіював в межах 107-115 та 106-117 днів. Так, період від сходів до повної стиглості зерна у Аркан становив 107-115 днів залежно від норми внесення мінеральних добрив.

Варіанти з більшими нормами внесення мінеральних добрив досягали пізніше у порівнянні із варіантами з низькими нормами. Так, гібриди сорго зернового за внесення  $N_{120}P_{100}K_{60}$  досягали на тиждень пізніше, ніж за вирощування на фоні внесення  $N_{30}P_{25}K_{15}$ . При цьому тривалість вегетації ранніх гібридів сорго Албанус та Аркан становили 115 та 117 днів, середньораннього ЕС Фоен – 124 доби. Варто відзначити, що найдовшому періоду вегетації, який був зафіксований у сорго гібриду Аркан, відповідала найбільша урожайність зеленої маси та сухої речовини, що свідчить про пряму залежність між цими двома показниками.

Найтривалішою фазою розвитку сорго для більшості варіантів досліджень була молочно-воскова стиглість зерна, тільки у сорго сортів

Аркан і ЕС Фоен найдовшою фазою був вихід у трубку (табл. 3.1).

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.1

Тривалість проходження фаз розвитку сорго залежно від гібриду та  
удобрення культури, діб (2023 р.)

Гібрид	Варіант удобрення	Сівба - сходи	кущіння	вихід у трубку	Діб від сходів викидання волоті	МОЛОЧНО- ВОСКОВА СТИГЛІСТЬ зерна	ПОВНА СТИГЛІСТЬ зерна
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						
Аркан	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						
ЕС Фоен	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						

Важливим показником росту культури є їхня висота, яка збільшується в рослини протягом всього періоду вегетації. Як показали наші дослідження, цей показник змінювався залежно від гібриду, удобрення, фази розвитку культури та метеорологічних умов року.

Найбільша висота рослин була зафіксована у фазу молочно-воскової стиглості культур і варіювала у таких межах: сорго Албанус 98-110 см, сорго зернове Аркан – 111-116 см, сорго зернове ЕС Фоен – 111-120 см. Динаміка висоти усіх гібридів сорго від початкових етапів розвитку до настання

молочно-воскової стиглості зерна характеризувалась стрімким зростанням і спадом у фазу повної стиглості зерна (табл. 3.2)

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.2

Висота рослин сорго залежно від гібриду та удобрення культури за фазами розвитку, см (2023 р.)

Гібрид	Варіант удобрення	Фаза розвитку					
		сходи	кущіння	вихід у трубку	вкидання волоті	молочно-воскова стиглість зерна	повна стиглість зерна
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						
Аркан	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						
ЕС Фоен	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						

Удобрення культури позитивно впливало на ріст всіх гібридів сорго. Так, у фазу повної стиглості зерна висота гібриду Албанус на варіанті з найбільшим удобренням (N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub>) становила 107,46 см, що на 10,25 см більше, у порівнянні із варіантом внесення добрив в нормі N<sub>30</sub>P<sub>25</sub>K<sub>15</sub>. Схожа тенденція була відмічена і в інших гібридів сорго зернового.

## 3.2 Динаміка формування листкової поверхні і продуктивності фотосинтезу сорго зернового

НУВІП УКРАЇНИ

Як відомо, урожайність насіння культури залежить від фотосинтетичної активності рослин, яка корелює з такими факторами як погодно-кліматичні умови та технології вирощування культури. Якщо в першому випадку фактори неконтрольовані людиною, то в іншому – безпосередньо залежать від її діяльності. Одним із таких контрольованих чинників є вміст поживних речовин у ґрунті, який, своєю чергою, залежить від рівня мінерального живлення культури. Тому встановлення оптимального удобрення соргових культур з метою підвищення фотосинтетичної діяльності листкового апарату є важливим питанням, яке варто досліджувати.

НУВІП УКРАЇНИ

Результати наших досліджень демонструють змінність та залежність площі листкового апарату від погодних умов року, гібридів сорго, удобрення та фаз розвитку культури. Так, площа листкової поверхні сорго залежно від варіантів удобрення варіювала в межах 4,05-5,57 тис. м<sup>2</sup>/га – у фазу кушіння, викидання волоті, 24,46-47,67 тис. м<sup>2</sup>/га – у молочно-воскову стиглість зерна та 17,22-30,67 тис. м<sup>2</sup>/га – під час повної стиглості зерна.

НУВІП УКРАЇНИ

Найвищий показник площі листкового апарату по всіх варіантах удобрення був зафіксований у фазу викидання волоті у середньораннього гібриду Аркан з удобренням N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub> і становив 50,27 тис. м<sup>2</sup>/га (табл. 3.3). У гібриду Албанус максимальна площа листкового апарату зафіксована у фазу викидання волоті з удобренням N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub> – 48,53 тис. м<sup>2</sup>/га, у гібриду ЕС Фен – 49,74 тис. м<sup>2</sup>/га.

НУВІП УКРАЇНИ

Характерною рисою наростання площі листкової поверхні досліджуваних гібридів сорго було її інтенсивне збільшення від початкових етапів онтогенезу до фази викидання волоті та зниження – від викидання волоті до настання повної стиглості зерна. Це явище пов'язано зі спадом фотосинтетичної активності асимілюючого апарату листків і розподілом поживних речовин між репродуктивними органами та коренями. Так, у фазу повної стиглості зерна площа листя ранньостиглого гібриду сорго зернового Албанус варіювала в межах 17,22-25,28 тис. м<sup>2</sup>/га, зростаючи залежно від

збільшення норми внесення мінеральних добрив. У середньоранніх гібридів Аркан та ЕС-Фоен – 21,03-30,67 та 21,65-29,08/тис. м<sup>2</sup>/га відповідно.

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.3

Динаміка формування листкового апарату рослинами сорго залежно від гібриду, удобрення та фази розвитку культури, тис. м<sup>2</sup>/га (2023 р.)

Гібрид	Варіант удобрення	Фаза розвитку				
		кущіння	вихід у трубку	викидання волоті	молочно-воскова стиглість	повна стиглість
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>					
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>					
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>					
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>					
Аркан	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>					
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>					
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>					
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>					
ЕС-Фоен	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>					
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>					
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>					
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>					

Площа асиміляційного апарату є важливим показником фотосинтетичної активності рослин, та для більш повної оцінки продуктивність фотосинтезу слід використовувати показник фотосинтетичного потенціалу (ФП). Даний параметр показує метричні виміри та кількість днів активної роботи асиміляційної поверхні листка.

Нами встановлено, що динаміка формування фотосинтетичного потенціалу всіх досліджуваних соргових культур була аналогічна наростанню площі листкової поверхні. Слід відмітити, що ФП прямо пропорційно

# НУБІП УКРАЇНИ

корелював з урожайністю насіння культур. Найвищий ФП був у сорго зернового гібриду ЕС Фоен у міжфазний період викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна і коливався залежно від удобрення в межах від 2,43-2,90 млн. м<sup>2</sup>/га на добу (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Фотосинтетичний потенціал посів сорго залежно від гібриду, удобрення та фази розвитку культури, млн.м<sup>2</sup>/га на добу (2023 р.)

Гібрид	Варіант удобрення	Кущіння - вихід у трубку	Вихід у трубку - викидання волоті	Викидання волоті - молочно-воскова стиглість зерна	Молочно-воскова стиглість – повна стиглість зерна
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>				
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>				
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>				
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>				
ЕС Муссон	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>				
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>				
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>				
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>				
ЕС Фоен	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>				
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>				
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>				
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>				

Найменші показники фотосинтетичного потенціалу були у ранньостиглого гібриду сорго зернового Албанус, за винятком міжфазного період викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна. Так, ФП гібриду Албанус за удобрення N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub> становив 1,22 млн. м<sup>2</sup>/га на добу у міжфазний період викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна.

### 3.3 Динаміка накопичення зеленої маси та сухої речовини

рослинами сорго зернового

Формування врожаю надземної маси сорго обумовлюється

інтенсивністю фізіологічних процесів та умовами життєдіяльності рослин.

Органічні речовини, що синтезуються у листках під час процесу фотосинтезу,

визначають формування вегетативних і репродуктивних органів рослини. Тому

у період вегетації необхідно створити рослинам сприятливі умови, щоб

сформувати максимальну масу та, відповідно, повноцінний урожай.

Приріст сирої біомаси протягом вегетаційного періоду рослин сорго

визначається як сортовими особливостями, так умовами мінерального

живлення та особливостями погодних умов/років досліджень. Нами були

проведені дослідження, спрямовані на вивчення динаміки накопичення

зеленої маси листків, волоті, стебла у період викидання волоті, молочно-

воскової стиглості та повної стиглості рослинами сорго.

Максимальну кількість накопичення зеленої маси листків було відмічено

у сорго зернового гібриду ЕС Фоен у всіх варіантах удобрення. Подальше

підвищення норми удобрення призвело до підвищення накопичення зеленої

маси з показниками.

Слід відмітити, що найвищі показники зеленої маси листків у всіх

досліджуваних гібридів рослин було сформовано посівами у фазу викидання

волоті і за норми внесення добрив  $N_{120}P_{100}K_{60}$ . Так, на даному варіанті досліду

найвищі показники зеленої маси листків спостерігались у гібриду ЕС Фоен

у ранньостиглого гібрида Албанус – 5,67 т/га. Проаналізувавши динаміку

показників зеленої маси волоті, варто відмітити, що вони були значно нижчими

до показників, отриманих за визначення маси листків.

Максимальну зелену масу волоті було відмічено у фазу повної стиглості

з нормою внесення добрив  $N_{120}P_{100}K_{60}$  у сорго зернового гібриду ЕС Фоен –

теж норма внесення  $N_{120}P_{100}K_{60}$  (табл. 3.5).



Таблиця 3.5

Динаміка накопичення зеленої маси різними частинами рослин сорго за фазами розвитку, т/га (2023 р.)

Гібрид	Варіант удобрення	Фаза росту										
		викидання волоті			молочно-воскова стиглість			повна стиглість				
		листя	волоть	стебло	листя	волоть	стебло	листя	волоть	стебло		
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>											
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>											
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>											
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>											
Аркан	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>											
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>											
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>											
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>											
ЕС-Фоен	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>											
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>											
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>											
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>											

Передумовою формування врожайності сільськогосподарських культур є накопичення загальної біомаси як окремою рослиною так і посівом у цілому.

У межах одного гібрида, за однакових умов вирощування більшої біомасі, як правило, відповідає вища урожайність. Тому пізнання характеру наростання біомаси окремою рослиною і агроценозом в цілому є важливою умовою контролю за формуванням врожаю. Органічна речовина, що первинно створюється в процесі фотосинтезу, складає 90–95 % сухої речовини врожаю.

Засвоєння елементів мінерального живлення, які складають 5–10 % сухої маси врожаю, можливе тільки під час фотосинтезу. Накопичення сухої речовини для кожного сорту варіювало залежно від варіанту удобрення і фази росту та розвитку.

Рівень накопичення посівами сухої речовини за вегетаційний період характеризує їх продуктивність. Відомо, що у період формування насіння та його дозрівання, важливе значення має трансформація асимілянтів і темпи накопичення сухої речовини. На цей період дві системи (продукуюча та запасуюча) досить тісно пов'язані, тому що відбувається формування врожаю.

Динаміка накопичення сухих речовин посівами досліджуваних сортів сорго та порізу показала, що найбільша кількість сформованої сухої речовини припадала на стебло. Дещо меншу кількість сухої речовини було сформовано за рахунок листової маси рослин. Тоді як на масу волоті було відведено

найменшу кількість останньої.

Найбільший вихід сухої речовини листків, як і стебел було відмічено у кількості сухої речовини було сформовану у всі досліджувані фази росту та розвитку рослинами сорго середньораннього гібриду Аркан. У фазу повної стиглості було отримано найвищі показники – 7,34-8,75 т/га волоті, 3,2-5,14 т/га стебла та 4,78-5,63 т/га листків у гібриду Албанус.

Зі збільшенням норм удобрення до  $N_{120}P_{100}K_{60}$  спостерігалось збільшення накопичення сухої речовини листками і волотями (табл. 3.6).

Максимальні показники сухої речовини волоті сорго за внесення добрив в нормі  $N_{120}P_{100}K_{60}$  досягали 7,65 т/га у фазу повної стиглості у гібриду Албанус.

По мірі росту та розвитку рослин сорго спостерігається збільшення інтенсивності накопичення сухих речовин рослиною. Застосування мінеральних добрив також має позитивний вплив на накопичення сухої речовини посівами. Так, у фазу кушіння застосування добрив дозволило отримати прирости залежно від сортових особливостей культури, що змінювались залежно від кількості добрив від 0,01 до 0,3 т/га сухої речовини. У фазу

викидання волоті суха маса стебла за внесення зростаючих норм добрив збільшувалася від 1,63 до 2,31 т/га у гібриду Албанус, від 1,72 до 2,55 т/га у гібриду Аркан та від 1,77 до 2,71 т/га у гібриду ЕС Фоен.

Таблиця 3.6

Динаміка накопичення сухої речовини в різних частинах рослин надземної маси сорго за фазами розвитку, т/га (2023 р.)

Гібрид	Варіант удобрення	Фаза росту										
		викидання волоті			молочно-воскова стиглість			повна стиглість				
		листя	волоть	стебло	листя	волоть	стебло	листя	волоть	стебло		
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>											
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>											
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>											
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>											
Аркан	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>											
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>											
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>											
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>											
ЕС Фоен	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>											
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>											
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>											
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>											

Динаміка накопичення сухої речовини в надземній масі сорго зернового за фазами росту дозволяє відмітити тенденцію до збільшення приростів, що пояснюється інтенсивністю росту рослин. Разом з тим найбільші прирости сухої речовини було отримано у період викидання волоті – молочно-воскова стиглість. Суха речовина в надземній масі зростала від 4,76 т/га (варіант з внесенням N<sub>30</sub>P<sub>25</sub>K<sub>15</sub>) до 6,33 т/га (N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub>) у гібриду Албанус в фазу викидання волоті та від 14,9 до 16,3 т/га у фазу молочно-воскової стиглості (табл. 3.7).

У фазу повної стиглості рослини всіх досліджуваних гібридів сорго формували найбільшу кількість сухої речовини, яка під впливом застосування добрив суттєво збільшувалась. Так, найвищі показники було отримано за

вирощування сорго цукрового сорту Аркан і вони варіювали від 15,6 було отримано у гібридів ранньостиглого Албанус та середньораннього ЕС Фосн, з показниками, що варіювали від 14,9 до 16,3 т/га та від 16,1 до 18,4 т/га відповідно.

Таблиця 3.7  
Динаміка накопичення сухої речовини в надземній масі сорго за фазами росту, т/га (2023 р.)

Гібрид	Варіант удобрення	Фенологічна фаза росту					
		КУЩІННЯ	ВИХІД У ТРУБКУ	ВИКИДАННЯ ВОЛОТІ	МОЛОЧНО- ВОСКОВА	СТИГІСТЬ	ПОВНА СТИГІСТЬ
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						
Аркан	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						
ЕС Фосн	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						

Вивчення динаміки накопичення сухої речовини рослинами сорго зернового залежно від фаз росту та розвитку і норм удобрення показало, що внесення мінеральних добрив позитивно впливає на накопичення сухої речовини. При цьому найбільші прирости останньої було отримано після 60 днів від сходів, що відповідало фазі викидання волоті сорго, що пов'язано з активним ростом та розвитком в цей період рослин. Найбільша кількість накопичення сухої речовини і, як і наростання зеленої маси спостерігались за вирощування сорго зернового раннього гібриду Аркан та середньораннього

гібриду ЕС Фоен.

Найвищий рівень урожайності сухої речовини в надземній масі встановлено у гібридів сорго зернового Аркан та ЕС Фоен. У фазу викидання

волоті, молочно-воскової та повної стиглості показники урожайності надземної маси рослин цього сорту значно переважали показники у двох інших

досліджуваних сортів. Проаналізувавши показники накопичення сухої речовини посівами зернового сорго під впливом застосування добрив, нами

було встановлено, що найбільшу її кількість рослини накопичували на

варіантах із застосуванням  $N_{120}P_{100}K_{60}$ . Така закономірність прослідковувалась

за вирощування всіх досліджуваних гібридів зернового сорго. Під час вегетації вміст сухої речовини у листках, стеблах та у рослині

вцілому змінюється по-різному. Вихід сухої речовини у волоті та насіння

зростає від цвітіння до повної стиглості, в той час як в листках та стеблах він знижується від початку молочно-воскової до повної стиглості. Вміст сухої речовини підвищується у всіх органах рослини до повної стиглості.

### **Урожайність насіння сорго залежно від гібриду та норм добрив**

На момент збирання зернового сорго його стебла та листя залишаються зеленими, і навіть висення дефоліантів підсушує тільки стеблостій рослини і

не впливає на швидкість досушування зерна. Тому при підготовці до збирання сорго орієнтуємось на вологість волоті – оптимальний її показник складає 15–

18 %. Для максимально ефективного обмолоту – збір врожаю проводять

прямим комбайнуванням зі скошуванням волоті сорго на висоті, яка мінімізує зрізання стеблової та листкової біомаси. результати врожайності гібридів

сорго Lidea в 2023 році в умовах Сумської області доводять, що врахування всіх факторів при вирощуванні та збиранні дозволяють отримувати стабільну

врожайність в різних умовах вирощування:

За результатами наших досліджень варто відмітити внесок позитивну реакцію гібридів сорго на підвищені дози добрив. Максимальна урожайність

зерна отримана у ранньостиглого гібриду Аркан і становила 8,50 т/га за

внесення добрив в нормі N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub> і 8,24 т/га за внесення N<sub>90</sub>P<sub>75</sub>K<sub>45</sub>.

Урожайність решти досліджуваних гібридів теж була вищою на даному Албанус та 8,35 т/га у середньораннього гібриду ЕС Фоен (табл. 3.8).

Таблиця 3.8  
Продуктивність гібридів сорго залежно від гібриду та удобрення, 2023 р.

Гібрид	Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Маса 1000 насінин, г	Вміст крохмалю в насінні, %
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>			
	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>			
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>			
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>			
Аркан	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>			
	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>			
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>			
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>			
ЕС Фоен	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>			
	P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>			
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>			
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>			

Маса 1000 насінин є важливою складовою частиною продуктивного потенціалу сільгоспкультур. Суттєво вплинула на масу 1000 насінин норма удобрення, а саме збільшення норми добрив збільшувало масу 1000 насінин.

Вважаємо, що це пов'язано з різною реакцією підібраних сортів на умови вегетаційного періоду, які склалися протягом 2023 року проведення досліджень (табл. 3.8).

Як показують дані таблиці, цей показник у гібридів зернового сорго

варіював від 28,40 до 30,07 г залежно від генетичних особливостей гібриду та норми несення мінеральних добрив. Із таблиці видно, що найвища середня маса 1000 насіння була у середньораннього гібриду зернового сорго ЕС Фосн на варіанті удобрення  $N_{120}P_{100}K_{60}$  (30,79 г), найменша – у раннього гібриду сорго Албанус на варіанті  $N_{30}P_{25}K_{15}$  (28,40 г).

### **Уміст крохмалю в зерні сорго залежно від гібриду та удобрення**

Зважаючи на сучасні економічні реалії, коли будь-яка партія рослинницької продукції повинна розцінюватися і з позицій відповідності критеріям якості на зовнішньому аграрному ринку, а також з тієї причини, що товарне зерно сорго, як правило, є сировиною для подальшої первинної або глибокої технологічної переробки, підсумковим показником, за яким необхідно оцінювати ефективність і доцільність того чи іншого агроприйому є якісні параметри зерна [28, 41].

Водночас, через те, що більшість сучасних гібридів культури, як правило, характеризуються достатньо високими показниками якості зерна, більшість дослідників на перший план при всебічній агробіологічній оцінці сортового та гібридного складу виводять комплекс господарсько-цінних ознак культури, а саме стійкість до обсіпання насіння та вилягання, рівень толерантності по відношенню до несприятливих абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища [19, 29, 31].

Найважливіші з поліцукрів – це крохмаль, глікоген (тваринний крохмаль), целюлоза (клітковина). Всі ці три вищі поліцукри складаються із залишків молекул глюкози, по-різному з'єднаних один з одним. Склад їхніх виражається загальною формулою  $(C_6H_{12}O_6)_n$ . Крохмаль – це перший видимий продукт фотосинтезу. При фотосинтезі крохмаль утворюється в рослинах і відкладають у насінні. Зерна сорго, пшениці, жита та інших злаків містять 60-80% крохмалю. Крохмальні зерна рослини різняться по зовнішнім виглядом, що добре видно, якщо їх роздивляється під мікроскопом. Ферментативний гідроліз (розкладання шляхом бродіння) крохмалю має промислове значення у

виробництві етилового спирту з зерна. Процес починається з перетворенням крохмалю в глюкозу, що потім зброджують. Використовуючи спеціальні культури дріжджів і змінюючи умови, можна направити бродіння і відійти воік отримання бутилового спирту, ацетону, молочної, лимонної і глюконової кислот. Зерно сорго характеризується високою якістю крохмалю (69-83 %).

Його вміст в деяких гібридах сорго перевищує вміст крохмалю в зерні кукурудзи.

Аналіз показників якості зерна встановив, що вміст крохмалю в зерні сорго значною мірою залежав від генетичних особливостей гібриду та норми внесення мінеральних добрив (табл. 3.9)

Таблиця 3.9  
Уміст крохмалю в насінні сорго та його вихід залежно від гібриду та

Гібрид	Варіант удобрєння	Вміст крохмалю в насінні,	Приріст вмісту крохмалю, % від контролю	Вихід крохмалю з насіння, т/га	Приріст виходу крохмалю, % від контролю	Приріст виходу крохмалю, кг
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>		р		-	-
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>		е			
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>		н			
Аркан	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>		н			
	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>		я			
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>		2			
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>		0			
ЕС Фосен	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>		0		-	-
	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>		2			
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>		3			
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>					

Вищим умістом крохмалю в насінні характеризувався ранній гібрид сорго зернового Аркан – 71,1-76,5 % залежно від норми внесення добрив.

Виходячи з отриманих результатів досліджень уміст крохмалю в зерні сорго зернового знижується на 5,3-9,1 % з підвищенням врожайності культури



на фоні внесення підвищених норм мінеральних добрив. Як свідчать результати досліджень, внесення підвищених норм внесення добрив гібридів сорго.

# НУБІП УКРАЇНИ

Вихід крохмалю, залежно від урожайності гібридів сорго зернового, варіював в межах від 4,47 т/га до 6,04 т/га. Найбільший вихід було зафіксовано у гібриду Аркан за внесення норми добрив  $N_{120}P_{100}K_{60}$  (6,04 т/га) за рахунок вищої врожайності культури. Приріст виходу крохмалю на 1 кг внесених добрив також знижувався у всіх варіантів за збільшення дози добрив.

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 4

# ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ

В агрономічних дослідженнях важливе значення має встановлення економічної ефективності виробництва рослинницької продукції і виробництво сорго в цьому аспекті не є виключенням. Більшість фахівців схиляються до думки, що при цьому слід брати до уваги декілька груп факторів. До першої групи належать фактори, які формуються на рівні держави й органів самоврядування, і, відповідно, не залежать від внутрішньогосподарських умов товаровиробників. Основними елементами цієї групи є: цінова, кредитна та податкова системи, підтримка галузі на державному й регіональному рівнях, регулювання відносин між різними економічними структурами, розвиток науки тощо [24].

До другої групи відносяться фактори, які залежать безпосередньо від товаровиробників, та мають дуже важливе значення з точки зору оптимізації агровиробничих систем – формування найоптимальнішої рослинницької структури господарства, розробка й впровадження інноваційних систем ведення сільського господарства, впровадження у виробництво наукових розробок і сучасних засобів господарювання, використання нової сільськогосподарської техніки, підбір конкурентоздатних культур, високоврожайних, адаптованих до екологічних і господарських умов вирощування сортів і гібридів, застосування диференційованого обробку ґрунту, встановлення оптимальних норм висіву та густоти стояння рослин, підвищення окупності від внесення мінеральних добрив, удосконалення прийомів інтегрованого захисту рослин тощо.

Зерно сорго має високу рентабельність виробництва. Найважливіше для рентабельності – це на 30-40 % нижчі витрати, ніж на кукурудзу (прямі витрати: добрива, насіння та гербіциди). При дотриманні рекомендованих технологій вирощування та проведенні агротехнічних заходів досягається урожайність від 7 т/га і вище. Враховуючи витрати на 1 га близько 24-26 тис.

грн, середню ціну реалізації 6,6 тис. грн/т, рентабельність культури становить близько 80-100 % (табл. 4.1). Такий рівень ефективності дає змогу повернути витрачені на вирощування культури кошти та додатково отримати 0,8-1,0 грн на кожну гривню, вкладену у її виробництво. Відтак, враховуючи стабільний попит на цю культуру у світі та Україні, економічні результати її вирощування в перспективі не будуть нижчими за показники попередніх років.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сорго зернового залежно від гібриду та удобрення

Гібрид	Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Вартість всієї продукції, грн*	Виробничі витрати, грн/га.	Собівартість 1 зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га.	Рівень рентабельності,
Албанус	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						
Муссон	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						
ЕС	P <sub>25</sub> K <sub>15</sub>						
	P <sub>50</sub> K <sub>30</sub>						
Фоен	P <sub>75</sub> K <sub>45</sub>						
	P <sub>100</sub> K <sub>60</sub>						

\*Примітка: ціна зерна сорго у 2023 році – 6600 грн/т.

Проведений аналіз економічної ефективності вирощування гібридів сорго свідчить про істотний вплив гібридного складу на вартість валової продукції, зумовлений збільшенням вартості валової продукції за рахунок зростання рівня врожайності товарного зерна сорго.

## ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі висвітлено теоретичне та практичне обґрунтування норм внесення мінеральних добрив під сорго зернове для отримання стабільних високоякісних урожаїв зерна на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України.

1. Удобрення сорго зернового позитивно впливає на висоту рослини та збільшує тривалість вегетації культури. Вегетаційний період сорго зернового на варіанті удобрення  $N_{120}P_{100}K_{60}$  триває 106-117 діб у раннього гібриду Албанус, 107-115 та 117-124 діб у гібридів Аркан та ЕС

Фоен відповідно. Триваліша вегетація сорго сприяє збільшенню урожайності зеленої маси культури.

2. Динаміка висоти сорго характеризується стрімким зростанням від сходів до настання молочно-воскової стиглості зерна, і спадом у фазу повної стиглості зерна. Найбільша висота рослин була зафіксована у фазу молочно-воскової стиглості культур і досягає у сорго Албанус 98-110 см, сорго зернове Аркан – 111-116 см, сорго зернове ЕС Фоен – 111-120 см.

3. Найвищий показник площі листкового апарату по всіх варіантах удобрення був зафіксований у фазу викидання волоті у середньораннього гібриду Аркан з удобренням  $N_{120}P_{100}K_{60}$  і становив 50,27 тис. м<sup>2</sup>/га.

4. Найоптимальнішим етапом онтогенезу для фотосинтетичної діяльності рослин сорго є міжфазний період викидання волоті – молочно-воскова стиглість. Найвищий ФП був у сорго зернового гібриду ЕС Фоен у міжфазний період викидання волоті – молочно-воскова стиглість зерна і коливався залежно від удобрення в межах від 2,43-2,90 млн. м<sup>2</sup>/га на добу.

5. Максимальна продуктивність сорго зернового напрямку забезпечується на варіанті удобрення  $N_{120}P_{100}K_{60}$  і досягає 7,4 т/га у раннього гібриду Аркан, 8,5 т/га у раннього гібриду ЕС Фоен та 8,35 т/га у середньораннього гібриду Албанус.

6. Найвища середня маса 1000 насінин була у зернового сорго ЕС Фоен на варіанті удобрення  $N_{120}P_{100}K_{60}$  (30,79 г), найменша – у раннього гібриду Аркан на варіанті  $N_{30}P_{25}K_{15}$  (28,40 г).

7. Вищим умістом крохмалю в зерні характеризувався ранній гібрид сорго зернового Аркан. Вихід крохмалю, залежно від гібриду та норми внесення мінеральних добрив, варіював в межах від 4,47 до 6,04 т/га. Найбільший вихід крохмалю – 6,04 т/га було зафіксовано у гібриду Аркан за внесення норми добрив  $N_{120}P_{100}K_{60}$  за рахунок найвищої в досліді врожайності.

8. Вирощування сорго зернового є економічно вигідним, витрати на гербіциди). Умовно чистий прибуток вирощування гібридів сорго зернового досягає 27-28 грн/га, рентабельність – 103-112 %.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**  
Для отримання урожайності зерна сорго зернового на дерново-підзолистих ґрунтах Сумської області вище 8,0 т/га з виходом крохмалю на

рівні 5,0-6,0 т/га рекомендовано висівати ранній гібрид Аркан та середньоранній гібрид ЕС Фосен з внесенням добрив N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>60</sub>.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безручко О. Сорго набуває популярності. *Agroexpert*. 2012. № 5. С.36-38.
2. Бойко М. О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. *Sciences of Europe: Global science*
3. Бойко М. О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2017. Вип. 97. С. 18–22.
4. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія»*. К.: ВЦНУБіП України, 2016. Вип. 235. С.33-39.
5. Вожегова Р. А., Заєць С. О, Василенко Р. М. (та ін.). Ресурсозберігаючі технології вирощування кормових культур в умовах півдня України. *Науково-практичні рекомендації*. Херсон: Грінь Д. С. 2015. 28 с.
6. Войтовська В. І., Любич В. В., Третьякова С. О., Приходько В. О. Технологічна якість крохмалю різних гібридів кукурудзи і сортів сорго зернового за його біохімічною складовою. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 76–80.
7. Войтовська В. І., Сторожик Л. І., Любич В. В., Яланський О. В. Технологічне оцінювання зерна різних сортів соризу (*Sorghum oryoidum*).
8. Гамандій В.Л., Дремлюк Г.К. Господарствам Півдня час розширювати посіви сорго. *The Ukrainian Farmer*. 2012. № 2. С.12-13.
9. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Козак Л. А. Формування продуктивності сорго під впливом строків сівби. *Ukrfinian Journal of*
10. Григоренко Н.О. Цукрове сорго дає високі й стабільні врожаї зерна та зеленої маси за складних кліматичних умов. *Зерно і хліб*. 2011. № 3. С. 48-

11. Дремлюк Г.К., Гамадій В.Л., Гамадій І.В. Основні елементи технології вирощування сорго. *Посібник українського хлібороба*. 2013. № 3. С.274-

12. Енергетична стратегія України на період до 2030 URL.

13. Каленська С.М., Гринюк І.П. Вплив доз мінеральних добрив та сортових особливостей на вихід цукру та біоетанолу із сорго цукрового в умовах Правобережного Лісостепу України. *Зб. наук. пр. ІБКЦБ*. 2012. Вип.15. С.

14. Калетнік Г.М., Пришляк В.М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України: навч. посіб. К.: Хай-Тек Прес, 2011. 310 с.

15. Каражбей Г. М., Тегун С. В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*Sorghum bicolor* L.) залежно від рівня мінерального живлення та густоти стояння. *Зб. наук. пр. Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2012. № 14. С. 67–70.

16. Коваленко А. Технологія для сорго. *Farmer: щомісячник*. Київ: ТОВ «АГП Медіа». 2014. 3(51). С. 72-74.

17. Курило В. Л. Продуктивність сорго цукрового (*Sorghum saccharatum* (L.) Pers.) залежно від сортових особливостей та різної густоти стояння рослин. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. № 3. – С 8- 12.

18. Курило В. Л., Ганженко О. М., Зиков П. Ю., Герасименко Л. А., Копак О. М. Методичні рекомендації з проведення передпосівного обробітку ґрунту і сівби насіння цукрового сорго. *Інститут біоенерг. культур і цукр. буряків*. Київ. 2012. 17 с.

19. Кух М. В., Яланський О. В. Перспективи вирощування сорго зернового в умовах південно-західної частини Лісостепу України. *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету*. 2011.

Вип. 19. С. 112–116.

20. Лапа О.М. Зернове сорго в умовах України. ТОВ «Сингента». 2019.48 с.



21. Леонова 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. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 72–77.

22. Любич В. В., Пясецький П. І., Моргун А. В. Формування показників біоенергетики сортів сорго за різних строків сівби і збирання. *Вісник Уманського НУС*. 2022. №2. С. 85–90.

23. Маслак О. Ринок сорго в Україні і світі. *Агробізнес сьогодні*. 2012. №11. С.

24. Медведовський, О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 205 с.

25. Моргун А. В., Пясецький П. І., Любич В. В. Продуктивність різних сортів і гібридів сорго цукрового за різних строків збирання. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. С. 163–173.

26. Овсієнко І. А. Формування зернової продуктивності сорго залежно від агротехнічних заходів. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 146–

27. Овсієнко І.А. Особливості формування урожайності зерна сорго залежно від строків сівби. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 2 . С. 21–

28. Правдива Л. А. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сорго зернового та вихід біопалива. *Вісник аграрної науки*.

29. Пришляк Н. В., Балдинюк В. М. Ефективність виробництва сільськогосподарської продукції як сировини для переробки на біопалива. *Агровіт*. 2019. № 21. С. 47–58. <https://doi.org/10.32702/2306->

30. Пясецький П. І., Моргун А. В., Леонова К. П., Любич В. В. Вихід біоетанолу з урожаю стебел різних гібридів сорго за різної норми висіву.

31. Пясецький П. І., Моргун А. В., Любич В. В. Агробіологічні параметри рослин різних гібридів сорго залежно від норми висіву. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 132–138.

32. Рожков А. О., Свиридова Л. А. Вплив норм висіву, способів сівби та погодних умов вегетації на врожайність зерна гібридів сорго зернового. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип 112. С. 193–204.

33. Роїк М. В., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М. Роль і місце фітоенергетики в паливноенергетичному комплексі України. *Цукрові буряки*. 2011. № 1. С. 6–7.

34. Роїк М. В., Правдива Л. А., Ганженко О. М. та ін. Методичні рекомендації з вирощування сорго зернового як сировини для харчової промисловості та виробництва біопалива. Київ «Компринт». 2020. 21 с.

35. Рудник–Іващенко О.І., Сторожик Л.І. Стан і перспективи соргових культур в Україні. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2011. Вип.10. С. 198-206.

36. Самойленко А., Самойленко В. Соргові культури в стабілізації виробництва кормів. *Пропозиція*. 2011. № 2. С. 39-40.

37. Свиридова Л. А., Рожков А. О. Оцінка розвитку посівів сорго зернового за фенологічними спостереженнями. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 4. С. 18–23.

38. Степанова І.М., Гетман Н.Я., Василенко Р.М. Фотосинтетична продуктивність сорго цукрового в південному регіоні на зрошуваних неполивних землях. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця. 2018. Вип.86. С.

39. Сторожик Л. І., Музика О. В. Формування структурних показників урожаю сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/novaagr> 2017\_5\_11. (дата звернення: 28.04.2023).

40. Сучек М. М., Дерев'янський В. П., Степанчук Т. В. Екологічна безпека за вирощування сорго зернового в умовах Поділля. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 80. С. 108-114.

41. Танчик С. П., Мокрієнко В. А., Скалій І. М. Новітні елементи в технологіях вирощування сорго. *Хімія. Агрономія*. Київ: ТОВ «Дельта-Агро». 2009. 19-

42. Троценко В.І., Глупак З.І. Продуктивність сортів та гібридів сорго цукрового в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. № 9 (28). С. 127-

43. Чалий А.А Збарський, В.К, Мацібора В.І., та ін. Економіка сільського господарства. Навчальний посібник. Каравелла, 2010. 280с.

44. Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти: рекомендації. Дніпропетровськ: Роял Принт. 2011. 63 с.

45. Черненко А.В., Остапенко М.А., Пергаєв О.А. Сорго – резерв кормової бази в посушливих умовах Присивашся. *Бюлетень інституту зернового господарства*. 2005. № 26-27. С.169-171.

46. Чернова А. В., Коваленко О. А. Вплив норм висіву насіння, біопрепаратів і мікродобрив на формування висоти рослин сортів і гібридів сорго цукрового в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 101. С. 54-62.

47. Чернова А. В., Коваленко О. А., Корхова М. М., Антипова Л. К. Спосіб підвищення виживаності рослин сорго цукрового на півдні України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 2 (102). С. 56-61.

48. Чубко О. Сорго – унікальна культура. *Агросектор*. 2007. № 5. С. 10-11.

49. Якою була середня врожайність сорго в Європі у 2020 році. *Агроном*.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТОК А

Досліджувані гібриди сорго зернового

НУБІП України

НУБІП України

НУБ

НИ



### АРКАН

РАЙНІВ, 90-100 ДНІВ

**ВИГОДИ**

- Стабільна врожайність за різних умов вирощування
- Стабільно високі показники РЗН
- Висока стійкість до вірусних хвороб, колієтних захворювань

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ**

Вирощування	Зерно
КОРІЗ ЗЕРНА	Полосатий
ФОРМА ЗЕРНА	Нерівносторонній
ЗІМ	Серед. Південні
ВІРСУСВИПАННЯ	

⚠️ Покладений для вирощування на ділянці Південні

**ГУСТІТА НА ПЕРІОД ПОСІВУ**

Зем. надостачний зволоження, тис.т/га	140-160
Зем. достатнього зволоження, тис.т/га	180-240
На рівні, тис. нас./га	200-250

**АГРОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Енергія проростання ріпсу	5
Виробничість	3
Стійкість до висівків	4
Стійкість до колієт	4
Стійкість до фузарію	3

НУБ

НИ

НУБ

НИ



### АЛБАНУС

РАЙНІВ, 90-100 ДНІВ

**ВИГОДИ**

- Стабільні при вирощуванні у стрічковій формі
- Висока енергія проростання ріпсу
- Стабільно високі показники РЗН
- Відносна стійкість до вірусних хвороб, колієтних захворювань

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ**

Вирощування	Зерно
КОРІЗ ЗЕРНА	Серед.
ФОРМА ЗЕРНА	Серед.
ЗІМ	Серед. Південні
ВІРСУСВИПАННЯ	Південні

⚠️ Покладений для вирощування на ділянці Південні

**ГУСТІТА НА ПЕРІОД ПОСІВУ**

Зем. надостачного зволоження, тис.т/га	110-130
Зем. достатнього зволоження, тис.т/га	220-240
На рівні, тис. нас./га	180-200

**АГРОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Енергія проростання ріпсу	5
Виробничість	3
Стійкість до висівків	3
Стійкість до колієт	3
Стійкість до фузарію	3

**УРОЖАЙНІСТЬ**

НУБ

НИ

НУБ

НИ



### ЕС ФОН

СЕРЕДЬКОРАЙНІВ, 100-115 ДНІВ

**ВИГОДИ**

- Чудова адаптація до стрічкової форми
- Висока енергія проростання ріпсу
- Висока стійкість до вірусних хвороб
- Стабільно високі показники РЗН

**ІДЕНТИФІКАЦІЯ**

Вирощування	Зерно
КОРІЗ ЗЕРНА	Полосатий
ФОРМА ЗЕРНА	Нерівносторонній
ЗІМ	Серед. Південні
ВІРСУСВИПАННЯ	

⚠️ Покладений для вирощування на ділянці Південні

**ГУСТІТА НА ПЕРІОД ПОСІВУ**

Зем. надостачного зволоження, тис.т/га	150-180
Зем. достатнього зволоження, тис.т/га	180-200
На рівні, тис. нас./га	200-250

**АГРОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Енергія проростання ріпсу	5
Виробничість	3
Стійкість до висівків	4
Стійкість до колієт	4
Стійкість до фузарію	3

**УРОЖАЙНІСТЬ**

НУБ

НИ

НУБ

ІНИ

УКРАЇНИ