

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА  
РОБОТА

05.01 – МКР. 494 «С» 2023.03.31.072 ПЗ

РУДЕНКО АНАСТАСІЇ АНАТОЛІЇВНИ  
2023р.

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.5:633.174

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного  
факультету

д.с.-г.н., професор \_\_\_\_\_ О.Л. Тонха

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри  
рослинництва

д.с.-г.н., професор  
С.М. Каленська

« \_\_\_\_\_ » 2023 р.

« \_\_\_\_\_ » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО»

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма

«Агрономія»

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д. с.-г. наук, професор

Каленська С.М.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к. с.-г. н., доцент

Гончар Л.М.

Виконала

Руденко А.А.

КНІВ - 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
рослиництва

д. с.-г. н., проф. \_\_\_\_\_ С.М. Каленська

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентці

Руденко Анастасії Анатоліївни

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

«Агрономія»

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Тема роботи «Перспективи вирощування сорго зернового» затверджена

наказом ректора НУБіП України від «31» березня 2023 р. № 494 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 10.10.2023 р.

Вихідні дані до магістерської роботи. Вегетаційні дослідження проводилися протягом 2023 р. у ФГ «Расавське», яке розташоване в селі

Ліщинка, Кагарлицького району Київської області та належить до зони

Лісостепу. Ґрунт дослідної ділянки – сірі лісові. У рік наших досліджень

погодні умови вельми різнилися між собою та багаторічними показниками.

Перелік питань, які потрібно розробити.

- встановити вплив обробки насіння на біометричні показники

рослин сорго зернового досліджуваних гібридів;

- визначити вміст хлорофілу в листках сорго залежно від досліджуваних варіантів;

- встановити тривалість фенологічних фаз сорго та вплив досліджуваних чинників на тривалість;

- визначити вплив передпосівної обробки насіння сорго на формування елементів структури врожаю;

- встановити економічну ефективність використання препаратів за вирощування сорго зернового.

Дата видачі завдання "5" жовтня 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Гончар Л. М.

Завдання прийняла до виконання \_\_\_\_\_ Руденко А. А.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**РЕФЕРАТ**

# НУБІП України

Робота виконана на 65 сторінках, містить 24 таблиці та 13 рисунків. Для написання магістерської роботи було використано 41 літературне джерело.

Перший розділ роботи розкриває значення та перспективи сорго і сфери

його використання. Проведено детальне вивчення результатів досліджень вітчизняних та закордонних науковців, з нитань удосконалення технології вирощування сорго зернового. У другому розділі розглянуті ґрунтово-

кліматичних умов регіону в якому проводилися дослідження, методика та

схема проведення дослідів. Третій розділ містить основні результати

досліджень особливостей росту та розвитку рослин сорго за обробки насіння

та посівів. У четвертому розділі представлені елементами структури врожаю

зерна сорго та як результат урожайність. Заключним етапом доцільності

застосування біопрепаратів на посівах сорго є економічна ефективність

вирощування культури за різної технології, яка наведена у п'ятому розділі.

На основі проведених досліджень зроблені ґрунтовані висновки та

рекомендації виробництву.

**СОРГО, ОБРОБКА НАСІННЯ, ОБРОБКА ПОСІВІВ, ГІБРИД,  
БІОПРЕПАРАТИ, УРОЖАЙНІСТЬ, ПРИБУТОК**

# НУБІП України

# НУБІП України

## Зміст

Реферат	5
Вступ	7
Розділ 1. Вплив елементів технології на продуктивність посівів сорго зернового (Огляд літератури)	9
1.1. Значення та перспективи вирощування сорго зернового	9
1.2. Особливості вирощування сорго зернового	11
Розділ 2. Умови, програма та методика дослідження	15
2.1. Місце проведення досліджень, ґрунти та їх характеристика	15
2.2. Кліматичні умови вирощування	16
2.3. Програма і методика проведення дослідження	18
Розділ 3. Особливості росту та розвитку рослин сорго зернового	21
3.1. Польова схожість насіння сорго зернового залежно від досліджуваного чинника	21
3.2. Тривалість фенологічних фаз росту та розвитку сорго зернового за статтями ВВСН	22
3.3. Біометричні параметри рослин сорго зернового	25
3.4. Діяльність асиміляційної поверхні сорго зернового залежно від досліджуваного чинника	33
Розділ 4. Формування продуктивності та урожайності сорго залежно від досліджуваного чинника	44
4.1. Елементи структури врожаю сорго за впливу досліджуваного чинника	44
4.2. Урожайність сорго зернового за впливу біопрепаратів	48
Розділ 5. Економічна ефективність вирощування сорго зернового за різних технологій	51
Висновки	58
Рекомендації виробництву	60
Список використаної літератури	61

## ВСТУП

Сорго зернове займає четверте місце після пшениці, рису та кукурудзи у світовому виробництві. Основними виробниками сорго зернового є Мексика, США та Аргентина. Крім реальної економічної вигоди, яку зможуть отримати аграрії від вирощування сорго, позитивний ефект зможуть відчути на собі і пересічні українці [14]. Адже сорго є дуже корисною економічно вигідною культурою. Вирощування сорго зернового в Україні може бути важливою галуззю сільськогосподарського виробництва кормів, біопалива та інших продуктів [5].

**Актуальність теми.** Вирощування сорго зернового є актуальною галуззю сільськогосподарського виробництва, оскільки ця культура володіє високим потенціалом для отримання врожаю, особливо в умовах невеликих водних та земельних ресурсів. У світі зростання популяції людей та зміни кліматичних умов, дефіцит води та поживних речовин у ґр зростають насущною проблемою для сільськогосподарського сектору. Саме тому, використання біостимуляторів, які можуть підвищити врожайність та стійкість рослин до стресових умов, стає важливим спектром для покращення результатів вирощування сорго зернового.

**Мета досліджень:** Основною метою дослідження є встановити вплив на зміну продуктивних показників сорго зернового за різних варіантів передпосівної обробки насіння та посівів. В результаті визначити економічну ефективність вирощуваних гібридів та зробити висновки по доцільності обробки насіння за отриманими результатами обліку.

Для досягнення цієї мети були наступні завдання, які треба вирішити:

- дослідити вплив обробки насіння на біометричні показники рослин сорго зернового досліджуваних гібридів;
- визначити вміст хлорофілу в листках сорго залежно від досліджуваних варіантів;
- дослідити тривалість фенологічних фаз (стадій ВВСН) сорго та вплив досліджуваних чинників на тривалість,

- встановити вплив передпосівної обробки насіння та посівів сорго на формування елементів структури врожаю;

- зробити оцінку економічної ефективності використання препаратів за вирощування сорго зернового.

**Об'єкт дослідження** є процес росту та розвитку рослин сорго зернового за впливу передпосівної обробки насіння та посівів, біометричні показники в досліджуваних гібридів, продуктивність.

**Предмет дослідження:** гібриди: Оганна та Алігатор, обробка біопрепаратами: Біонорма Азот, Біонорма Фосфор та Експерт Гроу, урожайність.

**Методи досліджень:** Методологія дослідження перш за все включала в себе використання *польового методу* дослідження, так як він є основним методом з вивчення різних питань по вирощуванню сільськогосподарських культур і є максимально наближеним до виробничих умов. Також задіяний *лабораторний метод* для вимірювання, обчислення та зважування рослин сорго, також статистичний метод для обґрунтування економічної ефективності застосованих предметів дослідження.

**Публікації.** Наші дослідження були представлені на конференції та опубліковано 1 тезу наукових доповідей за темою магістерської роботи.



## РОЗДІЛ 1

ВІПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ  
СОРГО ЗЕРНОВОГО

(Огляд літератури)

## 1.1. Значення та перспективи вирощування сорго зернового

У світі зростання популяції людей та зміни кліматичних умов, дефіцит води та поживних речовин стають насущною проблемою для сільськогосподарського сектору [1]. Саме тому, використання біостимуляторів, які можуть підвищити врожайність та стійкість рослин до стресових умов, стає важливим спектром для покращення результатів вирощування сорго зернового [8].

Сорго, рослина з високою врожайністю та здатністю витримувати посушливі умови, перспективна для агробізнесу. Її унікальні властивості дозволяють використовувати її як потенційний драйвер розвитку вітчизняного сільськогосподарського сектору [23]. Враховуючи її високу врожайність та здатність пристосовуватися до різних кліматичних умов, сорго може стати ключовим фактором розвитку галузі, впливаючи на покращення виробництва та впровадження новітніх технологій у сільське господарство [8].

Основна перевага сорго полягає в високій врожайності зерна, що підтверджено результатами практичних досліджень у вирощуванні цієї культури [11]. Крім того, сорго генерує значний обсяг зеленої маси, яка може бути використана для силосування – до 140 тон на гектар. Це свідчить про доцільність сівозміни, де сорго висівається разом з кукурудзою для отримання корму [19].

Ця культура має потенціал надавати різноманітні корми, такі як зерно, зелена маса, силос, макуха, сіно, сінаж та гранули [14]. Важливо зазначити, що частка протеїну у зерні сорго становить 10,6 %, що вище, ніж у зерні кукурудзи (8,7 %), що робить його привабливим джерелом білка у кормах для тварин.

Дослідження також показали, що якість засвоєння силосного корму з сорго є порівнянною з якістю силосу із кукурудзи для великої рогатої худоби [6].

При використанні бінарних посівів з кукурудзою для силосування, сорго залишається зеленим та соковитим, у той час як листя кукурудзи поступово висихає. Завдяки якісному утрамбовуванню цієї суміші в силосі, щільність може сягати 1 тони на м<sup>3</sup>, що виключає необхідність додавання інших компонентів [21].

Ще одна властивість сорго – видалення з ґрунту важких металів і солей.

Культура «лікує» ґрунт, очищаючи її від забруднення, викликаного близькістю промислових підприємств, тим самим сприяючи відновленню родючості ґрунту [7]. На це впливає використання сорго як сидерату (покривна культура). По-перше, не менше як 3–5 т/га «зеленого добрива». По-друге,

наявність цукрів у зеленій масі сприяє активному розвитку ґрунтової біоти, що пришвидшує мінералізацію поживних решток. Коренева система сорго «витягує» важкорозчинний фосфор із нижніх горизонтів у верхні шари ґрунту [12].

Кількість біоетанолу, який можна отримати, залежить від вмісту цукру в сировині, а в цукровому сорго цей показник становить приблизно 20–25 %.

Навіть при врожайності в 40 тон зеленої маси з гектара, можна виробити до 12 тон спирту з гектара, а також отримати побічну продукцію у вигляді 12–15 тон для біокорму або виробництва твердого палива [24].

Посівні площі сорго в Україні становлять близько 40 тис. га, маржинальність культури нижча, ніж у соняшника та кукурудзи, але сорго є гарною альтернативою у посушливих регіонах і через це має перевагу на Півдні [3]. Експорт сорго зосереджений на продовольчому споживанні, в основному в країни Південної Європи. Ціна сорго чітко прив'язана до кукурудзи, це єдина нішева культура, ціну якої легко заходжувати [9].

Головними можливостями нішевих культур фахівець вважає: балансування сівозміни, порівняно менша конкуренція з боку виробників та покупців, хеджування та довготермінові контракти, наявність внутрішнього

ринку, висока маржинальність (на короткому проміжку часу здебільшого) [13].

За підрахунками фахівців, збільшення площ для вирощування сорго на насіння становило 59 % в масштабах всієї Європи. За винятком Італії (де знаходиться 5% від всіх площ для вирощування насіння сорго в Європі), зростання площ під насінням сорго спостерігається у всіх великих європейських країнах-виробниках: Франція (52 % площ), Угорщина (33% площ) та Іспанія (10 % площ) (рис. 1.1) [16].

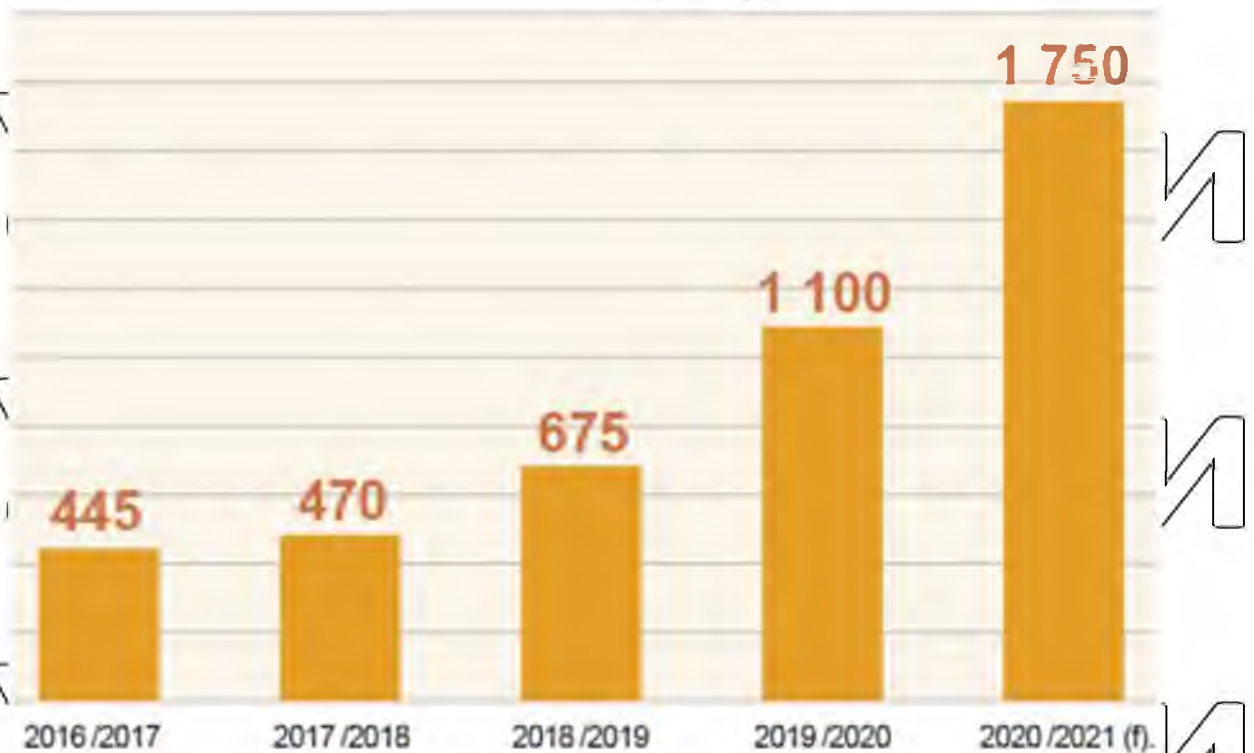


Рис. 1.1. Розвиток площ для вирощування насіння сорго в

Європейському союзі

Наразі ще рано говорити про обсяги продукції, яка з'явиться завдяки цьому зростанню, але вже відомо, що для посівної кампанії 2021 року доступність насіння сорго буде значно вищою [31].

## 1.2. Особливості вирощування сорго зернового

Сорго є однією з ярих культур, які в нинішніх умовах можуть урізноманітнити сівозміну й замінити на певних площах деякі основні культури, вирощування яких потребує більших затрат [24].

Сорго в середньому на гектар споживає  $N_{90-100}$ ,  $P_{45-70}$ ,  $K_{30}$ , що може бути лише на 38, 38 та 93 % задоволене природньою родючістю ґрунту. Не слід зловживати високими дозами азотних добрив, адже вони не тільки значно збільшують вегетативну масу та зменшують стійкість до вилягання, а й призводять до зниження посухостійкості, подовження вегетаційного періоду, ураження хворобами та шкідниками [22]. Орієнтовними нормами добрив можуть бути такі:  $N_{90-100}P_{45-70}K_{30}$ . З них під час сівби в зону міжряддя вносять  $N_{10}P_{10}K_{20}$ , а по вегетації – як підживлення –  $N_{30}$  [41].

Ця культура відома своєю високою теплолюбністю, властивою високої стійкості до посухи та солестійкості, і легко пристосовується до різних типів ґрунтів. Тривалість вегетаційного періоду для сорго становить 110–135 днів. Висота стебла сорго може варіюватися від 0,5 метра (у карликових форм) до 7 метрів (у тропічних форм) [33].

Ефективність обробітку ґрунту під сорго в посушливих та напівпосушливих зонах обумовлена його універсальністю та високою продуктивністю [26]. Набрякання насіння сорго потребує лише 35 % води від своєї маси (у порівнянні: пшениця – 45 %, соняшник – 80 %, а бобові культури – понад 100 %).

Успішний врожай сорго визначається правильним вибором та використанням технології вирощування [36]. Наведені приклади підтверджують, що для досягнення максимальних урожайних результатів насіння було підготовлено відповідно до методу, наприклад, за технологією Фадєєва. Вони були калібровані, оброблені та приведені до оптимальних посівних умов [37].

Важливо підкреслити, що існує документована тісна залежність між силою кореневої системи та врожайністю сорго – зареєстрований показник кореляції становить 0,86–0,92. Що насіння краще підготовлено, то коренева

система стає міцнішою, а врожай зерна вищим. Відповідно, для досягнення високої продуктивності вирощування сорго сільськогосподарські виробники повинні ретельно вивчити оптимальні технологічні методи, адаптувати рекомендації до специфіки свого господарства та використовувати їх для максимального виробництва [19].

Підготовка ґрунту під посів сорго, що йде після озимих або ярих колосових культур, зазвичай починається з роботи дисковими лушпильниками для лушення стерні після збирання попереднього врожаю на глибину 7–8 см.

Якщо у ґрунті є значна кількість багаторічних бур'янів на момент появи розеток, проводять друге лушення на глибину 10–12 см. Через 10–15 днів після лушення слід провести оранку на глибину 25–27 см [25].

Якщо використовуються гербіциди, друге лушення замінюють обробкою гербіцидом з використанням 250–300 літрів робочої рідини на гектар. Оранку на таку ж глибину слід почати через 15–20 днів після внесення гербіциду. Такий підхід до підготовки ґрунту забезпечує знищення кореневих паростків бур'янів на рівні до 85–100 %, а також однорічних бур'янів, які з'явилися під час обробітку ґрунту гербіцидом, на рівні до 100 % [34].

Сіяти сорго доцільно, використовуючи насіння однакового розміру та маси, рівномірно розподілене в ґрунті. Проростання насіння сорго починається при температурі  $+8^{\circ}\text{C}$ . Від моменту сівби до вилучення сходів пройшло 30–35 днів, що призводить до неоднакового та розрідженого появи сходів. Оптимальні умови для проростання насіння виникають, коли температура ґрунту на глибині 10 см становить  $+12...+15^{\circ}\text{C}$ . У таких умовах сходи з'являються через 8–10 днів після сівби [38].

З використанням ґрунтових гербіцидів та обгортання насіння, середньо- та пізньостиглі сорти та гібриди можна сіяти на 5–7 днів раніше, ніж оптимальний термін. Ранньостиглі сорти, які сіються з 5–10 травня до 20–25 травня, краще використовують вологу ґрунту й теплові ресурси для досягнення високої продуктивності [40].

Ідеальною глибиною загорання насіння під час сівби в останній декаді квітня або в першій декаді травня є 4–5 см, але у випадку відсутності вологи в посівному шарі ґрунту цю глибину можна збільшити до 6–7 см для сівби у 20–25 травня.

Точно встановлена глибина загорання насіння під час сівби є ключовою складовою агротехніки для вирощування сорго. Цей параметр залежить від механічних властивостей ґрунту, його вологості, температури, видів і сортів сорго, маси 1000 насінин, енергії проростання насіння та інших факторів [39].

При сівбі насіння потрібно розмістити на твердому і вологому посівному ложі з оптимальною глибиною, яка сприяє швидкому та рівномірному висходженню рослин і подальшому створенню сприятливих умов для отримання високих показників урожайності зерна та зеленої маси [35].

Так, встановлено, що продуктивність соргових культур різних категорій зазнає значних змін залежно від років через накопичення вологи в ґрунті протягом осінньо-зимово-весняного періоду та кількості опадів під час вегетації рослин.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2

## УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖУННЯ

## 2.1. Місце проведення досліджень, ґрунти та їх характеристика

Вегетаційні дослідження проводилися протягом 2023 рр. у ФГ «Расавське», яке розташоване в селі Ліщинка, Кагарлицького району Київської області та належить до зони Лісостепу.

Ґрунт дослідної ділянки – сірі лісові. Сірі лісові ґрунти в Україні залягають у переважній більшості адміністративних областей Лісостепу і з урахуванням темно-сірих опідзолених і реградованих займають близько 10,1 % від загальної площі всіх ґрунтів (5,45 млн га). У більшості областей Правобережного Лісостепу ці ґрунти мають досить значне поширення. Їх загальна площа під сільськогосподарськими угіддями складає 4,33 млн га, з яких рілля 80,5 %. На сьогоднішній день хімічна меліорація не проводиться навіть на сильнокислих землях, що зумовило прискорену деградацію ґрунтів, зниження ефективної родючості та значне розширення площ, які потребують невідкладного вапнування.

Кислі ґрунти Лісостепу мають природний рівень кислотності в інтервалі рНКСІ 4,5–5,6 (Нк 4,0–2,0 мг-екв/100 г ґрунту), але не можна вважати, що нейтральні ґрунти з вираженою потенційною кислотністю та близькі до нейтральних з рН 5,6–6,0, за періодично промивного водного режиму не потребують вапнування.

Морфологічна будова його профілю характеризувалася помітним перерозподілом колоїдів, що змінює порівняно з породою гранулометричний склад його верхніх горизонтів та форму і якісний склад структурних агрегатів. Різниця в кількості мулистої фракції у горизонті HE і в горизонті Іh (I) складає 5,5 % (7,9 %). Унаслідок цього, ілювіальний горизонт збагачений колоїдами, ущільнений, важкопроникний для води.

Згідно класифікації ґрунтів за гранулометричним складом, ґрунт у межах дослідної ділянки відноситься до крупнопилувато-легкосуглинкової

відміни: уміст фізичної глини у гумусно-елювіальному горизонті становив 20,5 %, мулу – 12,9 %. На фракцію середнього і дрібного піску припадало 6,51 %, на фракцію пилу – 79,5 %, у тому числі крупного пилу – 52,4 % (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Показники вихідного стану фізико-хімічних і агрохімічних властивостей ґрунту дослідної ділянки**

Показник	Глибина відбору зразка, см	
	0–20	20–40
Гумус, %	1,44	1,02
pH КСІ	4,6	4,5
Cт, мг-екв/100 г ґрунту	3,6	3,4
Обмінна кислотність, мг-екв/100 г ґрунту	0,12	0,15
Рухомий Al <sup>3+</sup> , мг/кг ґрунту	8,8	11,7
Обмінний Ca <sup>2+</sup> , мг-екв/100 г ґрунту	3,9	3,6
Обмінний Mg <sup>2+</sup> , мг-екв/100 г ґрунту	0,58	0,36
Ступінь насичення основами, %	56	54
N, лужногідролізований, мг/кг ґрунту	71	70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг ґрунту	223	147
K <sub>2</sub> O, мг/кг ґрунту	120	85

Такий гранулометричний склад зумовлює низьку вбирну здатність і не сприяє значному закріпленню органічних сполук. Верхній шар ґрунту (20–25 см) – безструктурний, а переважання у гранулометричному складі крупного пилу є причиною заплівання, утворення міцної (зцементованої) кірки після дощів і крупногрудочкуватої поверхні після обробки.

## 2.2. Кліматичні умови вирощування

Клімат помірно-континентальний, із м'якою зимою і теплим літом.

Середня багаторічна кількість опадів складає 619 мм, максимум опадів припадає на липень (88 мм), мінімум – на жовтень (35 мм) (табл. 2.2).

Таблиця 2.2



## Кількість опадів, показники температури та їх розподіл по місяцях в 2023 р.

Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Сума/середнє
Кількість опадів, мм										
50	17	12	42	33	61	28	20	17	10	290
Середньодобова температура, °С										
-1,3	1,9	2,6	8,1	14,6	21,7	22,8	24,5	19,3	17,2	13,1

Взимку утворюється сніговий покрив, середня висота покриву в лютому 20 см, максимальна – 984 мм. В окремі роки бувають безсніжні зими. Протягом року середня кількість днів з опадами – близько 160. Кліматична тривалість зими сягає від 90 до 120 днів, але в останні роки вона зменшилася до 50-90 днів. Зима тривала, але відносно тепла. Стійкий сніговий покрив встановлюється в грудні. Сніг лежить в середньому 90-95 днів, але враховуючи часті і тривалі відлиги останніх років, коли сніговий покрив повністю сходить, такі дні поступово скорочуються.

Відмінною рисою цього клімату є – велика мінливість погоди взимку, різноманітність її комбінацій. Взимку утворюється сніговий покрив, середня висота покриву в лютому 20 см, максимальна – 984 мм. В окремі роки бувають безсніжні зими.

Навіть у аномально холодному січні буває не менше трьох днів з різким потеплінням, а в аномально теплому січні – близько 12 днів з відлигою. Майже дві третини зимових опадів – тверді (сніг, снігові зерна). Одна чверть їх – змішані. Влітку переважають опади у вигляді дощу. Навіть у найсухіші літні місяці випадає не менше 4-6 мм. Але восени ця сума знижується до 1 мм за

місяць. У такі сухі періоди велике значення має роса. За рік роса, іній, паморозь дають додатково до 30 мм вологи. Для літа характерна нерівномірність опадів. У одну зливу може випасти місячна норма опадів.

Середня температура літніх місяців – близько  $+19^{\circ}\text{C}$ , зимових – близько  $-5^{\circ}\text{C}$ . Найнижча зафіксована температура  $-36^{\circ}\text{C}$ , найвища близько  $+40^{\circ}\text{C}$  у тіні.

Погода часто мінлива, особливо взимку. Хвили тепла й холоду тривалістю 3-5 діб (інколи до 15-22 діб) змінюються в середньому 2-5 разів на місяць.

Середня температура літніх місяців – близько  $+19^{\circ}\text{C}$ , зимових – близько  $-5^{\circ}\text{C}$ . Найнижча зафіксована температура  $-36^{\circ}\text{C}$ , найвища близько  $+40^{\circ}\text{C}$  у тіні.

Погода часто мінлива, особливо взимку. Хвили тепла й холоду тривалістю 3-5 діб (інколи до 15-22 діб) змінюються в середньому 2-5 разів на місяць.

Температура у цей час може значно відхилятися від середньої багаторічної для даної пори року. Середня місячна температура повітря в кожному окремому випадку відхиляється від середньої багаторічної (так званої норми), це відхилення інколи досягає від  $-10,7^{\circ}$  до  $+6,4^{\circ}\text{C}$ .

Середня річна температура становить  $+7,4^{\circ}\text{C}$ . Середня температура трьох літніх місяців – близько  $+19^{\circ}\text{C}$ . Середня температура трьох зимових місяців становить  $-1 - -9^{\circ}\text{C}$ .

### **2.3. Програма і методика проведення дослідів.**

Дослідження передбачали вивчення особливостей росту, розвитку рослин сорго, формування продуктивності залежно від обробки насіння та посівів, а також визначення економічної ефективності досліджуваних елементів технології вирощування. Проводилося два дослідів: Дослід 1 передбачав визначення впливу передпосівної обробки насіння сорго на його продуктивність; Дослід 2 включав в себе встановлення впливу позакореневої обробки посівів сорго та формування урожаю за дії досліджуваного фактору (табл. 2.3-2.4).

*Таблиця 2.3*

**Дослід 1.** Визначити вплив передпосівної обробки насіння сорго на продуктивність

Фактор А	Фактор В
Гібрид	Передпосівна обробка насіння
1. Оганна 2. Алігатор	1. Контроль (водою) 2. Біонорма Азот внесення (норма 0,5 л/т) 3. Біонорма Фосфор внесення (норма 0,5 л/га)

Дослідження проводилося із двома гібридами: Оганна та Алігатор, препарати для обробки насіння були Біонорм Азот та Біонорм Фосфор в нормі 0,5 л/т.

Таблиця 2.4

**Дослід 2.** Встановити вплив позакореневої обробки посіву сорго на формування врожаю

Фактор А	Фактор С
Гібрид	Позакоренева обробка посівів
1. Оганна 2. Алігатор	1. Контроль (водою) 2. Експерт Гроу (норма 0,5 л/га) ВВСН 13 3. Експерт Гроу (норма 0,5 л/га) ВВСН13+ВВСН51

Попередником сорго зернового була пшениця озима. Відповідно до схеми дослідів, під сорго зернове восени під оранку вносили основне удобрення у формі нітроаміофоски (16:16:16). У варіантах додаткового застосування азотних добрив їх вносили весною під передпосівну культивування в формі аміачної селітри (34,5%). Сівбу проводили за температури ґрунту на глибині загортання насіння – 12–13°C. Сівбу було проведено 16 травня 2023 р. Норма висіву насіння – становила 170 тис. шт./га.

Площа елементарної посівної ділянки 50 м<sup>2</sup>, облікової – 30 м<sup>2</sup>;  
повторність чотириразова із систематичним розміщенням ділянок.

Збирання проводили за вологості зерна сорго 12-16 % прямим  
комбайнуванням суцільного обмолоту варіанту дослідної ділянки.

Полеві дослідження супроводжувалися такими спостереження,  
обліками та аналізами:

– фенологічні спостереження за рослинами сорго проводили за  
фенологічними фазами росту і розвитку рослин;

– висоту рослин, площу листя, вміст хлорофілу та сухої маси вимірювали  
за настання кожної стадії росту та розвитку за фенологічними фазами  
обліковували методом біометричних показників;

– відбір рослин для аналізу структури урожаю проводили за Методикою  
державного сортовипробування сільськогосподарських культур;

– вологість, масу 1000 зерен, енергію проростання та схожість насіння  
визначали за ДСТУ 4138–2002;

– економічну оцінку визначали розрахунковим методом за технологічною  
картою вирощування сорго, враховуючи ефективність досліджуваних  
елементів технології вирощування.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3 ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН СОРГО ЗЕРНОВОГО

### 3.1 Лабораторна та польова схожість насіння сорго зернового

Перевірка насіння на посівні якості перед посівом є необхідною умовою одержання сталого врожаю сільськогосподарських культур. Тільки знаючи показники чистоти, схожості, маси 1000 насінин можна з високою точністю розрахувати норму висіву на гектар і не витратити зайвий посівний матеріал.

Насіння з високою лабораторною схожістю не завжди дає дружні повноцінні сходи в польових умовах. Низька польова схожість насіння є причиною не тільки зрідження, а й ослаблення сходів. Це призводить до зрідження посівів, а отже, і до зниження врожайності [1,2].

Перед сівбою було проведено перевірку на схожість посівного матеріалу (лабораторну), яка становила 95,6-98,4%, що є досить високою для даної культури (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

#### Лабораторна та польова схожість насіння сорго зернового залежно від передпосівної обробки насіння

Гібрид фактор А	Варіант удобрення фактор В*	Лабораторна схожість, %	Польова схожість, %	Густота на час повних сходів тис. шт./га
Оганна	В1	96,7	86,5	147,1
	В2	97,5	87,7	<b>149,4</b>
	В3	98,2	89,6	148,2
Алігатор	В1	95,6	86,3	150,8
	В2	96,8	89,7	<b>153,3</b>
	В3	98,4	90,2	152,5

**Примітка\*** В1 – контроль (водою), В2 – Біонорм Азот, В3 – Біонорм Фосфор

Проведенні дослідження показують, що польова схожість гібридів сорго зростає за передпосівної обробки насіння препаратами Біонорма Азот Біонорма Фосфор. У дослідженні спостерігається вплив препаратів на інтенсивність проростання насіння, виявлено, що при обробці насіння сорго Біонорма Фосфор лабораторна схожість підвищувалася на 1,8-2 % залежно від гібриду, найвищі результати мали у гібриду Алігатор. Польова схожість мала вищі результати вони коливалися в межах 3,5-4,3 %.

Густота посіву істотно впливає на висоту та масу рослин, структуру врожаю, терміни наступу фаз розвитку та зміни інших біометричних показників.

Дослідженнями виявлено, що за проведення передпосівної обробки насіння показники густоти стояння та повноти сходів зросли. Найвищі результати одержано за обробки препаратом Біонорма Азот. Густота на час повних сходів у гібриду Алігатор була вище, ніж цей показник на варіантах посіву гібриду Оганна та коливався в межах 1,6-2%.

Таким чином, вже на початкових етапах органогенезу спостерігається позитивний вплив передпосівної обробки насіння Біонорма Азот на гібрид Алігатор.

### 3.2 Тривалість фенологічних фаз росту та розвитку сорго зернового за стадіями ВВСН

Інтенсивність проходження фенологічних фаз, тривалість міжфазних періодів значною мірою пов'язані з абіотичними факторами та насамперед із погодними умовами. Істотно впливають і умови вирощування. Сівба сорго зернового проводилася 16 травня. Від сівби до появи повних сходів досліджуваним гібридам знадобилося від 9 до 12 діб. Це зумовлено початком активної взаємодії бактерій та кореневої системи рослин. Відмічено, що рослин насіння яких оброблено Біонорм Азот мають подовжений період стадій розвитку, в обох гібридів вона подовжилася на 3 доби. Обробка Біонорм Фосфор не призвела до значного подовження тривалості фенологічних фаз в

обох гібридів. Далі розвиток рослин проходив вирівняно без будь яких відхилень від норми (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

### Тривалість міжфазних періодів (стадій ВВСН) сорго зернового (Дослід 1)

Гібрид фактор А	Обробка насіння: фактор В	ВВСН 11 Сходи	ВВСН 31 Початок виходу в трубку	ВВСН 51 Викидання волоті	ВВСН 61 Цвітіння
Огайна	В1	9	41	56	67
	В2	12	44	60	70
	В3	10	42	57	69
Алігатор	В1	10	41	57	68
	В2	12	44	61	70
	В3	10	43	58	69

**Примітка\*** В1 – контроль (водою); В2 – Біонорма Азот; В3 – Біонорма Фосфор

Тривалість міжфазного періоду від стадії ВВСН 11 до ВВСН 31 для кожного з досліджуваних гібридів в середньому по досліді становить 42 доби. Найбільша тривалість відмічено за обробки насіння Біонорма Азот і становить 44 доби в обох досліджуваних гібридів.

Проаналізувавши тривалість вегетаційного періоду в цілому, можна зробити висновки, що рослини насіння оброблене Біонорма Азот мають триваліший період проходження кожної стадії, це зумовлено дією азоту на рослини, а саме більш активним накопиченням пластичних речовин та інтенсивним формуванням вегетативних органів. Рослини, насіння яких оброблене Біонорма Фосфор, не мали значної відмінності у тривалості міжфазного періоду.

Разом з цим було проведено паралельний дослід із впливу позакореневої обробки посівів препаратом Експерт Гроу. Першу обробку було проведено на

стадії ВВСН 15, на даній стадії відбувається активний розвиток листкової поверхні. Повторну обробку проведено на стадії ВВСН 31. внесення препарату на даній стадії зумовлена дією абіотичних факторів та настання період підвищених температур, а отже у рослин починається стресовий період в який вони знижують свою продуктивність, а також підготовкою рослин до викидання волоті, тоді рослини починають перерозподіл пластичних речовин (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

### Тривалість міжфазних періодів (стадій ВВСН) сорго зернового (Дослід 2)

Гібрид: Фактор А	Обробка посівів: фактор С	ВВСН 17 7 листків	ВВСН 31 Початок виходу в трубку	ВВСН 51 Викидання волоті	ВВСН 61 Цвітіння
Оганна	B1	13	43	57	68
	B2	13	<b>41</b>	58	69
	B3	14	42	<b>58</b>	67
Алігатор	B1	14	43	59	68
	B2	13	42	<b>58</b>	68
	B3	13	42	<b>57</b>	69

**Примітка\*** B1 – контроль (волою), B2 – Експерт Гроу (ВВСН 13); B3 – Експерт Гроу (ВВСН 13+ВВСН 51)

Згідно одержаних даних можна зробити висновки, що тривалість міжфазних періодів не змінилася за обробки Експерт Гроу на стадії ВВСН 17, відносно контролю. Дана тенденція зберігалася протягом всього вегетаційного період. Повторна обробка посівів на стадії ВВСН 31 мала певні відмінності у гібриду Алігатор порівняно з контрольним варіантом та гібридом Оганна, а саме скорочення тривалості на 1-2 доби починаючи зі стадії ВВСН 51. Далі розвиток культури відбувався більш вирівняно, погодні умови червня можна охарактеризувати, як сприятливі для розвитку сорго. Така реакція рослин



зумовлена дією погодних факторів, а саме підвищення температури. Разом з цим гібрид Алігатор мав значний приріст у висоті рослин.

### 3.3 Біометричні параметри рослин сорго зернового

Одним із найважливіших проявів життєдіяльності рослин є ростові процеси, тобто безперервне збільшення розмірів. Вони не оборотні і тісно пов'язані з виникненням нових клітин, тканин, органів рослин.

Нашими дослідженнями виявлено, що ростові процеси в цьому році проходили по-особливому, і максимальна довжина стебла сорго за обробки насіння Біонорм Азот та Біонорм Фосфор зафіксовано на стадії ВВСН 61 та коливалася від 110 до 121 см залежно від гібриду.

За обробки Біонорм Азот на стадії ВВСН 11 гібрид Оганна мав лінійний приріст відносно контролю 13,5%, гібрид Алігатор мав приріст в розмірі 16,3%, дана тенденція зумовлена наявністю біологічного азоту в кореневмісному шарі. На стадії ВВСН 31 за обробки Біонорма Азот та Біонорма Фосфор у гібриду Оганна приріст збільшився та коливався на рівні 16-20 %, у гібриду Алігатор цей показник становить 6,8-4,2 %, така відмінність між гібридами зумовлена генетичними особливостями. Стадія ВВСН 51 мала

більш однорідні результати які коливалися від 1,3 до 6,8 %. Зниження лінійного приросту на цій стадії зумовлене початком викидання волочі, разом у рослині відбувається перерозподіл пластичних речовин, які активно

використовуються для формування генеративних органів. На стадії ВВСН 61 зафіксовано найвищу висоту рослин у гібриду Оганна вона становить 121 см за обробки Біонорм Азот. У гібриду Алігатор найвищий показник лінійного приросту відмічено за обробки Біонорм Фосфор і становить 85 см (табл. 3.4).

Далі розглянемо результати, які одержано в Досліді 2, де вивчався вплив позакореневої обробки посівів Експерт Гроу на стадіях ВВСН 13 та ВВСН 15+ВВСН 51 (табл. 3.5).

Динаміка лінійного росту рослин сорго залежно від передпосівної  
обробки, см (дослід 1)

Гібрид: фактор А	Обробка насіння: фактор В	ВВСН 11 Сходи	Початок виходу в трубку	ВВСН 31 ВВСН 51 Викидання володі	ВВСН 61 Цвітіння
Оганна	B1	4,5	37	78	114
	B2	5,2	46	81	121
	B3	5,0	43	79	110
Алігатор	B1	4,1	39	69	117
	B2	4,9	45	74	120
	B3	4,7	43	72	118

Примітка\* B1 – контроль (водою); B2 – Біонорм Азот; B3 – Біонорм

Фосфор

Стадія ВВСН 13 характеризується активним ростом, накопичення поживних речовин, особливо це стосується кореневої системи. разом з цим відбувається активне підвищення температури повітря, яке призводить до обмеження продуктивності рослини через підвищення опору.

До обробки посіви на стадії ВВСН 13 рослини мали усереднені темпи росту та розвитку, згідно генетичних особливостей. Після обробки посівів

Екперт Гроу відбулися відчутні зміни у лінійному рості які зараз ми розглянемо.

Найбільш відчутно дію препарату зафіксовано на гібриді Оганна. Оброблені посіви мали висоту на 6,4 % вижчу відносно контролю. Можна зробити висновки, що існує певна залежність між тривалістю міжфазних періодів та лінійним приростом рослин. Отже препарат прискорив розвиток рослин, разом з цим відчутно знизилася висота рослин, відбулося активне

накопичення пластичних речовин для подальшого розвитку. Гібрид Алігатор не мав значних відмінностей відносно на даній стадії.

Таблиця 3.5

### Динаміка лінійного росту рослин сорго за обробки посівів, см (дослід 2)

Гібрид	фактор А	фактор С	ВВСН 17 7 листків	ВВСН 31 Початок виходу в трубку	ВВСН 51 Викидання волоті	ВВСН 61 Цвітіння
Оганія		B1	42,3	68,2	89	124
		B2	41,7	64,0	87	119
		B3	41,9	66,4	94	<b>117</b>
Алігатор		B1	44,8	68,7	86	128
		B2	42,3	67,2	88	120
		B3	42,7	66,5	91	<b>118</b>

**Примітка\*** B1 – контроль (водою); B2 – Експерт Гроу (ВВСН 13); B3 – Експерт Гроу (ВВСН 13+ВВСН 51)

Повторну обробку посіви було проведено на стадії ВВСН 51. Період від ВВСН 31 до ВВСН 51 – найбільш критичний період, який повною мірою впливає на продуктивність посівів. В цей період різко збільшується чутливість рослин до дефіциту поживних речовин, води і світла. За дії несприятливих умов відбуваються редукція продуктивних пагонів.

Обробка посіви на такій стадії дозволила знівелювати вплив погодних умов на рослину а також підвищити її продуктивність за рахунок раціональнішого використання поживних речовин.

На стадії ВВСН 51 стала помітна тенденція оброблені посіви мали нижчу висоту відносно контролю та коливалася в межах 7,3-7,5 % в обох гібридів. Слід відмітити що повторна обробка прискорила проходження міжфазних період у гібриду Алігатор на 2 доби, та на 1 добу за обробки на стадії ВВСН 13.

Обстеження посівів на стадії ВВСН 61 відобразило чітку картину взаємодії рослини, повторної обробки посівів та впливу погодних умов. Тож збільшення концентрації в рослині діючої речовини препарату зменшило її висоту. Гібрид Алігатор мав висоту на 10 см нижчу ніж контроль 128 см порівняно зі 118см. У гібриду Оганна цей показник дещо нижчий та становить 7 см, контроль 124 см проти 117 см за обробки на стадіях ВВСН 13+ВВСН 51.

З одержаних результатів можна зробити наступні висновки, що в досліді 1 за обробки насіння Біонорм Азот рослини мали найвищий лінійний приріст у гібриду Оганна на стадії ВВСН 31.

В досліді 2 результати мали значні відмінності які пов'язані з дією препарату на рослину, а також вплив погодних умов через підвищення температури повітря, зниженню кількості опадів та повітряними посухами.

Реакцією рослини було прискорення проходження міжфазних періодів на 1-2 доби залежно від кратності обробок. Разом з цим значно зменшилася висота рослин від 7 до 10 см залежно від гібриду. Такі результати є результатом стресостійкості гібридів до абіотичних факторів.

Важливою умовою формування високого врожаю зерна сорго є створення сприятливих умов для росту й розвитку рослин починаючи з ранніх етапів органогенезу (проростання насіння) і до завершення вегетації (до збирання врожаю). Абсолютний приріст надземної маси рослин (сиря маса і суха речовина) значною мірою залежить від температурного режиму та умов вологозабезпеченості. Максимальну сирю масу рослини утворюють у фазу молочної стиглості зерна. До фази молочної стиглості зерна накопичується лише 20-30 % від загальної питомої ваги сухої речовини, а найбільший максимальний її обсяг формується наприкінці вегетації (кінець воскової - початок повної стиглості зерна).

Проведені дослідження дали змогу виявити вплив різних варіантів передпосівної обробки насіння та позакореневої обробки посівів сорго.

Динаміка накопичення маси вегетативних органів рослин сорго відображала тенденції, які були встановлені під час аналізу показників

лінійного приросту рослин, проте проявилися певні відмінності між цими показниками на стадії ВВСН 61 (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

**Биометричні показники сорго зернового за передпосівної обробки насіння у фазу цвітіння ВВСН 61 (Дослід 1)**

Гібрид: фактор А	Обробка насіння: фактор В	Маса підземної частини рослини (кореня), г	Маса надземної частини рослини (стебла), г	Висота рослини, см
Оганна	В1	14,6	103,6	82
	В2	36,2	146,6	95
	В3	36	143,7	91
Алігатор	В1	17,3	111,6	76
	В2	40,3	123,7	80
	В3	34,7	121,9	85

**Примітка\*** В1 – контроль (водою); В2 – Біонорм Азот; В3 – Біонорм Фосфор

В досліді 1 де вивчався вплив передпосівної обробки насіння є помітна тенденція впливу обробки насіння на розвиток рослини. Тож значного приросту в масі мали як корені так і стебло.

Гібрид Оганна мав приріст до маси кореня за обробки Біонорм Азот 21,6 г, маса стебла зросла на 43г разом зі збільшенням маси зростала і висота рослин яка порівняно з контролем збільшилася на 13 см. Обробка Біонорм Фосфор мала схожі результати які становили маса кореня 21,4 г маса стебла 40,1 г а висота збільшилася на 9 см.

Гібрид Алігатор мав певною мірою нижчі результати порівняно з гібридом Оганна. У варіанті обробки Біонорм Азот маса кореня збільшилася порівняно з контрольним зразком на 23г маса стебла на 12г а висота мала незначне наростання 4 см.

Біонорм Фосфор дав приріст до маси кореня у розмірі 17,4 г, маса стебла збільшилася на 10,3 г, рослини були найвищими в даному досліді та мали приріст до висоти в розмірі 9 см порівняно з контролем, та дещо вищими ніж за обробки Біонорм Азот на 5 см (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

### Біометричні показники сорго зернового за обробки посівів (Дослід 2)

Гібрид: фактор А	Обробка посівів: фактор С	Маса підземної частини рослини (кореня), г	Маса надземної частини рослини (стебла), г	Висота рослини, см
Оганна	B1	14,6	103,6	82
	B2	35,8	159,2	109
	B3	34,1	149,3	101
Алігатор	B1	17,3	121,6	76
	B2	47,1	198,8	95
	B3	46,5	188,2	98

**Примітка\*** B1 – контроль (водою); B2 – Експерт Гроу (ВВСН 13); B3 – Експерт Гроу (ВВСН 13+ВВСН 51).

Маса кореня за обробки на стадії ВВСН 13 зроста порівняно з контролем на 21,6 г, разом з ним зроста маса стебла на 59,2 г. Обробка на стадії ВВСН 13+ВВСН 51 збільшила масу кореня на 19,5 г, разом із збільшенням маси кореня зроста маса вегетативних органів, на 45,7г, зі збільшенням маси надземних органів та кореня зроста і висота рослин яка коливалася в межах 101-109 см.

Гібрид Алігатор виявся більш пластичним до передпосівної обробки насіння, та мав значне збільшення приросту маси. Найвищі результати одержано за обробки на стадії ВВСН 13. Маса кореня збільшилася на 29,8 г, маса стебла зроста на 77,2 г, обробка на стадіях ВВСН 13+ВВСН 51 дала приріст до маси кореня в розмірі 29,2 г, а маса стебла зроста на 66,6 г.

З отриманих результатів можна зробити висновок, передпосівна обробка насіння препаратом Біонорма Азот мала найвищий вплив на гібрид Оганна за всіма показниками

Динаміка накопичення сухої речовини відображала тенденції, які були встановлені під час аналізу показників лінійного приросту та збільшення сухої маси сорго, проте зафіксовано і певні відмінності між цими показниками наприкінці вегетаційного періоду.

За результатами даних в табл. 3.8 прослідковується чітка тенденція, що обробка насіння Біонорма Азот та Біонорма Фосфор дає значний приріст у накопиченні сухої речовини, це викликано фізіологічною дією азоту та фосфору на рослину. Гібрид Оганна мав значний відгук на наявність біологічного азоту. Збільшення маси сухої речовини на стадії ВВСН 13 складало 28,5 %. На даній стадії гібрид Алігатор мав приріст 10,9%. Стадія ВВСН 51 мала більш вирівняні результати у гібриду Оганна які коливалися в межах 5-6% залежно від препарату. Гібрид Алігатор мав значне накопичення на цій стадії яке становить 31,1-25,2%. Даня стадія відзначається початком перерозподілу пластичних речовин для формування генеративних органів.

Найвищі показники накопичення сухої речовини зафіксовано на стадії ВВСН 75 це зумовлено налигтям зерна сорго, та закінченням перерозподілу пластичних речовин від вегетативних органів до генеративних. На цій стадії збереглася тенденція активного формування сухої речовини у гібриду Оганна, та найвищий результат зафіксовано на рівні 18,2% за обробки Біонорма Азот в гібриду Алігатор цей показник був нижчий, але спостерігався за обробки Біонорма Фосфор та становить 15,4 %.

Таблиця 3.8

### Вміст сухої речовини в рослинах сорго зернового за обробки насіння

(дослід 1)

Гібрид: фактор А	Обробка насіння: фактор В	ВВСН 13 3 листки	ВВСН 51	ВВСН 75
---------------------	------------------------------	---------------------	---------	---------

			Початок викидання володі	Молочна стиглість
Оганна	B1	13,8	33	40,4
	B2	21,3	38,7	47,5
	B3	18,8	39,5	46,5
Алігатор	B1	16,4	31,4	47,4
	B2	15,4	46,7	50,7
	B3	11,6	34	54,6

**Примітка\*** B1 – контроль (водою); B2 – Біонорм Азот; B3 – Біонорм Фосфор

Таблиця 3.9

### Вміст сухої речовини в рослинах сорго зернового за обробки посівів (дослід 2)

Гібрид: фактор А	Обробка посівів: фактор С	ВВСН 13 3 листки	ВВСН 51 Початок викидання володі	ВВСН 75 Молочна стиглість
Оганна	B1	13,3	38	43
	B2	*	40,4	51,9
	B3	*-	40	46
Алігатор	B1	16,4	30,9	40,6
	B2	*-	44,8	43,3
	B3	*-	41,4	47,4

**Примітка\*** B1 – контроль (водою); B2 – Експерт Гроу (ВВСН 13); B3 – Експерт Гроу (ВВСН 13+ВВСН 51)

У досліді 2 де вивчався вплив препарату Експерт Гроу за обробки посівів на стадії ВВСН 51 гібрид Оганна не відрізнявся значним збільшенням сухої речовини 5-6%. Гібрид Алігатор, навпаки відрізнявся вагомих збільшенням маси сухої речовини за обробки посівів на стадії ВВСН 13 та склав 31 % до результатів контролю. Дещо нижчі результати були за повторної обробки посівів на стадії ВВСН 51 та становить 25,3 %. На стадії ВВСН 75 через вплив погодних умов та дією препарату, спостерігалася тенденція до значного збільшення маси сухої речовини. Оганна збільшила масу на 8,9 г в за обробки



на стадії ВВСН 13, а Алігатор мав найвищий показник за повторної обробки посівів на стадії ВВСН 51 та мав приріст 6,8 г (табл. 3.9).

Отже проаналізувавши одержані дані прослідковується чітка тенденція між лінійним приростом на формуванням сухої речовини в рослинах. Тобто чим більший був вплив абіотичних фактор тим інтенсивніше рослини накопичували суху речовину, найвищі результати зафіксовувалися на стадіях ВВСН 75, це зумовлено закінчення розподілу речовин у рослин, а також завершенням ростових процесів. Дія препаратів підвищувала стресостійкість рослин а також їхню продуктивність.

### 3.4 Діяльність асиміляційної поверхні сорго зернового залежно від досліджуваного чинника

Формування високої врожайності культури залежить від фотосинтетичної діяльності агроценозу, який визначається такими показниками, як площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал чиста продуктивність фотосинтезу [3]. Проте фотосинтетична діяльність залежить від потенціалу вирощуваної культури та елементів технології вирощування, зокрема, обробки насіння та посівів.

У процесі онтогенезу всі рослини піддаються впливу тих чи інших чинників, що впливають на характер їхнього розвитку. Залежно від умов зростання змінюються морфологічні ознаки рослин та формується характерна епідермальна структура їхніх листків.

Регуляція онтогенезу рослин є важливим компонентом вирощування сільськогосподарських культур. До основних шляхів регуляції процесів онтогенезу відносяться: уповільнення росту стебла, активізація цвітіння, активізація процесу фотосинтезу, стимуляція проростання насіння.

Вивчався вплив передпосівної обробки насіння Біонорма Азот та Біонорма Фосфор а також позакоренева обробка посівів на різних стадіях Експерт Гроу, на анатомо-морфологічні показники стебла та листків рослин сорго. Дія препаратів на фотосинтетичну продуктивність реалізується через

зміни на рівні організації фотосинтетичного апарату а саме через потовщення листкової пластини (табл. 3.10).

Реакція досліджуваних гібридів на передпосівну обробку насіння була неоднаковою протягом всього вегетаційного періоду. Так гібрид Оганна на початкових стадіях розвитку ВВСН 13 мав найвищу товщину листка за обробки Біонорм Фосфор, тобто для цього гібриду наявність доступного фосфору мала стимулюючий ефект і зумовлювала збільшення товщини листка. В гібриду Алігатор реакція була дещо іншою, а саме збільшення товщини листка за обробки Біонорм Азот.

Таблиця 3.10

**Товщина листкової пластини сорго зернового залежно від обробки насіння**

Фактор А Гібрид	Фактор В Обробка насіння	ВВСН 13	ВВСН 78
Оганна	B1	0,12	0,11
	B2	0,13	<b>0,16</b>
	B3	<b>0,15</b>	0,15
Алігатор	B1	0,12	0,12
	B2	0,13	0,15
	B3	0,10	0,14

**Примітка\*** B1 – контроль (водою); B2 – Біонорм Азот; B3 – Біонорм

Фосфор

На час проходження рослинами стадії ВВСН 78 одержано однорідні результати. В гібриду Оганна найвищий показник було зафіксовано за обробки Біонорм Азот він становить 0,16 мм. Такий результат можна пов'язати з впливом азоту на збільшення вегетативної маси та лінійному приросту.

Досліджуючи вплив Експерт Гроу на рослини сорго зроблено наступні висновки, а саме внесення препарату незначною мірою збільшило товщину листкової поверхні, це пов'язано з надмірними температурами, на які рослина

мала відповідну власну реакцію та разом з дією препарату, знижує свою продуктивність до настання періоду коли погодні умови нормалізуються.

Стосовно загального збільшення товщини листкової пластинки то воно відбувалося за рахунок змін у його мезофілі: збільшувалися розміри клітин стовпчастої асиміляційної тканини лиска, яка відіграє основну роль у фотосинтетичних процесах; поряд із цим, лінійні розміри губчастої паренхіми достовірно не змінювалися.

Таблиця 3.11

### Товщина листкової пластинки сорго зернового залежно від обробки

Фактор А Гібрид	посів		
	Фактор В Обробка насіння	ВВСН/13	ВВСН/78
Оганна	В1	0,12	0,11
	В2	0,14	0,13
	В3	0,12	0,12
Алігатор	В1	0,12	0,09
	В2	0,13	0,10
	В3	0,12	0,14

**Примітка\*** В1 – контроль (водою); В2 – Експерт Гроу (ВВСН 13); В3 – Експерт Гроу (ВВСН13+ВВСН51)

Площа асиміляційної поверхні рослин відіграє надзвичайно важливе значення для росту та розвитку рослин сорго. Саме від цього показника залежать параметри росту та розвитку рослин, формування ними та накопичення цукрів в стеблах та сухої речовини.

Обробка насіння мікробними препаратами та регуляторами росту рослин також впливала й на інші показники. Так, у варіанті передпосівної обробки у гібриду Оганна площа листя зростає на 16,7-19 % порівняно з контролем. Найбільш важливим елементом живлення для сорго є азот, який сприяє інтенсивному росту рослин, підвищенню площі листкової поверхні й усієї вегетативної маси сорго (табл. 3.12).

Площа листкової поверхні гібриду Алігатор за обробки Біонорма Азот зросла на 10% порівняно з контролем. Фосфор впливає на гідроліз крохмалю та прискорює проростання насіння і активізує ріст рослин, але результат Біонорма Фосфор був нижчим за контроль на 1,5 %. Встановлено, що застосування досліджуваних препаратів виявляло значний вплив на чисельність окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері сорго зернового (табл. 3.13).

Таблиця 3.12

### Площа листової поверхні сорго зернового в залежності від варіанту обробки

Варіант	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Коефіцієнт	Площа листа, мм <sup>2</sup>	Кількість листків, шт.	Площа листкової рослини, см <sup>2</sup>
<b>Оганна</b>						
B1	53,8	5,4	0,67	194,6	6	116,8
B2	60,1	5,8	0,67	233,6	6	140,1
B3	64	5,6	0,67	240,1	6	144,1
<b>Алігатор</b>						
B1	64,9	5,5	0,67	239,2	7	167,4
B2	71,8	6,4	0,67	307,9	6	184,7
B3	67,8	6,05	0,67	274,8	6	164,9

**Примітка\*** B1 – контроль (водою); B2 – Біонорм Азот; B3 – Біонорм Фосфор

Таблиця 3.13

### Площа листової поверхні сорго зернового залежно від обробки посівів (дослід 2)

Варіант	Довжина листка, см	Ширина листка, см	Коефіцієнт	Площа листа, мм <sup>2</sup>	Кількість листків, шт.	Площа листкової рослини, см <sup>2</sup>
<b>Оганна</b>						
B1	53,8	5,4	0,67	194,6	6	116,8
B2	60,2	6,3	0,67	254,1	6	152,5
B3	53,7	6,2	0,67	223,1	6	133,8
<b>Алігатор</b>						
B1	71,8	6,4	0,67	307,9	6	166,4

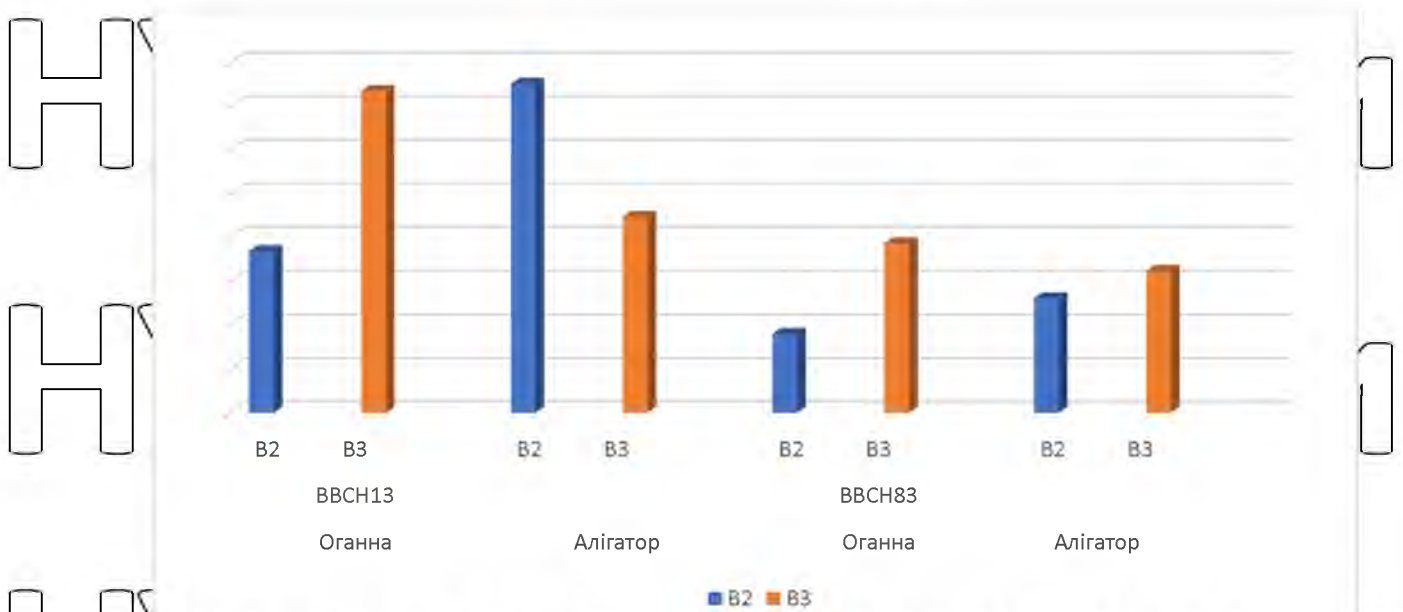
B2	65,7	5,4	0,67	237,7	7,0	184,7
B3	67,4	5,9	0,67	266,4	7,0	186,5

Примітка\* B1 – контроль (водою); B2 – Експерт Гроу (ВВСН13); B3 – Експерт Гроу (ВВСН13+ВВСН51)

За результатами досліджень спостерігається певна тенденція до наростання листкової поверхні. За одноразової обробки на стадії ВВСН 13 та до стадії ВВСН 78 коли проводили заміри у гібриду Оганна зафіксовано найвищу площу листків на одній рослині відносно контролю 24,4 %. За обробки ВВСН 13+ВВСН 51 площа зросла на 13,3 % але була на 13,9 % нижчою за обробки на стадії ВВСН 13. Отже підвищення температури повітря та зниження ґрунтової вологи разом зі збільшенням концентрації препарату вплинуло на формування листкової поверхні.

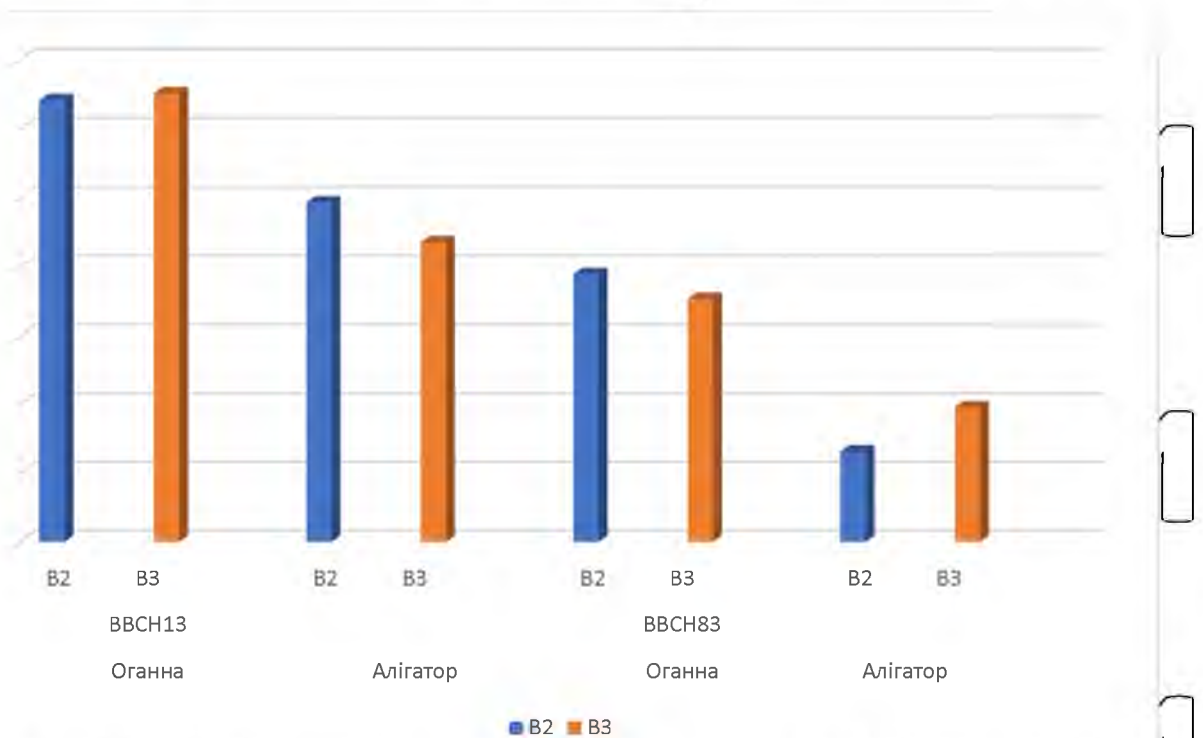
В гібриду Алігатор реакція на препарат була вагомішою через збільшення кількості листків разом зі збільшенням площі листкової поверхні 10-12,8 %. Це зумовлено індивідуальною реакцією рослин на препарат.

Визначення індексу достатності у рослин сорго є важливим елементом для формування системи живлення рослин, а також дозволяє оцінити загальний стан посівів (рис. 3.1).



Примітка\* B2 – Біонорм Азот; B3 – Біонорм Фосфор  
 Рис. 3.1. Індекс NSI рослин сорго залежно від обробки насіння (Дослід 1)

З одержаних даних можна відмітити, що на стадії ВВСН 13 гібриди мали значний запас азоту в прикореневому шарі ґрунту, це зумовлено як агрофоном так і дією бактерій. За обробки Біонорма Азот найвищий показник був у гібриду Алігатор 117,7 що на 22,5 % вище ніж у контрольного зразка. В гібриду Оганна краща реакція була за обробки Біонорма Фосфор та становить 116,8 на 21,8% вище за контроль та значно перевищує посіви що оброблені Біонорма Азот. Таку реакцію можна пояснити, тим що нерівномірне внесення добрив а також перепади рельєф, вплинули на кількість вологи а отже і на активність бактерій. На стадії ВВСН 83 зафіксовано різке зниження індексу забезпеченості. Який коливається від -6 до +4,4% у гібриду Оганна, а в гібриду Алігатор від -2,9 до +1,2%. В обох гібридів позитивне збільшення зафіксоване за обробки Біонорма Фосфор. Враховуючи що сорго активно використовує азот, але на його доступність значною мірою впливають погодні умови та запас вологи. Отже фосфор позитивно впливає на використання азоту який доступний у ґрунті, тоді як посіви оброблені Біонорма Азот через дефіцит вологи у ґрунті знизили його засвоєння (рис. 3.2).



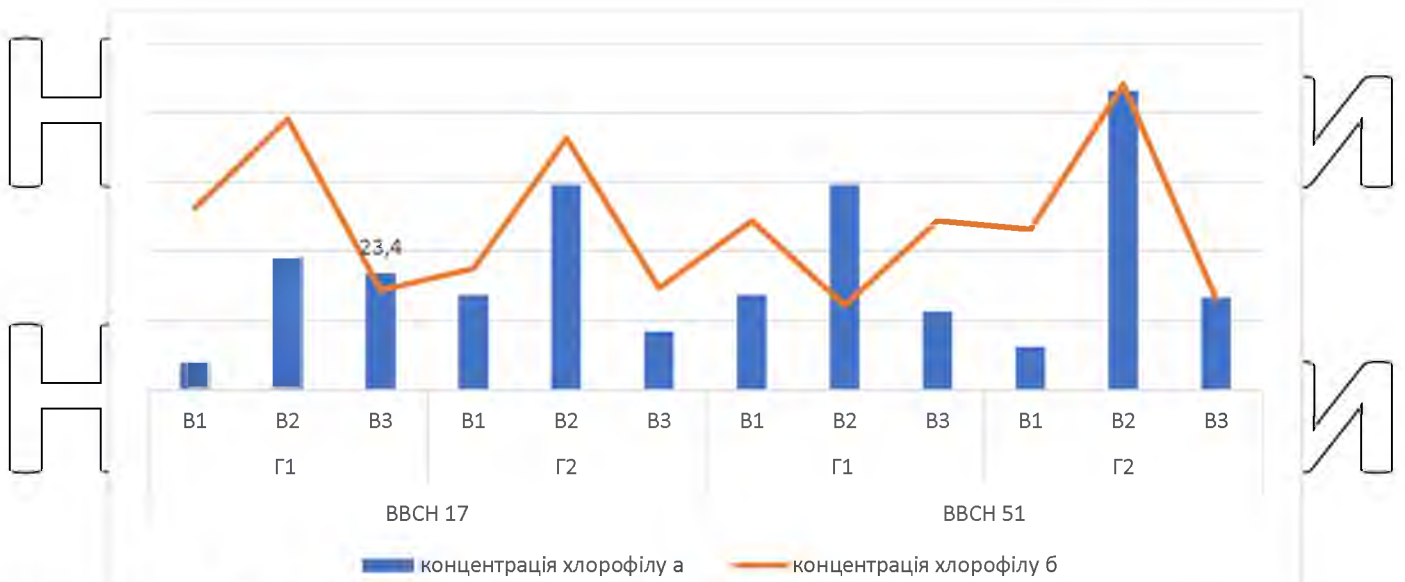
Примітка\* В2 – Експерт Гроу (ВВСН 13); В3 – Експерт Гроу (ВВСН13+ВВСН51)

Рис. 3.2. Індекс NSI рослин сорго залежно від обробки посівів (Дослід 2)

Наступним досліджуваним фактором даної роботи є обробка посівів сорго препаратом Експерт Гроу на стадіях ВВСН 13 та ВВСН 13+51. З одержаних результатів в розрізі стадій розвитку гібриди мали значний розрив індексу достатності. Гібрид Оганна мав найвищі результати на стадії ВВСН

13. Гібрид Алігатор не відзначився значним приростом. Вже на стадії ВВСН 87 відбулися значні зниження показнику індексу. Такі результати зумовлені кількістю азоту який внесено згідно технологічної карти а також значною потребою рослини в азоті, через активне формування зерна. Тож гібрид Оганна мав дещо вищі показники які коливалися в межах +2,7-4,5%, тоді як в гібриду Алігатор цей показник був на рівні - 8,4–5,2%.

Продуктивність фотосинтезу тісно пов'язано з фотосинтетичною активністю листків. Активність фотосинтезу оцінюється за концентрацією основних фотосинтезуючих пігментів – хлорофілів, і більшість зелених рослин мають дві форми хлорофілу: а і b. Встановлено, що високі температури прискорюють старіння листя і це руйнує хлорофіл і зупиняє транспортування асимілятів у зерно. Динаміка концентрації хлорофілу значною мірою коливалася від стадії розвитку та препарату.



Примітка\* B1 - контроль (водою); B2 - Біонорм Азот; B3 - Біонорм Фосфор

Рис. 3.3. Вміст хлорофілу в рослинах сорго зернового залежно від обробки насіння (Дослід 1)

Тож розглянувши одержані результати, спостерігається значний приріст від 6,5 до 7,7% у гібриду Оганна порівняно з контролем. На стадії BVCH 17 рослини активно формують вегетативну масу а отже використовує значну кількість поживних та пластичних речовин, за обробки Біонорма Азот спостерігається високий вміст хлорофілу а та b, це означає рослини мають знанне забезпечення.

В гібриду Алігатор показники дещо неолісзначні, за обробки Біонорма Азот концентрація хлорофілу була на рівні 29,8 тоді як за обробки Біонорма Фосфор показник був на рівні 19,2 що нижче за контроль на 2,6.

На стадії BVCH 51 тенденція до значної концентрації хлорофілів за обробки Біонорма Азот зберігається, а також збільшується в обох гібридів, та коливається в межах 29,8-36,6. Це можна пояснити наступним чином, що в рослин починається активне формування генеративних органів, а також утворення запасючих речовин які необхідні в критичні періоди та для формування насіння.



Процеси фотосинтезу в рослин сорго складний та динамічний. Їх інтенсивність постійно змінюється і залежить від багатьох чинників: абіотичних факторів, етапів органогенезу, та забезпеченням елементами живлення. враховуючи сучасні обставини на ринку добрив необхідно стимулювати рослини на оптимізацію використання доступних елементів живлення та ефективнішої протидії стресовим факторам. Для цього було використано в досліді 2 препарат Експерт Гроу. Розглянемо детальніше його дію на рослини а саме концентрацію хлорофілу.



**Примітка\*** B1 – контроль (водою); B2 – Експерт Гроу (BVCH 13); B3 – Експерт Гроу (BVCH13+BVCH51)

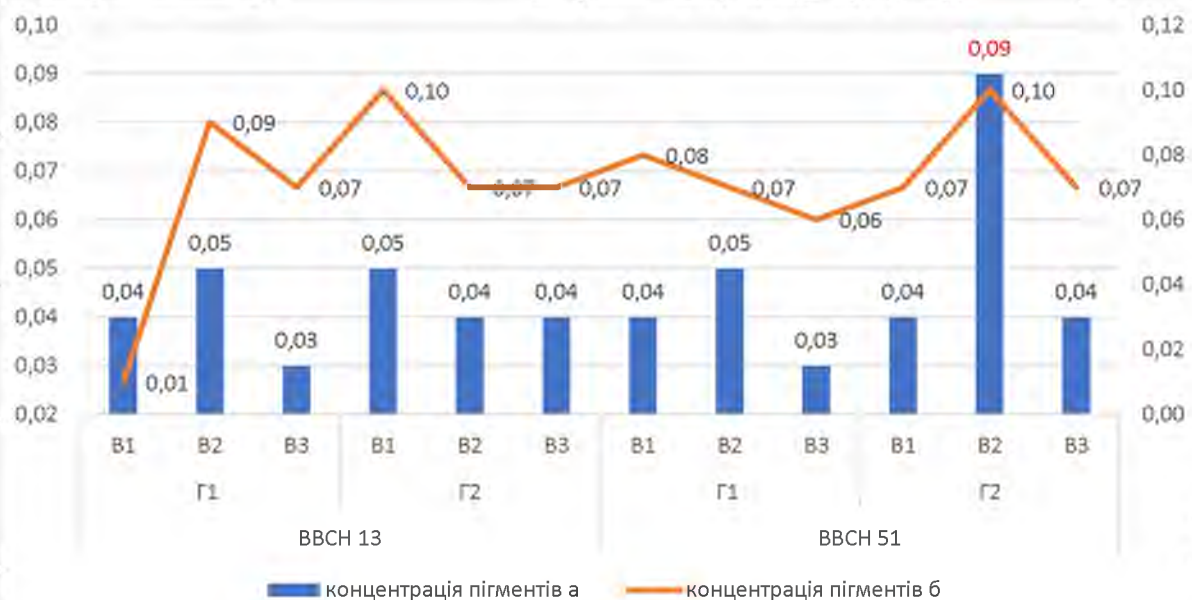
*Рис. 31* Вміст хлорофілу в рослинах сорго зернового залежно від обробки посівів (Дослід 2)

Значна тривалість міжфазних періодів дала можливість дослідити вплив препарату на рослини. За результатами досліджень встановлено, що внесення препарат на стадії BVCH 13 знижувало концентрацію хлорофілів порівняно з контролем в обох гібридів. За повторного внесення на стадії BVCH 13+51 відбулися певні структурні зміни а саме, в гібриду Оганна концентрація хлорофілів за повторного внесення збільшилася порівняно з контролем, тоді як за внесення на BVCH 13 результат мав незначне збільшення порівняно з контролем. В гібриду Алігатор помітно інгібують дію препарату а саме значне

зниження концентрації хлорофілу за обох варіантів обробки порівняно з контролем.

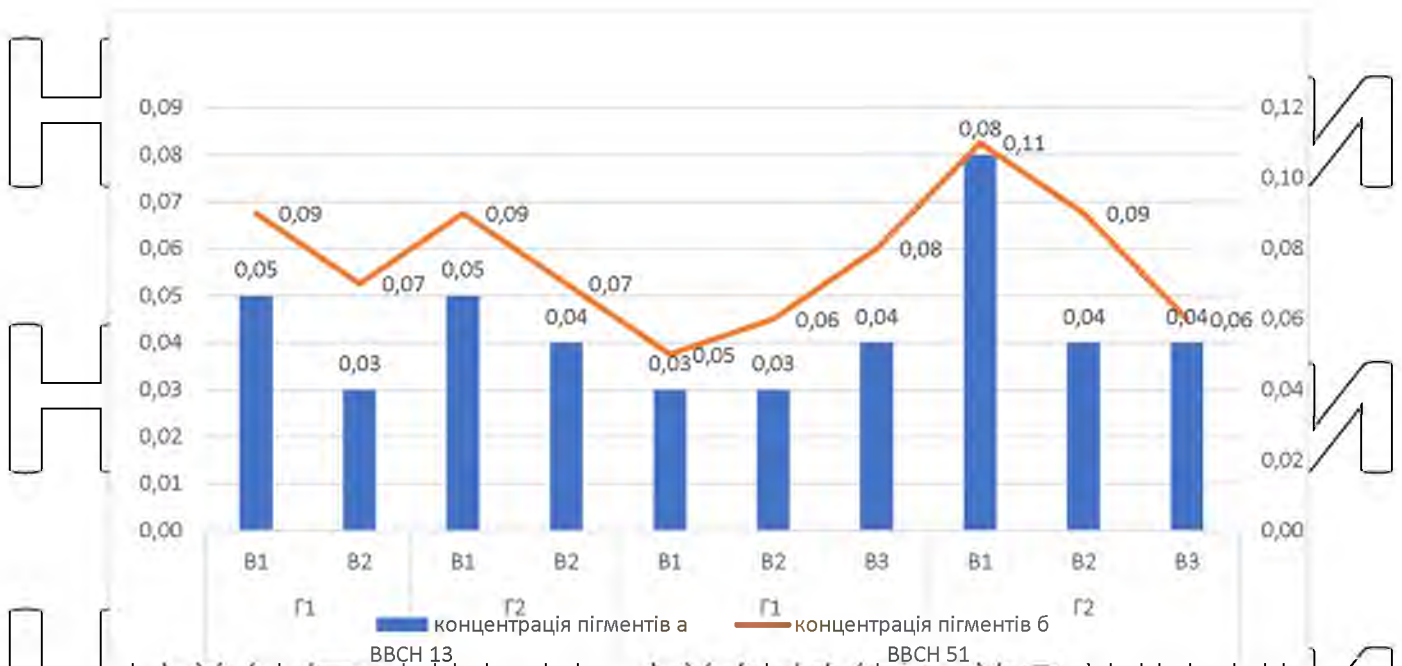
Можемо зробити висновок, що дія абіотичних факторів а також вплив препарату негативно вплинули на продуктивність асиміляційного апарату гібридів, водночас покращили використання доступної вологи та інтенсивність роботи прорих в.

Поряд із хлорофілом постійним компонентом фотосинтетичних систем є каротиноїди – поліфункціональні пігменти, які виконують роль допоміжних світловловних пігментів у процесі фотосинтезу, захищають хлорофіл від руйнування під час окислювального стресу, зумовленого несприятливими чинниками довкілля. Механізми дії цих пігментів залежать від умов вирощування рослин. Зростання вмісту каротиноїдів у листках розглядають як один із проявів адаптивної реакції у рослин. На вміст фотосинтетичних пігментів та інтенсивність фотосинтезу у сорго істотно впливають елементи мінерального живлення. Їх дефіцит призводить до зниження кількості пігментів у листкових пластинках рослин.



**Примітка\*** B1 - контроль (водою); B2 - Біонорм Азот; B3 - Біонорм Фосфор

Рис. 3.5. Вміст каротиноїдів в рослинах сорго зернового (Дослід 1)



**Примітка** B1 – контроль (водою), B2 – Експерт Гроу (BVCH 13); B3 – Експерт Гроу (BVCH 13+BVCH 51)

**Рис. 3.6. Вміст каротиноїдів в рослинах сорго зернового (Дослід 2)**

Вміст каротиноїдів цілком залежний від концентрації хлорофілів тому

за будь яких змін концентрації збільшується і вміст каротиноїдів, таку реакцію яскраво зафіксовано в гібриду Алігатор за обробки Біогорма Азот.

Динаміка накопичення хлорофілів та каротиноїдів у процесі розвитку рослин сорго у дослідженні є достатньо лабільними. Рослини постійно адаптуються до конкретних умов середовища і змінюються відповідно до етапів органогенезу. Найвищою фізіологічною та біохімічною діяльністю рослин сорго є стадія BVCH 51 яка характерна утворення генеративних органів та утворення запасючих речовин. Саме у цей період відбувається формування найвищої площі листової поверхні, є найінтенсивніший обмін речовин, і процеси фотосинтезу, а тому спостерігається висока потреба в елементах живлення та наявності доступної вологи.

Зміна концентрації хлорофілів у листових пластинках рослин сорго є важливим, але не єдиним показником біологічної продуктивності культури.

Разом з тим він є досить точним показником не лише процесів фотосинтезу, а й біологічної активності рослин взагалом. Відповідно даний показник дає змогу інтегрально оцінити умови вирощування рослин сорго та спрогнозувати їх урожайність.

## РОЗДІЛ 4

# ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА УРОЖАЙНОСТІ СОРГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ЧИНИКУ

## 4.1. Елементи структури врожаю сорго за впливу досліджуваного

**Чиннику**  
**Оптимізація** елементів **живлення** для **виросування**,  
 сільськогосподарських культур, у тому ж числі й сорго зернового дозволяє суттєво вплинути на формування елементів структури урожаю і цим самим забезпечити високу і стабільну продуктивність посівів. Адже реалізація біологічного потенціалу гібридів пов'язана не тільки з оптимізуванням умов вирощування, а й з особливостями формування елементів структури врожаю [15, 23].

До основних елементів структури урожаю сорго зернового відносяться такі показники як: продуктивна кущистість (кількість стебел разом з волотями на одну рослину), кількість волотей з одного гектара, кількість зерен у волоті, масу зерна з однієї рослини, маса зерна з однієї волоті та маса 1000 насінин (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Кількість волотей на рослині та кількість зерен у волоті сорго зернового залежно від обробки насіння**

Гібрид фактор А	Обробка насіння фактор В	Продуктивна кущистість	Кількість волотей, шт./га	Кількість зерен у волоті, шт.
Огайна	Контроль	1,0	144,1	1251
	Біонорма Азот	1,0	144,4	1537
	Біонорма Фосфор	1,0	144,2	1575
Алгатор	Контроль	1,0	148,7	1561
	Біонорма Азот	1,0	150,2	2403
	Біонорма Фосфор	1,4	209,2	1426

Показник продуктивної кущистості є дуже важливим для формування рослинної продуктивності, так як для сорго зернового, як і для більшості злакових культур, притаманна властивість кущитись. За оптимальних умов це допомагає формувати на бічних пагонах 20-30 % урожаю.

За визначення впливу обробки посівів на рослини біостимуляторами сорго зернового на кущистість та кількість волотей і кількість зерен у волоті отримано наступні дані (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Кількість волотей на рослині та кількість зерен у волоті сорго зернового залежно від обробки посівів**

Гібрид фактор А	Обробка посівів фактор В	Продуктивна кущистість	Кількість волотей, шт./га	Кількість зерен у волоті, шт.
Оганна	Контроль	1,0	144,1	1251
	Експерт Гроу (ВВСН 13)	1,0	144,3	1548
	Експерт Гроу (ВВСН 13+ВВСН 51)	1,0	144,4	1958
Алігатор	Контроль	1,0	148,7	1561
	Експерт Гроу (ВВСН 13)	1,0	150,4	2158
	Експерт Гроу (ВВСН 13+ВВСН 51)	1,0	150,8	1306

По даним цієї таблиці видно, що внесення біостимулятора Експерт Гроу, в обох гібридах дослідів, ніяк не сприяло формуванню додаткових продуктивних волотей.

В даному варіанті гібриди удобрені стимулятором Експерт Гроу також мають велику різницю в кількості зерен у волоті, так наприклад у сорті Оганна спостерігається більша кількість зерен у рослинах з дворазовим внесенням, а в гібриді Алігатор ситуація протилежна варіант удобрення з одноразовим внесенням перевищує показники варіанту з повторним внесенням на 60 %, це

може бути зумовлене тим, що гібрид Алігатор був пригніченим повторним внесенням біостимулятора Експерт Гроу.

За одержаними результатами, кількість волотей сорго зернового залежить від біологічних особливостей досліджуваного гібрида а ще більше від внесених стимуляторів росту, що вивчались. В цілому кількість волотей з розрахунку на одиницю площі відповідає густоті рослин та продуктивній їх кущистості.

В таблиці 4.3 показник маси зерна змінюється тільки у варіанті за обробки насіння Біонорма Фосфор у гібриді Алігатор, так як це єдиний варіант в якому ми спостерігали додаткові бічні пагони і формування додаткових волотей. При цьому маса 1000 зерен в гібридах Оганна та Алігатор має більшу різницю у варіанті удобрення стимулятором Біонорма Азот, так як азот сприяє більшому накопиченню білку в зернових культурах.

Таблиця 4.3

#### Маса зерна з волоті та маса 1000 зерен сорго за обробки насіння

Гібрид фактор А	Обробка насіння фактор В	Маса зерна з волоті, г	Маса 1000 зерен, г
Оганна	Контроль	28,9	23,1
	Біонорма Азот	35,5	23,4
	Біонорма Фосфор	36,4	23,1
	Контроль	36,1	23,1
Алігатор	Бионорма Азот	55,5	26,1
	Бионорма Фосфор	33,0	32,4

Також у гібриді Алігатор у варіанті удобрення Біонорм Азот, бачимо значну різницю між контролем, так як фосфор відіграє важливу роль під час наливу зерна и збільшує його крупність.

За обробки посівів біостимулятор Експерт Гроу гібрид Оганна мало позитивний вплив, за кожним внесенням стимулятора маса зерна з волоті

поступово збільшувалась зокрема, в контрольному варіанті маса зерна становила – 28,9 г, у варіанті з одним внесенням значно збільшилась до 35,8 г, а за повторного внесення на стадії ВВСН 51 зросла до 45,2 г з однієї волоті, тим самим різниця між контрольним варіантом і дворазового внесення становила 16,3 г (табл. 4.4).

Таблиця 4.4  
Маса зерна з волоті та маса 1000 зерен сорго за обробки посівів

Гібрид фактор А	Обробка насіння фактор В	Маса зерна з волоті, г	Маса 1000 зерен, г
Огання	Контроль	28,9	23,1
	Експерт Гроу (ВВСН 13)	35,8	23,5
	Експерт Гроу (ВВСН13+ВВСН51)	45,2	28,1
Алігатор	Контроль	36,1	23,1
	Експерт Гроу (ВВСН 13)	49,9	30,1
	Експерт Гроу (ВВСН13+ВВСН51)	30,2	21,2

Тим самим у гібриду Алігатор є значна відмінність між обробкою на стадії ВВСН13 та на стадії ВВСН13+ВВСН51, обробка біостимулятора Експерт Гроу на даному гібриді знизив накопичення пластичних речовин, за рахунок підвищення стресостійкості.

Маса насіння з однієї рослини прямопропорційно залежить від коефіцієнту кушення та формування волоті на одній рослині, з цього робимо висновок що обробка препаратом Експерт Гроу вплинула лише на біометричні показники, а саме формування вегетативної маси та підвищила стійкість рослин до стресових факторів, разом з цим у рослин не відбувалося активного кушення.

#### 4.2. Урожайність сорго зернового за впливу біопрепаратів

Урожайність сорго зернового виступає визначальним фактором перевірки ефективності окремих елементів технології вирощування рослин у польових умовах.

Дослідженнями встановлено, що передпосівна обробка насіння та позакоренева обробка посівів впливають на формування врожайності досліджуваних гібридів сорго зернового. Через нестабільність погодних умов протягом вегетаційного періоду та проведення відповідних агротехнічних заходів відбулося певне диференціювання за урожайністю да якісними показниками.

Гібрид Оганна протягом всього періоду вегетації мав певне відставання, яке відобразилося на урожайності. За обробки Біонорма Азот приріст урожайності становить 19,8 %. Найвищий приріст урожайності 20,7 % зафіксовано за обробки Біонорма Фосфор до контролю (рис. 4.1).

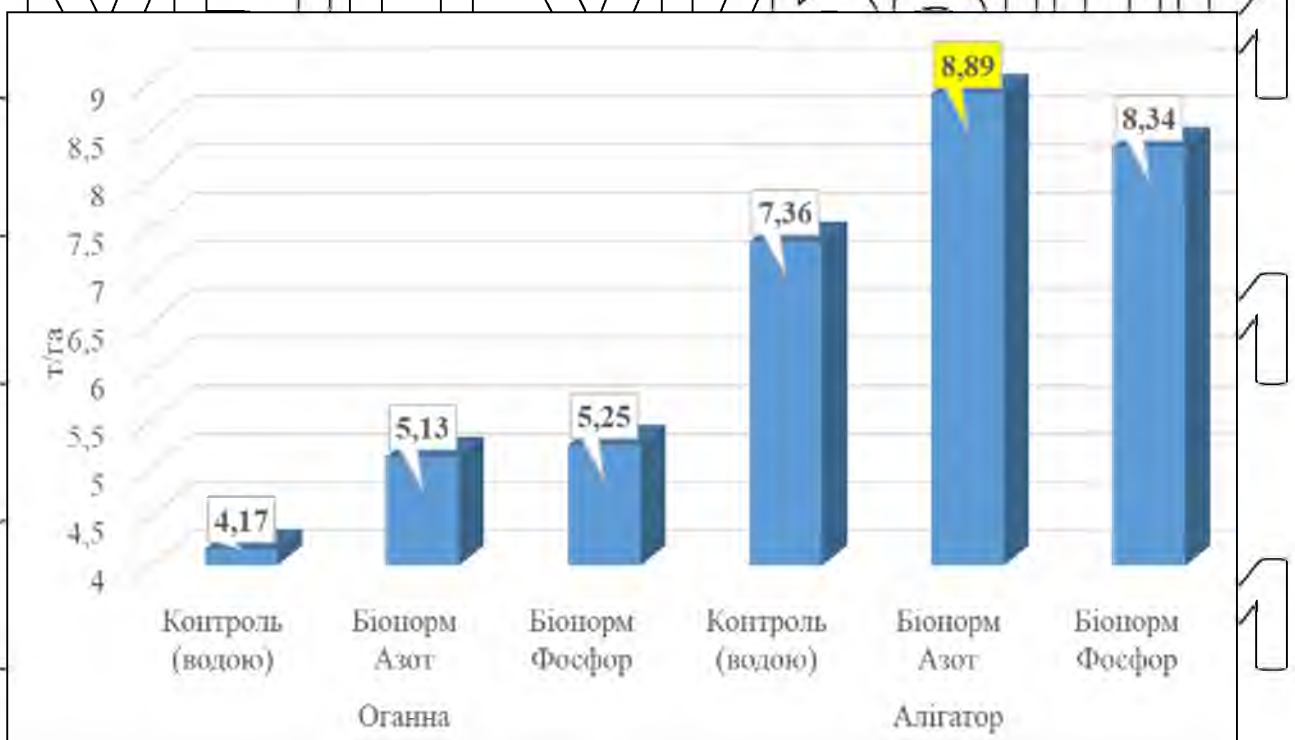


Рис. 4.1. Урожайність зерна сорго залежно від обробки насіння, т/га



Такі результати свідчать про те що гібрид не зміг повною мірою розкрити генетичний потенціал, навіть за рахунок дії препаратів. Дослідженнями встановлено, що на ділянках де висіяно Гібрид Алігатор та проведено передпосівна обробка насіння Біонорма Фосфор, зафіксовано урожайність на рівні 8,34 т/га, обробка Біонорма Азот підвищила урожайність на 22,2% до контролю. Тобто індивідуальна реакція гібриду на обробку виявилася доволі вагомою.

Гібрид Оганна за обробки препаратом Експерт Гроу на стадії ВВСН13 мав приріст урожайності 0,93 т/га тоді як на стадіях ВВСН13+ВВСН51 дало приріст урожайності 2,37 т/га. Це свідчить що рослини доволі ефективно використали доступні поживні речовини а також змогли їх реалізувати в період формування врожайності (рис. 4.2).

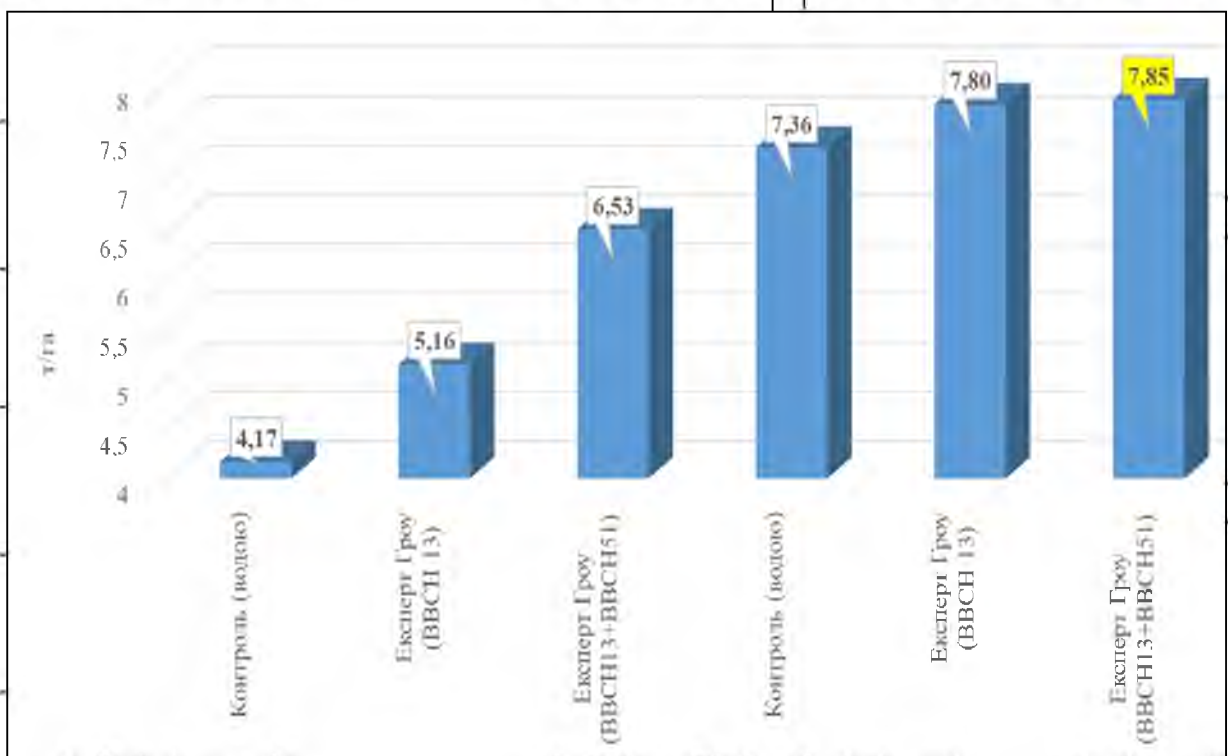


Рис. 4.2. Урожайність зерна сорго залежно від обробки посівів, т/га

Гібрид Алігатор значно наростив свою продуктивність за внесення препарату Експерт Гроу на стадії ВВСН, така взаємодія рослини та препарату мала вагомі результати. Накопичені пластичні речовини протягом вегетації а

також їх перерозподіл в період формування генеративних органів рослини сформували найвищий показник урожайності 7,50 т/га.

Отже, встановлено, що найвища урожайність зерна сорго у гібриду Алігатор за передпосівної обробки Біонорм Азот, яка становила 8,89 т/га, що відповідно на 1,53 т/га більше порівняно з контрольним варіантом. Обробка

посівів біостимулятором також сприяло зростанню врожаю, так найкращий результат було отримано за вирощування гібриду Алігатор за обробки посівів Експерт Гроу на стадії ВВСН 13+ВВСН 5Т, де врожайність становила 7,85 т/га,

що на 0,49 т/га перевищувало контроль.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗА РІЗНИХ ТІХНОЛОГІЙ

Зважаючи на сучасні економічні реалії, коли будь-яка партія рослинницької продукції повинна розцінюватися і з позиції 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.

Останнім часом в прогресивних технологіях виробництва сільськогосподарських культур все більше уваги приділяється питанню застосування в агрофітоценозах біологічно-активних речовин - природних і синтетичних стимуляторів росту рослин, котрі за мінімальних витратних норм спроможні радикальним чином змінити інтенсивність і вектори ростових і продуктивних процесів фітоорганізму.

Шляхом адресного застосування тієї чи іншої росторегулюючої сполуки реально покращити комплекс адаптивних властивостей культури, регулювати ростові процеси та механізм утворення і накопичення запасних речовин (цукрів, жиру, білку тощо).

Оцінка економічної ефективності досліджуваних елементів технології вирощування сорго зернового полягає в основі розширення і вдосконалення виробництва в цілому. Адже без належної економічної мотивації пропонувані агрозаходи, ні один товаровиробник не буде витрачати ресурси, без забезпечення прибуткової віддачі посівів. Щоб вплинути на економічний розвиток виробництва, необхідно впроваджувати високоефективні ресурсоощадні технології, які у свою чергу зумовлять зниження собівартості та підвищення рентабельності виробництва.

Під час проведення економічної оцінки технологічних елементів

важливе значення має встановлення економічної ефективності виробництва рослинницької продукції, при цьому слід враховувати декілька груп чинників, які прямо або опосередковано впливають на кінцевий результат.

Економічна оцінка елементів технології вирощування сорго зернового проведена з використанням таких показників, як: урожайність і собівартість зерна та його ціна, вартість виробленої продукції, рівень рентабельності виробництва. Ціна за 1 тону зерна сорго становила 8 500 грн. станом на жовтень 2023 року.

Таблиця 5.1

**Витрати на вирощування сорго та вартість валової продукції з 1 га за обробки насіння**

Гібрид	Варіант	Витрати, грн/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га
Оганна	Контроль	22500	35,4
	Бионорма Азот	22520	43,6
	Бионорма Фосфор	22524	44,6
Алігатор	Контроль	22048	45,6
	Бионорма Азот	22068	70,9
	Бионорма Фосфор	22072	58,6

У випадку культури зернового сорго, зважаючи на певні агробіологічні особливості насамперед, проведення комбайнового збирання в осінній період, і, як наслідок, високу ймовірність надходження до бункеру зернової маси із підвищеною вологістю та засміченістю зерновими та незерновими домішками, облік врожаю слід проводити лише в перерахунку на кондиційне зерно (за 14% вологості та 100% чистоти), що дозволить більш об'єктивно оцінити ефективність впливу на продуктивність культури того чи іншого фактору, що досліджувався.

Фактори, які було поставлено нами на вивчення в програмі наукових досліджень, продемонстрували істотний вплив на процеси росту і розвитку, а

також елементи структури врожаю зернового сорго.

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 5.2

## Витрати на вирощування сорго та вартість валової продукції з 1 га за обробки посівів

Гібрид	Варіант	Витрати, грн/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га
Оганна	Контроль	22509	35,4
	Експерт Гроу (BVCH 13)	23074	43,4
	Експерт Гроу (BVCH13+BVCH51)	23648	53,3
Алігатор	Контроль	22048	45,6
	Експерт Гроу (BVCH 13)	23074	63,8
	Експерт Гроу (BVCH13+BVCH51)	23850	22,1

Економічна ефективність виробництва характеризується зростанням об'ємів отримання високоякісної продукції при зменшенні затрат праці та коштів на її одиницю.

На даний час, складність розрахунків економічної ефективності застосування добрив зумовлена диспаритетом та нестабільністю цін на сільськогосподарську і промислову продукцію (мінеральні добрива, техніку для їх внесення, паливо-мастильні матеріали). Високі ціни на придбання мінеральних добрив та значні витрати на їх застосування потребують нових методичних підходів до оптимізації системи удобрення для економії ресурсів та отримання прибутків.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що виробничі витрати на 1 га та собівартість 1 т зерна, а відповідно й рівень рентабельності були різними. В даному досліді рівень економічної ефективності значною мірою визначався сортовими особливостями рослин сорго, а також від

# НУБІП УКРАЇНИ

досліджуваних факторів таких як передпосівна обробка насіння та позакоренева обробка посівів (рис. 5.1).

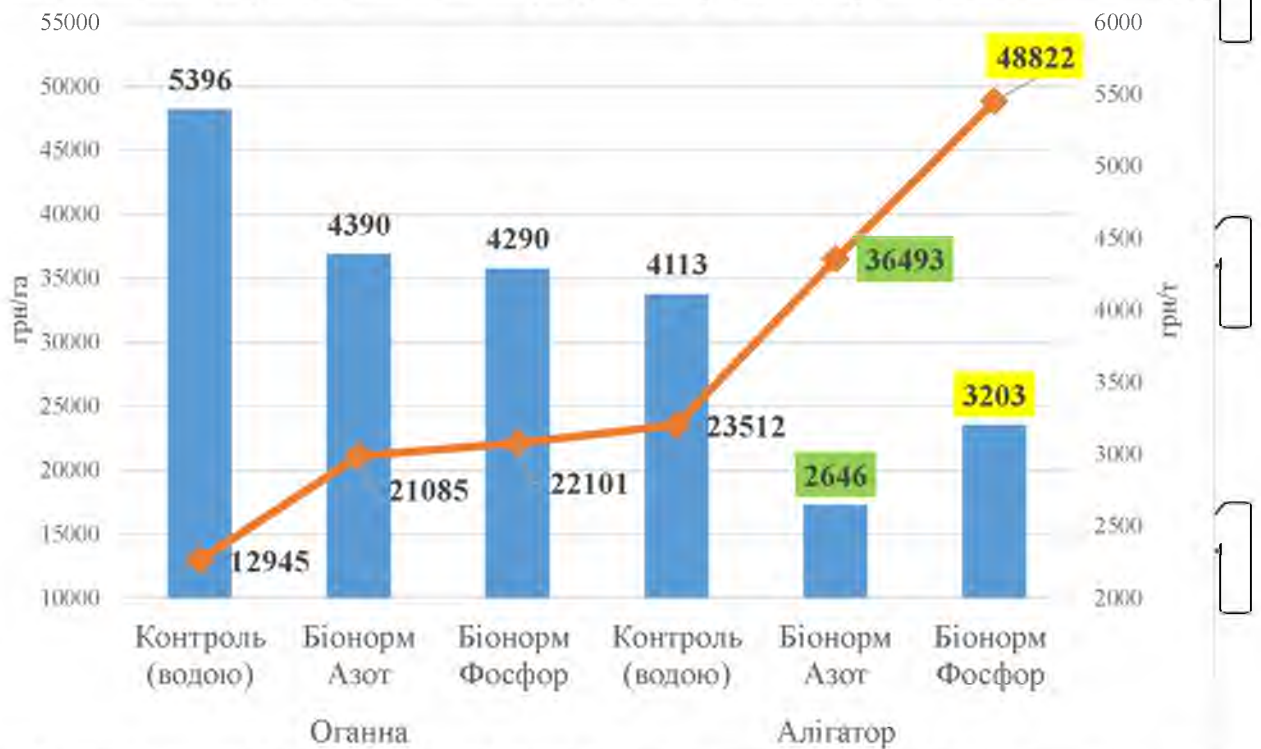


Рис. 5.1. Собівартість 1 тону зерна сорго та умовний прибуток (Дослід 1)

За результатами економічної оцінки дослідів спостерігається позитивна тенденція до збільшення врожайності та відповідно збільшення рівня рентабельності. Розглянемо гібрид Оганна найвищі результати врожайності одержано за обробки Біонорма Фосфор порівняно з контролем на 18,3% разом з цим зріс рівень рентабельності на 41,1%. Обробка Біонорма Азот підвищила врожайність на 18,1%. За обробки Біонорма Азот зріс рівень рентабельності на 41,4% це зумовлено нижчою вартістю препарату порівняно з Біонорма Азот, але за рахунок урожайності різниця не є суттєвою.

Гібрид Алігатор протягом вегетаційного періоду мав певні зниження продуктивності порівняно з гібридом Оганна, це зумовлено індивідуальною реакцією на вплив досліджуваних факторів а також на дію погодних умов. В період наливання зерна ситуація змінилася, та даний гібрид мав знанний приріст до урожайності. За обробки насіння Біонорма Азот урожайність зроста

на 22,8% а рівень рентабельності підвищився на 58,7%. Найвищі результати урожайності зафіксовано за передпосівної обробки Біонорма Фосфор та становлять 8,34 т/га що вище за контроль на 36,3% та на 18,6% порівняно з Біонорма Азот. Рівень рентабельності становить 221,2% а прибуток 48822 грн/га (рис. 5.2).

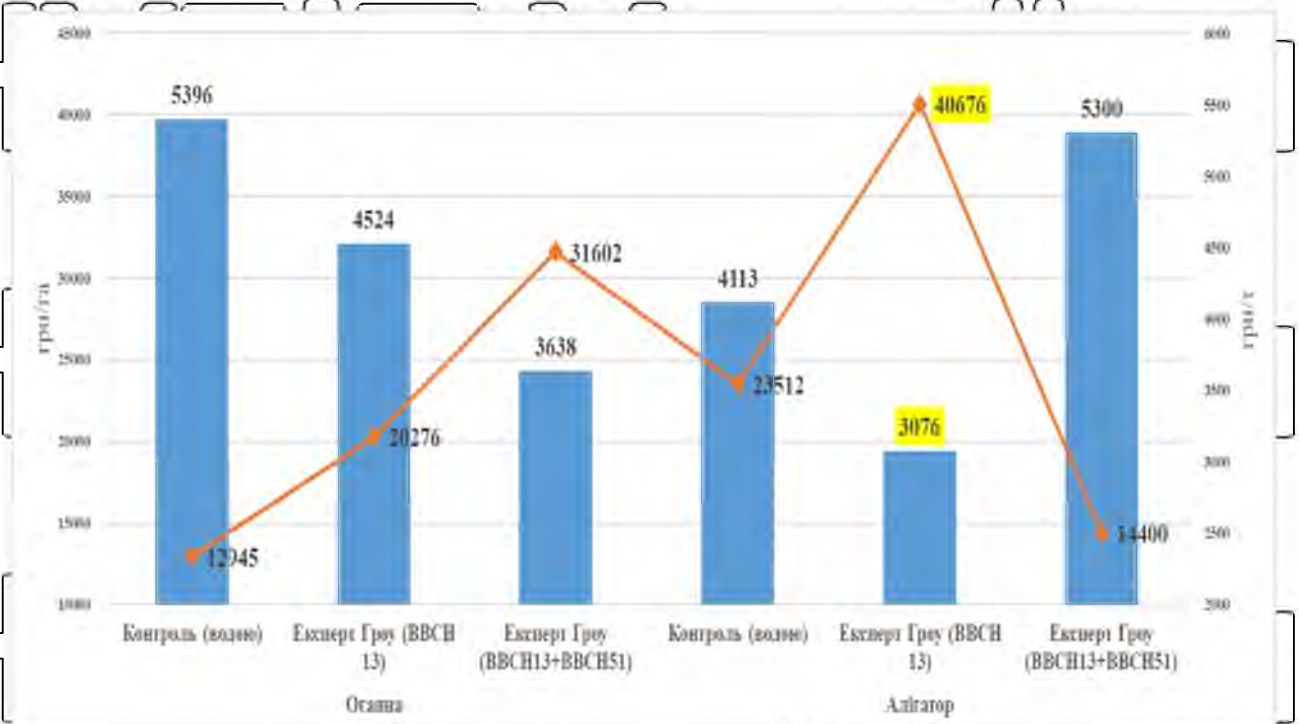


Рис. 5.2. Собівартість 1 тони зерна сорго та умовний прибуток (Дослід 2)

Продовжуючи вивчати вплив досліджуваних препаратів на рослини сорго у досліді 2 спостерігається значні коливання ефективності залежно від кратності застосування препаратів на рослину. У гібриду Оганна найвищу ефективність спостерігали за повторною обробкою, де зафіксовано найвищу урожайність, рентабельність та прибуток зріс в 2,4 рази до контролю та становить 31 602 грн/га.

У гібриду Алігатор реакція на дію препарату була дещо іншою. Повторне внесення знизило урожайність на 0,86 т/га, разом з цим знизився прибуток на 9112 грн/га, та рівень рентабельності на 46,25% порівняно з контролем. Одноразове внесення препарату на гібрид Алігатор мало

найвищий результат. Урожайність була на рівні 7,5 т/га. Рівень рентабельності становить 176% що на 70% вище ніж у контрольного зразку.

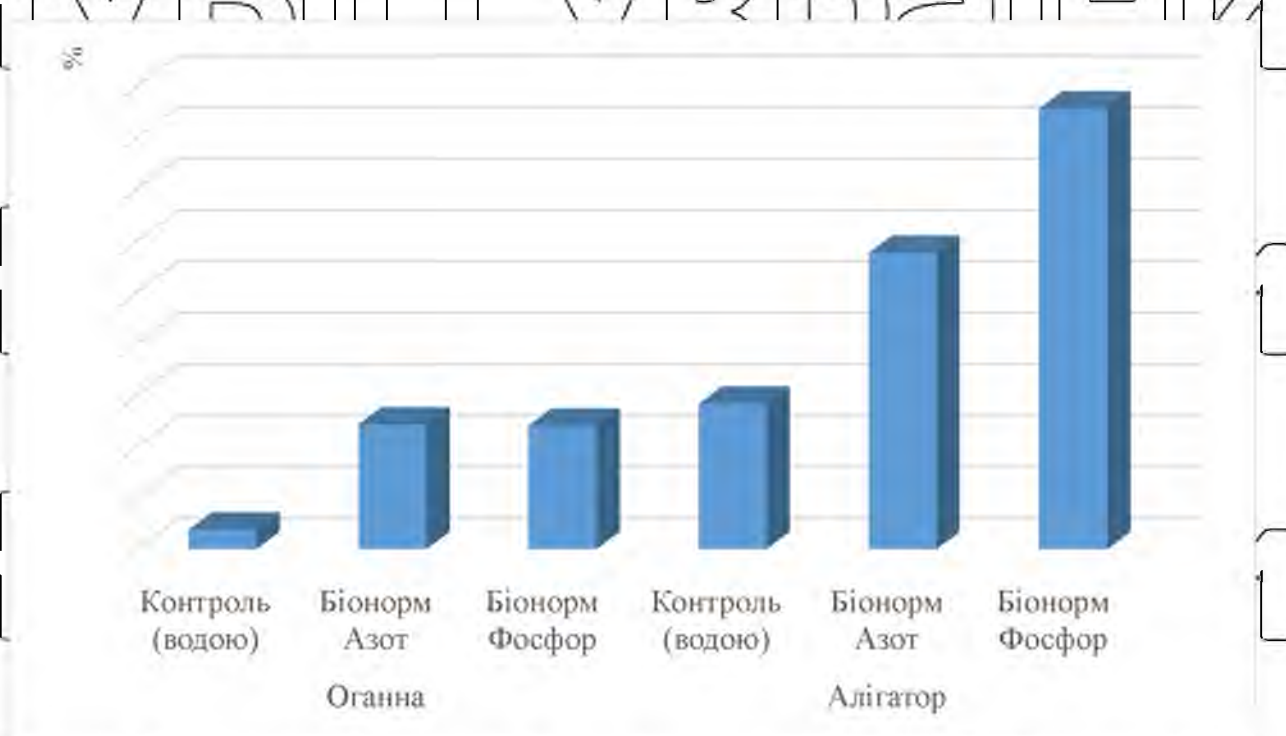


Рис. 5.3. Рівень рентабельності за вирощування сорго з обробкою насіння досліджуваним препаратом

Можна зробити висновки, що реакція досліджуваних гібридів сорго є різною. Найбільш економічно вигідним є передпосівна обробка насіння Біонорма Фосфор. При цьому найвища урожайність зафіксовано у гібриду Алігатор 8,34 т/га відповідно найвищий умовно-чистий прибуток 48822 грн/га та рівень рентабельності який становить 221,22%. Такі результати зумовлені як впливом абіотичних факторів, генетичними особливостями гібридів та дією препаратів (рис. 5.4).

Дослідження позакореневого внесення препарату Експерт Гроу в досліді 2 мало неоднозначні результати. Розглянемо в розрізі кожного з гібридів.

Гібрид Оганна мав кращу реакцію на повторне внесення препарату там врожайність на рівні 6,5 т/га та умовно-чистий прибуток 23512 грн/га та рівню рентабельності 138%.



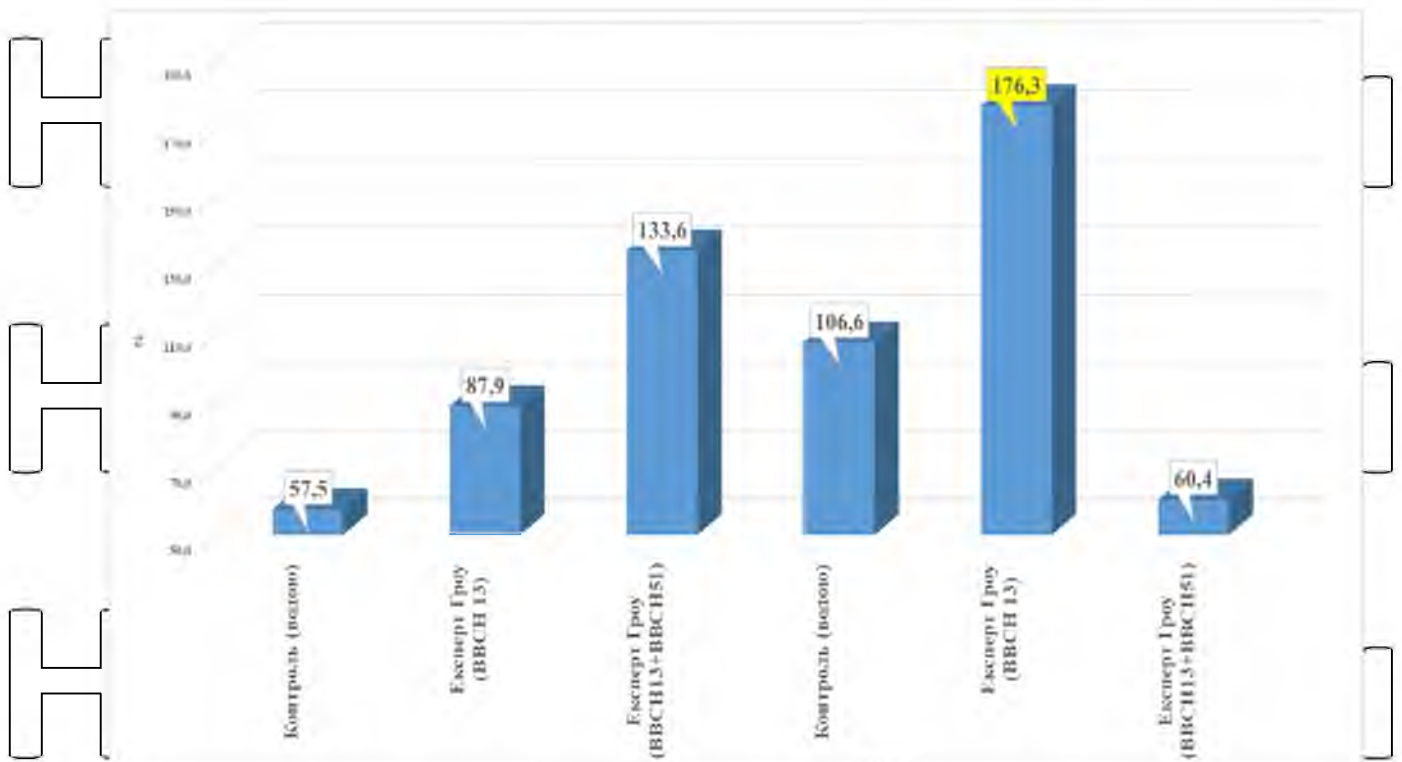


Рис. 5.4. Рівень рентабельності за вирощування сорго з обробкою посівів

#### Експерт Гроу

Одноразова обробка мала зниження урожайності та супутніх з нею показників прибутку та рентабельності. Гібрид Алігатор в досліді 2 знову виявився лідером по врожайності та економічним показникам. Повторне внесення не принесло вагомого збільшення продуктивності та навпаки знизило урожайність та економічні показники.

Тоді як одноразове внесення дало можливість сформувати урожай на рівні 7,5т/га що одним з найвищих показників в розрізі дослідів. Разом з цим були високі показники рентабельності та прибутку.

## ВИСНОВКИ

1. Польова схожість гібридів сорго зростає за передпосівною обробкою насіння, як препаратом Біонорма Азот, так і препаратом Біонорма Фосфор. Енергія схожості насіння була вища за обробки Біонорма Фосфор на 1,2-2 %, найвищий показник був у гібриду Алігатор. Кількість сходів була вищою у гібриду Алігатор та перевищувала гібрид Оганна на 1,6 %

2. За обробки Біонорма Азот спостерігали подовження міжфазних періодів в обох досліджуваних сортів яка становила до 3-ох діб, порівняно з контрольним варіантом. Обробка Біонормою фосфор не мала істотного впливу на подовження міжфазного періоду у гібридів Алігатор і Оганна. Обробка Експерт Гроу на стадії ВВСН13 мала незначний вплив на тривалість періодів, де у гібриду Оганна відмічено скорочення тривалості на 1-2 доби зі стадії ВВСН51.

3. Ростові процеси в цьому році проходили по-особливому, і максимальна довжина стебла сорго за обробки насіння Біонорм Азот та Біонорм Фосфор зафіксовано на стадії ВВСН61 та коливалася від 110 до 121 см залежно від гібриду. Дія препарату Експрес Гроу на рослину, а також вплив погодних умов через підвищення температури повітря, зниженню кількості опадів та повітряними посухами, прискорило проходження міжфазних періодів на 1-2 доби від кратності обробок та зменшило висоту рослин від 7 до 10 см залежно від гібриду.

4. Динаміка накопичення сухої речовини відображала тенденції, які були встановлені під час аналізу показників лінійного приросту та збільшення сухої маси сорго, проте зафіксовано і певні відмінності між цими показниками наприкінці вегетаційного періоду.

5. У гібриду Оганна зафіксовано найбільшу площу листків на одній рослині відносно контролю 24,4 %. За обробки Експрес Гроу ВВСН 13+ВВСН 51 площа зроста на 13,3% але була на 13,9 % нижчою за обробки Експрес Гроу на стадії ВВСН 13.

6. Дія абіотичних факторів, а також вплив препарату негативно відзначилися на продуктивність асиміляційного апарату гібридів, водночас покращили використання доступної вологи та інтенсивність роботи продохів.

7. Динаміка накопичення хлорофілів та каротеноїдів у процесі розвитку рослин сорго у дослідженні є достатньо лабільними. Рослини постійно адаптуються до конкретних умов середовища і змінюються відповідно до стадій розвитку.

8. Встановлено, що досліджувані препарати впливали на величину елементів продуктивності посівів сорго, а саме на кількість зерен у волоті та масу 1000 зерен.

9. Найвища урожайність зерна сорго у гібриду Алігатор за передпосівної обробки Біонорм Азот, яка становила 8,89 т/га, що відповідно на 1,53 т/га більше порівняно з контрольним варіантом. Обробка посівів біостимулятором також сприяло зростанню врожаю, так найкращий результат було отримано за вирощування гібриду Алігатор за обробки посівів Експерт Гроу на стадії ВВСН 13+ВВСН 51, де врожайність становила 7,85 т/га, що на 0,49 т/га перевищувало контроль.

10. Оптимальне поєднання досліджуваних елементів технологій вирощування було у гібриду Алігатор за обробки насіння Біонорма Азот, про що свідчить отримана низька собівартість однієї тони на рівні 2646 грн. Серед гібридів сорго найвища рентабельність та прибуток було отримано у гібриду Алігатор за обробки насіння Біонорма Фосфор з показниками 221,2 % та 48,8 тис. грн/га відповідно. За обробки Експрес Гроу на стадії ВВСН 13 було отримано найвищу рентабельність, яка склала 176,3 %.

## РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

## НУБІП України

В умовах Київської області з метою формування врожаїв сорго на рівні 8,5-9,0 т/га рекомендується поширювати наступні елементи технології вирощування:

## НУБІП України

- висівати гібрид Алігатор за застосовувати передпосівної обробку насіння Біонорма Азот у нормі 0,5 л/т насіння.

- проводити обробку посівів сорго Експерт Гроу у нормі 0,5л/га на стадії розвитку ВВСН 13+ВВСН 51.

## НУБІП України

## НУБІП України

## НУБІП України

## НУБІП України

## НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабенко В. М. (2018). Вплив густоти рослин на врожайність та якість зернового сорго в умовах Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії, (3), 37-43.

2. Базалій В. В., Бойко М. О., Алмашова В. С., Онищенко С. О. Рослинницькі аспекти та агроекологічні засади вирощування сорго зернового на Півдні України. Таврійський науковий вісник, 2015. Вип. 91. С. 3-6.

3. Балан В. М., Присяжнюк О. І., Балагура О. В. Рослинництво основних культур: монографія. Київ : «Нілан-ЛТД», 2018. С. 381.

4. Букін А. В., Антал Т. В., Найденко В. М. Фенологічні особливості сорго зернового залежно від впливу елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник, 2019. Вип. 107. С. 44-47.

5. Бойко М. О. Аналіз структури врожаю гібридів сорго зернового при різних густотах посівів за двох строків сівби. «Онтогенез – стан проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» 36. тезміжнародної конференції. Херсон : «Колод», 2016. С. 79-80.

6. Бойко М. О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агронімія» [редкол.: С. М. Ніколаєнко (відп. ред.) та ін.]. Київ : НУБІП України, 2016. Вип. 235. С. 33-39.

7. Василенко Р. М. Фотосинтетична продуктивність сорго зернового залежно від умов зволоження на півдні України. Вісник аграрної науки Причорномор'я, 2018. Вип. 2. С. 46-50.

8. Давиденко С. Ю., Рожков А. О. (2022). Урожайність зерна сорго за різних варіантів застосування стимулятора росту Вегестим у Північному Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. (1), 18-28.

<https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.02>

9. Каленська С. М. Збагачення рослинного біорізноманіття – шлях до подолання викликів людству. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття.

виклики для університетів наук про життя : матеріали Міжнар. Науково – практичної конференції. Київ, 2018. Т. 2. С. 231–234.

10. Каленська С. М., Найденко В. М. Урожайність сорго зернового залежно від ширини міжрядь та системи удобрення. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2018. №26. С. 67–75. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.26.2018.211203>

11. Каленська С. М., Найденко В. М. Якісний склад зерна сорго залежно від елементів технології вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 105. С. 82–89.

12. Каленська С. М., Новицька Н. В., Черній В. П. Зернові культури – продовольча та енергетична безпека людства / матеріали наукової конф. Бот. сад ім. Гришка/ «Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив», м. Київ, 9-11 вересня 2014. Київ, 2014. С. 18-21.

13. Каленська С. М., Новицька Н. В., Юник А. В., Найденко В. Технології вирощування малопоширених перспективних культур комплексного використання : науково-практичні рекомендації щодо комплексу технологічних заходів. Київ : «КОМПРИНГ», 2017. 82 с

14. Каленська, С. М., Рахметов, Д. Б., Новицька, Н. В., Мокрієнко, В. А., Гарбар, Л. А., Юник, А. В., Милипенко, В. С. (2022). Енергетичні та сировинні рослині ресурси.

15. Лужанський, І. (2021). Продуктивність сорго зернового за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту та доз внесення азотних добрив на півдні України. Danish Scientific Journal, (46-2), 27-28.

16. Малирчук В. М. Продуктивність сорго зернового за різних способів обробітку ґрунту та доз азотних добрив. Організатор конференції: Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого» (УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого), 171.

17. Малярчук, М. П., Томницький, А. В., Лужанський, І. (2020). Вплив систем основного обробітку і удобрення на продуктивність сорго зернового в сівозміні на зрошенні. Аграрні інновації, (1), 57-62.

18. Методика державного випробування сортів сільськогосподарських культур. Вид. 2, вип. 7. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Державна служба з охорони прав на сорти рослин. Український інститут експертизи сортів рослин. К.: Арефа, 2000.

19. Музика О.В. Формування врожаю сорго цукрового за вирощування як енергетичної культури в умовах Лісостепу правобережного.. Автореф. дис. канд. с.-г. н. Білоцерківський національний аграрний університет, 2020. 20 с.

20. Овсієнко І. А. Особливості формування урожайності зерна сорго залежно від строків сівби. Сільське господарство та лісівництво, 2015 №2. С. 21– 28.

21. Правда, Л. (2021). Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сорго зернового та вихід біопалива. Вісник аграрної науки, 99(5), 23-29.

22. Правда, Л. (2022). Енергетична продуктивність сорго зернового та соризу залежно від строків сівби насіння. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України, (30 (44)), 215-223.

23. Правда, Л. А., Гончарук, Г. С. (2022). Вплив строків сівби на біоенергетичну продуктивність сорго зернового та соризу. Біоенергетика, (1-2), 51-52.

24. Присяжнюк О. І., Каленська С. М., Сторожик Л. І., Музика О. В. Порівняння міжнародних та вітчизняних шкал росту та розвитку рослин роду сорго (Sorghum) : методичні рекомендації. Київ : Нілан-ЛТД, 2019. 32 с

25. Рожков А.О., Свиридова Л.А. Польова схожість насіння і виживаність рослин сорго зернового залежно від впливу норми висіву та способу сівби. Вісник ХНАУ Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання», 2017, вип.1. 99-109.

26. Сорго зернове: ботанічна характеристика, вирощування та використання / за ред. І.І. Мельничука, В.В. Калініченка. К.: Аграр Медіа Груп, 2017. 140 с.

27. Столяр, С. Г., Трембіцька, О. І., Клименко, Т. В. (2023, August). Вплив сівозмінного фактору на урожайність сорго зернового в Поліссі України. In The 12 th International scientific and practical conference "Science and innovation of modern world" (August 10-12, 2023) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2023. 342 p. (p. 12).

28. Тимчак, Д. О., Миколенко, С. Ю., Бурій, Д. О. Дослідження технологічних показників якості повітряного сорго. Матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Актуальні питання харчової промисловості та перспективи розвитку галузі», 2019. С. 93.

29. Тітаренко О. Розробка елементів технології вирощування сорго зернового в умовах Лісостепу України. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агронімія (20 – Аграрні науки та продовольство) / Білоцерківський національний аграрний університет; наук. кер. Л.М. Карпук. – Біла Церква, 2023. – 157 с.

30. Тітаренко О. С., Карпук Л. М. Урожайність та енергетична ефективність сорго зернового за різних заходів догляду за посівами. Агробіологія, 2022. № 1, С. 145–151. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-145-151

31. Тітаренко, О. С., Карпук, Л. М. (2022). Ефективність фотосинтезу сорго залежно від впливу елементів технології вирощування. Новітні агротехнології, 10(3).

32. Abreha, K.E., Enyew, M., Carlsson, A.S. et al. Sorghum in dryland: morphological, physiological, and molecular responses of sorghum under drought stress. *Planta* 255, 20 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00425-021-03799-7>

33. Kalenska, S. M., & Naidenko, V. M. Економічна оцінка вирощування гібридів сорго зернового в умовах Лівобережного Лісостепу України. Наукові доповіді НУБІП України, 2018. (2(78)).



34. Kalenska, S., Falko, G., Antal, T., Hordyna, O., & Fediv, R. (2023). Iodine-containing preparations in grain growing technologies. *Plant & Soil Science*, 14(2).

35. Kalenska, S., Yeremenko, O., Novitska, N., Yunyk, A., Honchar, L., Cherniy, V., ... & Rigenko, A. (2019). Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 19-24.

36. Kravchenko, O., Radchenko, S., & Horhunov, Y. (2019). Productivity and quality of grain sorghum depending on row spacing in the conditions of the Crimean steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 182-186.

37. Mishra G., Joshi D.C., Panda B.K. Popping and puffing of cereal grains: a review. *Journal of grain processing and storage*. 2014. Vol. 1, № 2. P. 34–46.

38. Mishra, J.S., Patil, J.V. (2015). Nutrient Use Efficiency in Sorghum. In: Rakshit, A., Singh, H.B., Sen, A. (eds) *Nutrient Use Efficiency: from Basics to Advances*. Springer, New Delhi. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-2169-2\\_19](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2169-2_19).

39. Pathak, V. M., Verma, V. K., Rawat, B. S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S., Mohapatra, A., Pandey, V., Rana, N., & Cunil, J. M. (2022). Current status of pesticide effects on environment, human health and its eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Frontiers in microbiology*, 13, 962619.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>

40. Prasad, V. B. R., Govindaraj, M., Djanaguiraman, M., Djalogic, L., Shailani, A., Rawat, N., Singla-Pareek, S. L., Pareek, A., & Prasad, P. V. V. (2021). Drought and High Temperature Stress in Sorghum: Physiological, Genetic, and Molecular Insights and Breeding Approaches. *International journal of molecular sciences*, 22(18), 9826. <https://doi.org/10.3390/ijms22189826>.

41. Saravanabavan S.N., Shivanna M.M., Blattacharya S. Effect of popping on sorghum starch digestibility and predicted glycemic index. *J. FoodSci. Technol.* 2013. Vol. 50, № 2. P. 387–392.