

Прикарпатський національний університет імені
Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра лісового і аграрного менеджменту

ДИПЛОМНА РОБОТА
на здобуття першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти
на тему:

**ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ СОРГО,
ВИРОЩУВАНОВОГО НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТИХ ҐРУНТАХ ІВАНО-
ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав:
студент IV курсу, групи АГ-41
спеціальності 201 Агрономія
Вовк Д. О.

Науковий керівник: кандидат
сільськогосподарських наук, доцент
Григорів Я.Я.

Рецензент:
кандидат
сільськогосподарських наук, доцент
Дмитрик П.М.

Івано-Франківськ - 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО (<i>SORGHUM SACCHARATUM</i> (L.) MOENCH) ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ (огляд літератури).....	8
1.1. Походження та розповсюдження сорго, а також його значення в народному господарстві.....	8
1.2. Вплив використання мікродобрив та біопрепаратів на врожайність сорго.....	13
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИ І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	16
2.1 Характеристика території проведення дослідження.....	16
2.2. Аналіз ґрунтово-кліматичних умов зони	17
2.3. Кліматичні умови протягом періоду досліджень	20
2.4. Методика і схема проведення дослідження	22
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРОСТАННЯ ТА РОЗВИТКУ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ АСПЕКТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ.....	25
3.1. Вплив системи удобрення на польову схожість сорго	25
3.2. Виживання рослин сорго залежно від заходів вирощування	28
3.3. Тривалість фаз росту та розвитку сорго залежно від досліджуваних чинників.....	30
3.4 Висота рослин сорго цукрового залежно від заходів вирощування.....	33
3.5 Густота стояння рослин сорго залежно від заходів вирощування...35	
3.6 Урожайність сорго цукрового залежно від досліджуваних чинників.....	37
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	40
ВИСНОВКИ.....	42

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	44
ДОДАТКИ.....	50

АНОТАЦІЯ

На бакалаврську роботу студента 4-го року навчання спеціальності 201 Агрономія Вовка Д.О. на тему: «Вплив удобрення на формування врожаю сорго, вирощуваного на дерново-підзолистих ґрунтах Івано-Франківської області».

Досліджено вплив удобрення на формування врожаю сорго, вирощуваного на дерново-підзолистих ґрунтах Івано-Франківської області. Експеримент проводився з використанням різних типів добрив та їх комбінацій. Встановлено, що застосування певних мінеральних та органічних добрив сприяє підвищенню урожайності сорго. Зокрема, виявлено, що сумісне застосування мікро- та макроелементів позитивно впливає на зростання врожаю цієї культури. Результати дослідження можуть бути корисні для аграрних підприємств та сільськогосподарських виробників у вдосконаленні методів вирощування сорго для підвищення його продуктивності та якості у цьому регіоні.

Ключові слова: сорго цукрове, мінеральні добрива, мікродобрива, урожайність

ВСТУП

Актуальність теми. Україна має значні можливості для розвитку біоенергетики, яка вже замінила 4 мільярди кубометрів природного газу у 2018 році. Останнім часом помітно збільшується кількість об'єктів для виробництва енергії з біомаси. Однак через недостатню розвиненість інфраструктури та сировинної бази, а також низький рівень розвитку постачальників устаткування, виробництво біоенергії в Україні залишається на низькому рівні порівняно з західноєвропейськими країнами. Згідно з Енергетичною стратегією України на період до 2030 року, затвердженою 24 липня 2013 року під № 1071, одним з головних завдань держави є стимулювання активного впровадження біопалива, доки його виробництво не стане економічно вигідним.

У складні часи кризи сорго видається важливою енергетичною культурою, що відрізняється високою стійкістю до посухи та кислотності. Воно виступає не лише як значуща сільськогосподарська культура, а й як джерело якісних продуктів для харчування людей та кормів для тварин. У Європі зростає зацікавленість агровиробників у вирощуванні сорго як кормової культури, проте в Україні обсяги площ під цією культурою зменшилися до 24 тисяч гектарів, хоча Південний регіон країни є відмінною зоною для її успішного вирощування та розвитку. Вітчизняні та зарубіжні вчені провели численні дослідження щодо розповсюдження цієї культури в Україні, проте питання оптимальної норми висіву, впливу бактеріальних препаратів та мікродобрив на ріст та розвиток рослин у Лісостеповій зоні залишається недостатньо дослідженим та неповно розглянутим.

Отже, тема нашої наукової роботи, що стосується визначення продуктивності сорго в залежності від застосування мінеральних та мікродобрив у Західному регіоні України, має значення в контексті сучасних досліджень та відображає актуальні наукові виклики.

Впровадження розглянутих елементів технології вирощування дозволить зменшити хімічне навантаження на ґрунти та на продукцію, підвищить продуктивність рослин сорго і забезпечить переробний комплекс високоякісною сировиною.

Мета і завдання дослідження. Метою нашої роботи було дослідження впливу застосування мінеральних і мікродобрих на ріст та розвиток сорго на дерново-підзолистих ґрунтах Івано-Франківської області. Ми прагнули вдосконалити основні елементи існуючої технології вирощування для зони Передкарпаття України з метою отримання найвищих сталих рівнів урожайності зеленої маси сорго за ефективності запропонованих агротехнічних заходів.

Для досягнення цієї мети ми планували виконати наступні завдання дослідження:

- дослідити характеристики зростання та розвитку сорго в залежності від застосування мінеральних та мікродобрих;
- вивчити процес нагромадження сирої маси та сухої речовини в рослинах;
- визначити оптимальну структуру елементів урожаю сорго залежно від різних факторів.

Об'єктом нашого дослідження є процеси зростання та розвитку рослин сорго, а також формування врожаю залежно від вивчених факторів.

Предметом нашого дослідження є різноманітні аспекти: використання бактеріальних мінеральних і мікродобрих, структурні елементи врожаю, врожайність зеленої маси, а також оцінка економічної ефективності використаної технології вирощування.

Методи дослідження. Під час дослідження використовувалися різноманітні методи, як загальнонаукові, так і спеціалізовані. Серед загальнонаукових методів були використані методи діалектики, експерименту, аналізу і синтезу, метод гіпотез, а також моделювання. Спеціалізовані методи включали в себе польові спостереження, що полягали в спостереженні за ростом та розвитком

рослин на різних етапах вегетації, а також формуванням врожайності. Лабораторні методи включали в себе визначення посівних якостей насіння, а також вимірювання сухої речовини у зеленій масі. Математично-статистичні методи, такі як дисперсійний, застосовувалися для оцінки достовірності отриманих експериментальних даних. Нарешті, розрахунково-порівняльні методи використовувалися для встановлення економічної ефективності досліджуваних факторів.

Отримані результати мають практичне значення в удосконаленні, розробці та впровадженні виробничих методів для вирощування сорго. Ці методи спрямовані на досягнення високої урожайності зеленої маси сорго на рівні 70-80 тон на гектар, а також досягнення високих показників чистого прибутку, що може сягати до 50250,0 гривень на гектар, та рентабельності до 295,4%.

Структура та обсяг роботи. Обсяг бакалаврської роботи становить 52 сторінок основного тексту і включає такі структурні частини: анотація, вступ, 4 розділів, висновки, список використаних джерел, додатки. Робота містить 5 таблицю, 4 рисунків. У списку використаних джерел наведено 59 джерел.

РОЗДІЛ 1

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРГО (*SORGHUM SACCHARATUM* (L.) *MOENCH*) ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

(огляд літературних джерел)

1.1. Походження та розповсюдження сорго, а також його значення в народному господарстві

Швейцарський природознавець Альфонс Декандоль (1885 рік) провів детальний аналіз всіх теорій біологів щодо походження сорго, починаючи з досліджень Карла Ліннея. Він прийшов до висновку, що батьківщиною сорго може бути лише екваторіальна Африка. Згідно з академіком Миколою Вавиловим (1935 рік), культура сорго має своє коріння в Африці та Китаї, які він розглядав як самостійні центри походження культурних рослин. Другорядним центром культивування сорго Вавилов вважав Індію, де цей злак вважався одним з найважливіших хлібних зернових [1].

Особлива зацікавленість до культури сорго виникла у ХІХ столітті, коли воно було відновлено з Китаю в Францію та Америку. У 1851 році французький консул привіз насіння цукрового сорго з острова Цзунг-Мінг, що розташований в гирлі річки Янцзи, в Шанхай. Насіння, вирощене в Франції в 1853 році, було ввезене в Америку [2].

На межі ХVІІІ-ХІХ століть сорго поширилося в європейській частині Росії, зокрема на півдні України, в Криму та на Північному Кавказі, куди російські солдати завезли насіння з Китаю і Корей.

В даний час культура сорго вирощується на значних територіях у Пакистані, Китаї, Угорщині, Австралії та Італії. Перспективними регіонами для культивування сорго є Казахстан, Молдова, Південь України, а також зони, де вже вирощується кукурудза [3]. Для успішного завершення розвитку рослини від насіння до збору врожаю цукрового сорго необхідна певна кількість активних температур. Для ранніх сортів це складає 2000-2500°C, для

середньоранніх - 2500-3000°C, а для пізніх - понад 3500°C. Черенков А. В. у своїх рекомендаціях щодо соргових культур зазначає, що в Україні площі під цукровим сорго становлять близько 15-20 тисяч гектарів [4].

Виробництво продукції сорго пройшло значні трансформації з роками. Починаючи з 2003 року, площі, під які вирощується зернове сорго в Україні, збільшилися з 22,9 до 146,2 тисяч гектарів у 2013 році, а валовий збір зерна зріс з 24 тисяч тонн до понад 250 тисяч тонн. Середня врожайність зерна коливалася від 1,29 тонни на гектар у 2003 році до 2,68 тонни на гектар у 2005 році. Значні зміни також відбулися у посівних площах у зоні Степу. Наприклад, у 2011 році вони склали 68,0 тисяч гектарів, у 2012 році - 160,4 тисяч гектарів, а у 2013 році - 134,3 тисяч гектарів. Особливо це стосується Одеської (2011 р. - 13,0 тисяч гектарів; 2012 р. - 30,3 тисяч гектарів; 2013 р. - 21,6 тисяч гектарів), Миколаївської (13,1 тисяч гектарів; 42,5 тисяч гектарів; 28,2 тисяч гектарів) та Дніпропетровської областей (8,9 тисяч гектарів; 20,9 тисяч гектарів; 17,0 тисяч гектарів відповідно за роками) [4, 5].

Згідно з даними Державної служби статистики України [6], обсяг вирощування сорго в господарствах усіх категорій змінювався з роками. Наприклад, у 2013 році загальна площа, під яку збирали сорго, становила 129,3 тисячі гектарів, але до 2015 року цей показник скоротився до 50,6 тисячі гектарів, і лише в 2016 році він трохи зріс порівняно з попереднім роком, до 70,2 тисяч гектарів. Найбільшу площу збирання сорго у 2016 році зафіксовано в Миколаївській області (12,1 тисяч гектарів), трохи меншу - в Дніпропетровській області (11,1 тисяч гектарів) та Херсонській області (7,9 тисяч гектарів).

За останні роки спостерігаються значні коливання у важливому показнику продуктивності сільськогосподарських культур - урожайності. Цей показник залежить як від методів вирощування культурних рослин, так і від ґрунтово-кліматичних умов регіону та метеорологічних умов протягом року. Наприклад, у 2016 році урожайність сорго у середньому по Україні склала 3,89 тонн на гектар. Найвищий врожай зерна з одного гектара був зафіксований у

Вінницькій області - 7,01 тонн, а найнижчий - у Житомирській - 1,14 тонн. У південному регіоні цей показник був трохи нижчим, наприклад, у Миколаївській області - 3,27 тонн на гектар, а у Херсонській - 3,41 тонн на гектар.

Дослідження останніх років показали, що використання спеціальних технологій у вирощуванні сорго сприяє підвищенню біологічної активності ґрунтів і зменшенню потреби в мінеральних добривах та пестицидах. Сорго має велике агротехнічне значення. Як рослина-просапник, сорго в сівозміні розташовується після зернових культур і може бути використане як попередник для посіву ячменю озимого [7].

Рослина цукрового сорго характеризується високим зростом куща (від 200 до 350 см) з м'ясистими стеблами, які становлять приблизно 60% від загальної зеленої маси [8]. У відміну від інших сільськогосподарських культур, сорго не вибагливе до типу ґрунту і найкраще переносить засоленість, включаючи хлоридну засоленість. Воно може витримувати рівень засоленості ґрунту до 0,6-0,8% та ефективно виводить зайві кількості натрію, хлору, магнію, які накопичуються в засолених ґрунтах, що допомагає покращити ґрунтове середовище для подальшого вирощування інших культур [4]. Сорго може успішно рости як на легких піщаних, так і на важких глинистих ґрунтах, на засолених, солонцюватих, а також ґрунтах з рівнем кислотності рН від 5,5 до 8,5 [9].

За своїм походженням сорго є тропічною та вимагає тепла. Проте надмірно високі температури, особливо у період від висіву до росту, коли коренева система ще не сформована, можуть негативно впливати на рослини. У фазі викидання волоті сорго може переносити температуру повітря 40-45°C без шкоди для себе, що робить його відмінною культурою, стійкою до жару та посухи. Однак сорго цукрове дуже чутливе до низьких температур і заморозків, особливо у фазі цвітіння, коли рослини можуть загинути при -1°C, а сходи - при -2-3°C [10, 11]. Досліджено, що найбільший обсяг води рослини сорго використовують протягом 35 днів у період від виходу з росточка до

цвітіння, що становить 58,1% від загальної кількості води, яку вона споживає [12]. Коефіцієнт водоспоживання сорго коливається від 56 до 62 м³/т [13].

Сорго відіграє важливу роль як страхова культура, оскільки посіви проводяться у травні. Воно має високий коефіцієнт розмноження. При середньому врожаї насінників 15-20 ц/га, з одного гектара можна отримати настільки багато насіння, що можна засіяти площу від 250 до 300 гектарів за нормами висіву сорго в розмірі 5-6 кг/га [7].

Сорго є поживною рослиною, яку залюбки споживають всі види тварин і птахи. Вона багата на вуглеводи, білки та амінокислоти, такі як лізин, метіонін, триптофан, лейцин, гістидин, цистин і інші. Також містить каротин, мінеральні і дубильні речовини, провітамін А, вітаміни групи В, рибофлавін, фосфоровмісні речовини, такі як фітин, фосфоліпіди, і мінеральні солі фосфору, калію і магнію. Листостеблову масу разом із зерном використовують для виготовлення гранульованих кормів. Зерно сорго може слугувати сировиною для крохмально-патокової промисловості.

За даними, отриманими з одного гектара цукрового сорго, що містить до 18-20% цукру, можна одночасно здобути 25-30 центнерів соргового меду, 20-25 центнерів зерна і 150-170 центнерів стебел для силосу [14].

Черенков А. В. в своїх дослідженнях зазначив, що зелена маса сорго має різні характеристики залежно від стадії розвитку рослини. Наприклад, у 1 кілограмі трав'яної муки сорго, зібраної на стадії виходу в трубку, міститься 0,73 кормових одиниць, 76 г перетравного протеїну і до 190 мг каротину; у фазі воскової стиглості зерна – відповідно 0,71 кормових одиниць, 60 г і 57 мг. Згідно з даними А. Ю. Клейменова, у 100 кілограмах зеленої маси сорго міститься 23,5 кормових одиниць і 0,8 кілограма перетравного білка.

Процес виготовлення гранульованих кормів передбачає подрібнення, змішування компонентів, змочування маси зв'язуючими речовинами та пресування у гранули або брикети [15].

У галузі світової енергетики спостерігається активний протистояння двох процесів. З одного боку, споживання енергії швидко зростає. Наприклад,

прогнозується, що до 2030 року попит на моторні палива в Європі збільшиться в 8 разів порівняно з поточним рівнем. З іншого боку, запаси паливно-енергетичних ресурсів стрімко зменшуються. Це важливо з тим на увагу, що залишки цих ресурсів, незалежно від їхнього типу (нафта, газ, вугілля, уранові руди і т. д.), ще вистачить лише на 40-250 років.

Україні надзвичайно важливо увійти у стрімкий розвиток сучасних світових тенденцій, особливо у зв'язку з нестачею власних вугільних ресурсів. У контексті енергетичної та екологічної кризи однією з найперспективніших культур стає цукрове сорго, яке володіє властивостями, які роблять його ідеальним варіантом для вирощування: від посухостійкості до незворотної природи [16].

Недавно вирощування цієї культури стало важливою темою, оскільки зросла зацікавленість у використанні сорго цукрового як джерела для біопалива (біобутанол, біогаз, паливні пелети, біосингаз, біонафта та інші) і як перспективної сировини для виробництва цукровмісних продуктів (цукру, харчового сиропу, меду тощо) [17].

Українські законодавці з 2013 року почали поетапне збільшення нормативної домішки біоетанолу у бензині, зокрема, з 2013-2015 років - на 5%, а з 2016 року - не менше 7%.

Серед множини культур, які можна використовувати для виробництва етанолу, сорго видається однією з найбільш перспективних. Ця культура відзначається високою фотосинтетичною активністю і здатністю швидко нагромаджувати потужну біомасу, насичену енергією. Важливо відзначити, що значна частина цієї енергії знаходиться у речовинах, які легко перетворюються в етанол. У цукровому сорго такими речовинами є соковиті цукри в стеблах, а в зерновому сорго - крохмаль у зернах [18].

У різних країнах із різним кліматом сорго часто вирощують як кормову рослину. Його зерно використовується для годівлі птиці та виробництва комбікормів, а зелену масу використовують як свіжий корм, сіно, сінаж або силос. Важливо враховувати, що в молодих пагонах багатьох сортів кормового

сорго висока концентрація синильної кислоти, яка з віком рослин поступово знижується. Це означає, що необхідно утримувати тварин від раннього випасання на соргових пасовищах. Суха та силосована зелена маса не містить шкідливих ціаністих сполук. Сіно з сорго характеризується високими поживними властивостями, зокрема містить 7,17% протеїну. Сорго легко силосується і, за своєю поживною цінністю, не поступається кукурудзі, а за кількістю цукрів навіть перевищує її та соняшник [19].

Отже, з вищесказаного очевидно, що сорго - рослина з широким спектром використання, яка вирощується для подальшої переробки та годівлі тварин у всьому світі. Проте в нашій країні ця культура не має такого широкого поширення через недостатньо розвинену галузь біоенергетики та недостаток інвестицій у цей сектор.

1.2 Вплив використання мікродобрив та біопрепаратів на врожайність сорго

Відомо, що урожайність сорго визначається площею листя та продуктивністю фотосинтезу. Чим більша площа листя у рослин і чим ефективніше відбувається фотосинтез, тим вищий врожай може бути зібраний. Природно, оптимальна площа листя сприяє ефективному фотосинтезу. Цей показник, у свою чергу, залежить від різних факторів, серед яких важливе значення має рівень мінерального живлення рослин. Регулювання цього рівня може позитивно вплинути на фотосинтетичну активність сорго, сприяючи збільшенню врожаю [20].

Сорго виявляє більшу здатність до поглинання деяких мікроелементів з ґрунту порівняно з кукурудзою. Особливо відчутно це стосується молібдену, міді та йоду. У той час як менше кобальту, цинку і бору засвоюється сорго в порівнянні з кукурудзою. Серед мікроелементів, що мають велике значення, особливо важливий молібден, а також кобальт. У чорноземних ґрунтах Півдня України вміст кобальту зазвичай становить не більше 5-10 мг/кг ґрунту, а бор та цинк практично не впливають на врожайність [21].

У 2009 році Д. А. Джубанишбаєва та її колеги провели дослідження, що стосувалося впливу комплексного органо-мінерального мікродобрива Гумат +7 на ріст, розвиток, урожайність і харчову цінність цукрового сорго сорту Астраханський в регіоні Нижнього Поволжя. В результаті дослідження було встановлено, що урожайність силосної маси рослин склала 710 ц/га, що перевищує урожайність контрольних рослин сорго на 58 ц/га. Це свідчить про те, що застосування препарату Гумат +7 призвело до поліпшення всіх показників росту та розвитку рослин сорго, збільшення фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу, що в свою чергу призвело до накопичення більшої кількості енергії в рослині [22-24].

Як відомо, для нормального фізіологічного розвитку рослин необхідні не лише основні макроелементи, такі як азот, фосфор і калій, але й мікро- та мезоеlementи, серед яких залізо (Fe), мідь (Cu), молібден (Mo), марганець (Mn), цинк (Zn), бор (B), сірка (S), та інші. Ці елементи відіграють ключову роль у різних фізіологічних процесах розвитку рослин, сприяють підвищенню ефективності ферментативних реакцій та поліпшують засвоєння рослинами необхідних елементів із ґрунту. Більшість мікроелементів функціонують як активні каталізатори, що прискорюють біохімічні процеси та впливають на їхній хімічний баланс. Саме через це неможливо замінити мікроелементи іншими речовинами, і їх дефіцит може негативно вплинути на зріст та розвиток рослин.

Додаткове живлення рослин за допомогою позакореневих методів стає найбільш ефективним на добре доглянутих ґрунтах, особливо в умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва, де обмежуючим фактором для збільшення врожайності може бути нестача макро- та мікроелементів. Молоді рослини та їх пагони здатні швидше та ефективніше засвоювати необхідні елементи. Здорові рослини, які не постраждали від патогенних мікроорганізмів, взагалі спроможні засвоювати елементи харчування швидше та в більшому обсязі [25, 26].

У розвитку кожної культури існують ключові етапи, відомі як "критичні фази", коли вони особливо потребують певних мікроелементів. Наприклад, для сорго це період кушіння та початок виходу в трубку. Рослини не можуть повністю засвоїти неорганічні солі мікроелементів, які містяться у незв'язаних добривах або добривах з малою кількістю хелатів, тому їх засвоєння обмежене. Рослини можуть засвоювати мікроелементи лише у формі, що розчиняється у воді. Щоб підготувати мікроелементи до використання в біологічно активній формі, вони перетворюються у комплексні сполуки, відомі як хелати, за допомогою спеціальних речовин – хелатів [27].

Отже, важливість використання біопрепаратів та мікроелементів для забезпечення більшого та якісного урожаю цукрового сорго визнана, проте цей аспект потребує подальшого дослідження, зокрема в контексті умов Передкарпаття України.

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА, МЕТОДИ І УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика території проведення дослідження

Наші дослідження проводилися в ботанічному саду Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Ботанічний сад Прикарпатського національного університету є важливим науковим та освітнім закладом, який відіграє значну роль у збереженні різноманіття рослинного світу та вивченні ботанічних питань.

Ботанічний сад розташований на території Прикарпатського національного університету у місті Івано-Франківськ на заході від дендрологічного парку «Дружба» ім. Зіновія на відстані 1 км. Він займає значну площу, що дозволяє розмістити різноманітні колекції рослин та проводити наукові дослідження.

Основною метою ботанічного саду є збереження та демонстрація різноманіття рослинного світу, наукові дослідження в галузі ботаніки та агрономії, а також навчальна діяльність студентів та широка освітня робота з громадськістю.

Ботанічний сад має різноманітні колекції рослин, які представлені зразками флори регіону, екзотичними видами з усього світу, а також рослинами, які мають науковий і практичний інтерес. У саду можна побачити різноманітні види дерев, кущів, трав'янистих рослин, квітів, водних рослин та інші.

Ботанічний сад обладнаний необхідною інфраструктурою для проведення наукових досліджень та організації навчального процесу. Тут є теплиці, дослідні площадки, наукові лабораторії, а також відкриті зони для експозиційних колекцій.

Науковці природничого факультету на базі ботанічного саду активно займаються науково-дослідною роботою в галузі ботаніки та агрономії. Тут

проводяться дослідження з різних аспектів рослинного світу, включаючи такі напрямки, як систематика, фізіологія, екологія та генетика рослин і їх технологія вирощування.

Ботанічний сад Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника є важливим центром наукової та освітньої діяльності, спрямованим на вивчення та збереження рослинного світу, а також популяризацію знань у сфері ботаніки, агрономії і лісового господарства серед громадськості.

2.2 Аналіз ґрунтово-кліматичних умов зони

Ґрунтово-кліматичні умови мають суттєвий вплив на розвиток та урожайність сорго, так само, як і на інші сільськогосподарські культури. Формування високопродуктивних посівів сорго можливе за умови оптимального поєднання біологічних характеристик цієї культури з кліматичними факторами. Тому важливе наукове та практичне значення має врахування специфіки ґрунтово-кліматичного потенціалу регіону при розробленні зональних технологій вирощування сорго.

Прикарпаття, яке знаходиться на заході України, відноситься до зони мішаних лісів. Загальна площа цієї території становить 11350,0 тис. га, або близько 19 % всієї території України. Однією з характерних рис природних умов цієї зони є переважно мозаїчний характер природних комплексів [28].

Кліматичні умови Прикарпаття, незважаючи на його відносно невелику площу, вкрай різноманітні. Основним фактором, що впливає на їхню різноманітність, є різке коливання абсолютних висот: від 150 м до 2061 м над рівнем моря. Разом з висотою змінюються термічний режим і режим зволоження.

У регіоні Прикарпаття можна виділити три основних кліматичних райони:

1. Північно-західний район, який характеризується найбільш "атлантичним" помірно теплим кліматом. Сума активних температур у

цьому районі не перевищує 2500 °С. Зими тут вважаються теплими, з середньою температурою січня близько -3,9 °С, а літа – прохолодними, з середньою температурою липня близько +17 °С. Район є найбільш зволожений, з опадами близько 700 мм на рік.

2. Центральний район, характеризується теплим кліматом. Сума активних температур у цьому районі вища за 2600 °С, а опадів менше 700 мм. Відчувається деяка континентальність клімату.
3. Східний район, має дуже теплий, але менш зволожений клімат. Сума активних температур становить близько 2800 °С, а кількість опадів – 600 мм. Тут середня температура січня складає близько -4,8 °С, а липня – близько +18,8 °С.

Прикарпатське передгір'я також можна розділити на три райони:

1. Північно-західний район, який є найбільш зволожений та відрізняється м'якою зимою та неспекотним літом.
2. Центральний район, характеризується більш континентальним і менш вологим кліматом.
3. Південно-східний район, має найбільш континентальний клімат.

Кліматичні умови Прикарпаття дуже різноманітні і обумовлені не лише географічними факторами (горами, височинами, рівнинами, річковими долинами), але й наявністю значних лісових масивів. Тому забезпеченість теплом і вологою у різних районах області є неоднаковою [29].

Середня місячна температура повітря найтеплішого місяця, липня, залежно від рельєфу, складає 14,5–16,0 °С у гірських районах, 16,0–17,0 °С у передгір'ї та 17,5–19,0 °С у низинних районах. Найбільш холодний місяць року, січень, має середню температуру 6,0–7,0 °С у гірських районах, 4,0–5,5 °С у передгір'ї та 4,5–5,5 °С у низинних районах, нижче нуля.

Річна кількість опадів на Передкарпатті коливається від 600 мм до 750 мм. Найбільша кількість опадів випадає на вершинах гір, де вона становить від 1000 до 1600 мм. До 70–80% річної кількості опадів припадає на теплий період року. Стійкий сніговий покрив утворюється лише у високогір'ї. Середня

товщина снігового покриву коливається від 20 до 47 см, а мінімальна товщина складає 5–10 см.

Природно-кліматичні умови сприяють успішному вирощуванню основних сільськогосподарських культур.

Сучасні ґрунтові покриви Прикарпаття сформувалися під впливом лісової та степової рослинності, що відбилося на їх структурі і різноманітності. Однак велике значення також мають кліматичні умови та геологічна будова рельєфу та материнських порід. Ґрунти успадковують характеристики материнських порід, такі як механічний, мінеральний та хімічний склад, а також їх фізичні властивості [30].

Особливістю процесів ґрунтоутворення в Прикарпатті є інтенсивний розвиток підзолистих та глеєвих процесів. Підзолистий процес сприяв формуванню щільного, практично не проникного водою ілювіального горизонту в ґрунтах. Глеєвий процес, в свою чергу, розвивався під впливом надмірного поверхневого зволоження та нестачі дренажу на території, пронизуючи як ґрунтовий профіль, так і верхній шар материнської породи.

Ґрунти виявляють добру гумусованість. Вміст гумусу в орному шарі варіюється в межах від 2,1 % до 3,7 % і знижується з глибиною. Середня сума увібраних основ становить 11–12 мг-екв. на 100 г ґрунту, а насиченість основами складає в середньому 85 %. Реакція слабокисла, з рН сольовим у діапазоні від 4,6 до 5,6, при цьому гідролітична кислотність є незначною. Ґрунти мають низьке забезпечення рухомими формами фосфору та калію.

У Прикарпатті стабільний сніговий покрив в середньому зустрічається у 8 з 10 років. Він зазвичай формується наприкінці грудня і розтане на початку березня або навіть в кінці лютого. У зимовий період часто відбуваються теплі періоди, під час яких сніг розтає. Висота снігового покриву переважно коливається від 11 до 20 см, причому найвища вона буває у другій половині зими. У окремі роки у лютому місяці висота снігового покриву може досягати 50 см. Кількість днів із сталим сніговим покривом в середньому становить від 60 до 80 днів.

2.3 Кліматичні умови протягом періоду досліджень

Дослідження було проведено протягом 2023 року, на дослідному полі Ботанічного саду Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Цей науковий заклад розташований у зоні помірного зволоження в Західному регіоні України.

Доведено, що ключовим чинником природного середовища, який визначає величину врожаїв сільськогосподарських культур у більшості випадків, є погодні умови, які склалися протягом їх вегетаційного періоду. Метеорологічні умови регіону досліджень визначають вирощування та якість рослинного матеріалу. Вони є важливим фактором оцінки ефективності вирощування сільськогосподарських культур та їх пристосування до певного регіону. Тому значна увага приділяється аналізу кліматичних умов, що склалися протягом вегетаційного періоду, під час проведення досліджень щодо продуктивності ріжю ярого в умовах Західного регіону України. Аналіз погодних умов, які склалися протягом вегетаційного періоду сорго під час проведення досліджень, здійснювався на основі даних Івано-Франківської обласної метеостанції. Проведений аналіз метеорологічних умов за рік проведення досліджень свідчить про високий рівень теплозабезпечення та вологості. Всі місяці року, які були об'єктом дослідження, характеризувалися температурними показниками, що перевищували середні значення. Зокрема, червень та липень були надзвичайно спекотними. Це сприяло активному процесу дозрівання культури.

Важливо зазначити, що у березні 2023 року відзначалася достатньо тепла та помірна кількість опадів, що сприяло проведенню підготовки ґрунту до посіву у третій декаді місяця. Оскільки сходи сорго можуть переносити весняні заморозки досить добре, було можливо висівати його як ранню яру культуру. Метеорологічні умови у цей період року сприяли проведенню сівби сорго в третій декаді квітня. Після сівби відзначалися теплі погодні умови з великою кількістю опадів, що затримувало появу однорідних сходів (див. таблицю 2.2).

Метеорологічні показники 2023 р. за період вегетації сорго

Показники	березень	квітень	травень	червень	Липень	серпень	вересень	За вегетаці йний період
Опади, мм (середня багаторічна)	67	90	84	75	66	71	55	545 мм
2023 рік	40,2	53,7	33,7	174,2	42,1	62,2	27,4	557,7
I декада	2,3	11,8	31,9	37,8	3,3	0,6	3,7	154,1
II декада	12,6	2,0	1,8	80,8	10,5	23,3	1,8	147,5
III декада	25,3	39,9	-	55,5	28,3	38,3	21,9	253,8
Температура повітря, °C (середня багаторічна)	+2,1	+8,4	+13,8	+17,0	+19,1	+18,2	+13,1	-
2023 рік	5,1	12,3	13,9	17,3	25,8	20,3	12,1	-
I декада	2,8	7,2	11,0	16,7	25,9	19,7	14,1	-
II декада	4,1	13,3	13,7	15,8	27,0	20,7	12,4	-
III декада	8,2	16,4	18,4	19,4	24,5	19,5	10,1	-
Сума активних температур, °C	25,8	617,8	128,6	515,3	422,4	386,2	305,2	3473,3 °C
Сума ефективних температур, °C	49,7	317,8	278,1	305,3	152,4	198,7	104,9	1525,5°C

У травні місяці відзначалася висока температура та малопомітна кількість опадів. У третій декаді місяця ми спостерігали зростання температури повітря, що перевищувало середньорічні значення на 4,6 °C. Щодо опадів, у травні вони були розподілені таким чином: у першій декаді – 31,9 мм, у другій – 1,8 мм, а в третій декаді – опадів не випало. Загальна сума

опадів становила 33,7 мм. Ці умови вплинули на вегетацію сорго, оскільки в цей період його потреби у волозі збільшуються: проходить інтенсивний ріст кореневої системи та формується листковий апарат.

У літні періоди, зокрема у червні та липні, спостерігалася значна теплота, проте опади були нерівномірно розподілені протягом місяців. Водночас, відзначалася вища за середньорічні значення температура повітря та надмірна кількість опадів. Це мало негативний вплив на продуктивність рослин, оскільки внаслідок збільшеної вологості рослини сорго стали вразливими до грибкових захворювань, таких як борошниста роса, що призводить до зниження врожайності та якості насіння.

У серпні спостерігалася суха та спекотна погода. Наприкінці третьої декади місяця температура раптово знизилася, супроводжуючись опадами різної інтенсивності. У першій декаді вересня настала прохолодна та дощова погода. Середня температура повітря протягом другої декади залишалася в межах норми і становила 12,4°C. Внаслідок дощів значно покращилися умови вологозабезпечення ґрунту. Таким чином, екстремальна погода під час сівби та на етапі сходів негативно позначилася на відсотку проростання та подальшому розвитку рослин сорго, що врешті-решт знизило урожайність зеленої маси з гектара за період досліджень.

Отже, у період досліджень виявилися сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для зростання та розвитку досліджуваної культури.

2.4 Методика і схема проведення дослідження

Експеримент проводився на території Ботанічного саду Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника впродовж 2023 року. Дослідження було проведено чотири рази, з випадковим розміщенням ділянок. Площа дослідної ділянки становила 50 м², а облікової - 25 м².

Фенологічні спостереження та біометричні вимірювання росту і розвитку рослин проводилися відповідно до загальноприйнятих методик [31].

Для статистичної обробки результатів використовувався метод дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення Excel та Agrostat [32].
Схема досліджу вклочала такі варіанти:

Таблиця 2.3

Схема досліджу

Сорт (фактор А)	Варіант удобрення (фактор В)
Фаворит	Без добрив (контроль)
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Інтермаг Титан

1. Фенологічні спостереження та аналіз нагромадження маси рослин проводилися згідно з методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур [33]. Початок кожної фази росту та розвитку сорго цукрового визначали після досягнення нею 10% рослин, а масовий етап – коли досягнуло 75%. Спостерігали за 20 модельними рослинами у двох різних повторях.

2. Густота посіву рослин вимірювалась через 10 днів після появи сходів та перед збиранням врожаю на чотирьох площадках общою площею 1 м² по діагоналі облікової ділянки [34].

3. Висоту рослин сорго цукрового фіксували на етапах виходу в трубку, викидання волоті та воскової стиглості зерна. До фази викидання волоті це значення вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки прапорцевого листка, а після викидання волоті – до верхівки самого волоті [34].

4. Для аналізу структури врожаю застосовували пробні снопи, які складалися з 40 рослин, що були відібрані на двох різних місцях ділянки та у двох окремих повтореннях. Вимірювали такі параметри, як висота рослин, маса стебел, маса волоті та маса листків за методикою А. В. Баби́ча [35].

5. Врожайність рослин сорго цукрового обліковували окремо для кожної ділянки на етапі молочно-воскової стиглості [36].

6. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою методу дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм Excel, Agrostat [37, 38].

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРОСТАННЯ ТА РОЗВИТКУ СОРГО ЦУКРОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ АСПЕКТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

3.1 Вплив системи удобрення на польову схожість сорго

Польова схожість насіння залежить від якості самого насіння, впливу кліматичних та антропогенних чинників, методу посіву, сортових особливостей, рекомендованої норми висіву та інших факторів. Українські вчені та науковці активно вивчали цю залежність, зокрема вплив норм висіву на схожість [39]. Згідно з дослідженням Л. І. Сторожика, основними факторами є метод посіву та біологічні особливості гібриду, які відіграють 39% впливу, тоді як норма висіву має лише 18% значення. Рівень схожості насіння в значній мірі залежав від гідротермічних умов у період від посіву до сходів. Наприклад, у 2023 році при значенні Гідротермічного коефіцієнту (ГТК) на рівні 1,3, схожість насіння сорго становила в середньому від 76% до 84% [40].

Дослідженнями Соколового С. Л. встановлено, що схожість насіння на полі залежить більшою мірою від характеристик сорту та кількості висіяного насіння. Підвищення кількості висіву на одиницю площі призводить до зниження схожості на 2,0-8,0% у всіх досліджених ним сортів [24].

Марчук О. О. також вказує на значний вплив метеорологічних умов, таких як температура, волога та освітленість, на схожість насіння на полі, особливо у період від сівби до появи сходів, і відзначає, що ефект цих факторів проявляється по-різному в різні роки [41]. Наявність достатніх запасів продуктивної вологи у 2012 році сприяла досягненню показників схожості насіння в межах від 71,4% до 83,4%. Однак квітнево-травнева посуха призвела до зменшення схожості насіння в середньому на 35,7% порівняно з попереднім роком. Другий вивчений фактор - дози внесених добрив - не виявляли впливу на показники схожості насіння сортів та гібридів сорго цукрового. Як відомо,

насіння з високими показниками лабораторної схожості та енергії проростання має кращу польову схожість. Тому ми провели аналіз лабораторної схожості насіння сорго перед сівбою. Результати визначень за період досліджень наведено на рис. 3.1. За тривалістю досліджень у середньому протягом періоду експерименту сорт Фаворит показав найвищу лабораторну схожість на рівні 96,3% за внесення мінерального удобрення дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$, що на 2,1% перевищує показник на контролі. Найнижчий рівень лабораторної схожості, а саме 93,6%, був зафіксований на абсолютному контролі без добрив. За період досліджень цей показник в основному був залежний від якості самого насіння.

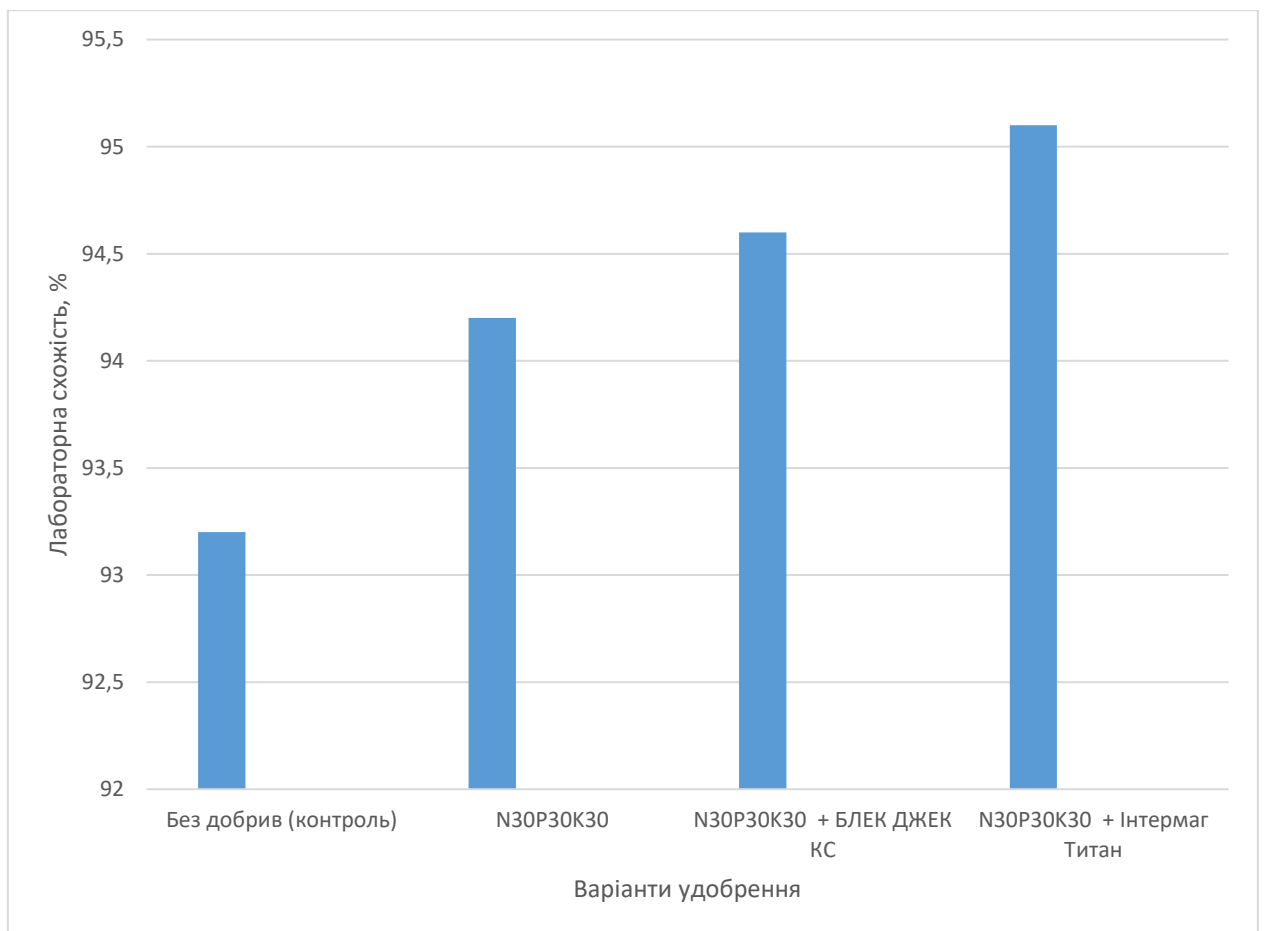
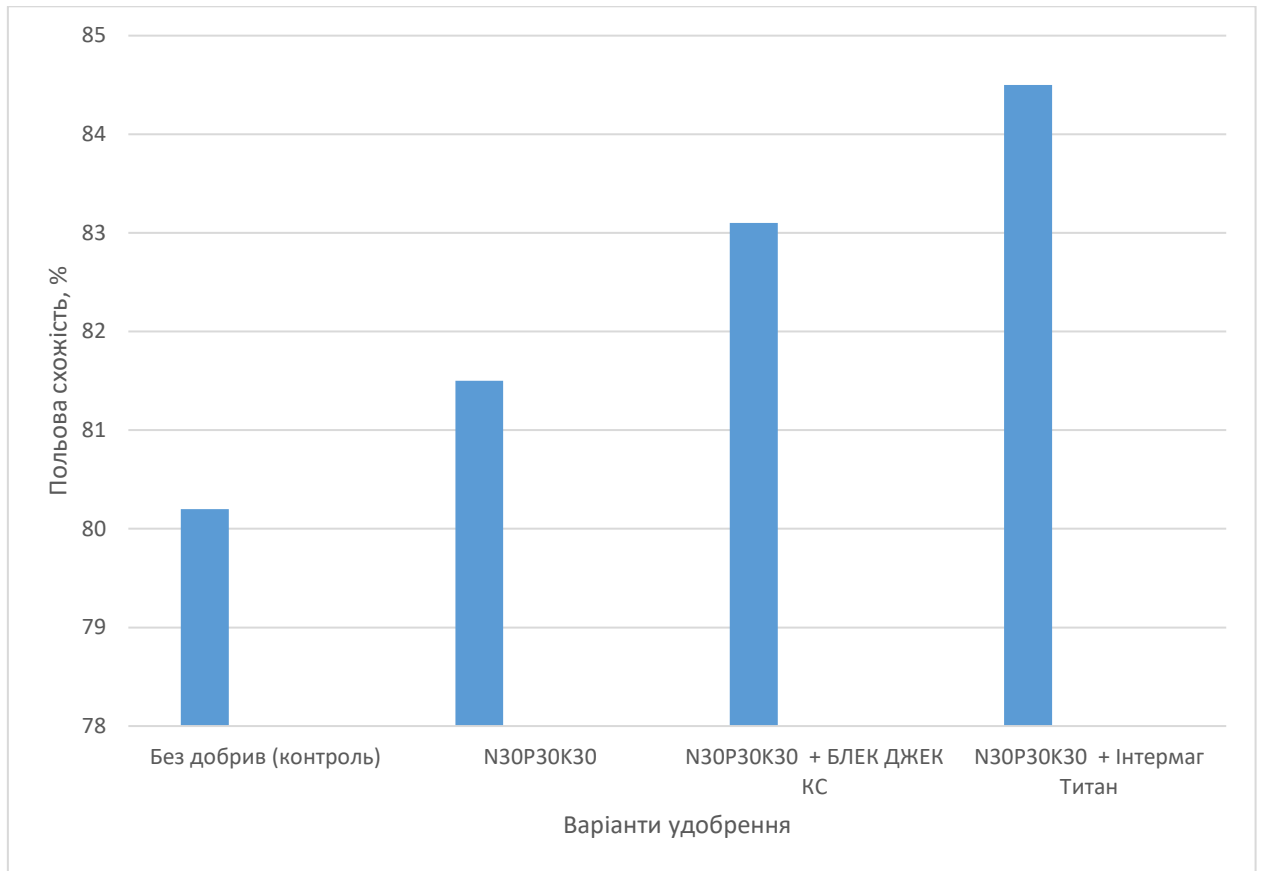


Рис. 3.1 Лабораторна схожість насіння сорго сорту Фаворит, %

Нашими експериментами підтверджено результати досліджень польової схожості, які раніше одержали Мулярчук О. І. та Соколов С. Л. Так, визначено, що вона більшим чином залежала від погодних умов року, і в меншості – від удобрення. Так, встановлено, що найвищою вона була на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан та складала в середньому 84,5%, що більше

порівняно з контролем на 5,6%. Це обґрунтовується більш оптимальною забезпеченістю ґрунту поживними речовинами у фазу сівба-сходи (рис. 3.2).



$HP_{05}=2,74$

Рис. 3.2 Польова схожість насіння сорго сорту Фаворит, %

Так, встановлено, що максимальну польову схожість сорго відмічено на варіанті удобрення із внесенням мінеральних та мікродобрив дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан і складала 84,5%, тоді як за мінерального удобрення схожість знижувалась 3,7% відповідно.

Отже, лабораторна схожість була залежна від якості насіння сорго цукрового, тоді як польова схожість більшою мірою визначалася погодними умовами року та меншою мірою системою удобрення. Найвищий рівень польової схожості був зафіксований в досліді, коли спостерігалася оптимальна волога в ґрунті під час сівби і росту рослин. Сорт Фаворит продемонстрував максимальну польову схожість на рівні 84,5%, за внесення мінеральних та мікродобрив дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан.

3.2 Виживання рослин сорго залежно від заходів вирощування

Вирощування сорго стало поширеним у багатьох країнах світу завдяки його різноманітному застосуванню. Сорго цукрове використовують як для отримання зерна, зеленого корму, сіна, силосу та сінажу, так і як сировину для виробництва трав'яної муки, гранул та брикетів для підсилення кормової бази тваринництва. Особливо популярним стало використання сорго цукрового, яке використовується не лише як корм для сільськогосподарської худоби, але й як важлива сировина для виробництва цукрового сиропу та етанолу [42]. Дослідження показують, що з високопродуктивних сортів і гібридів сорго цукрового можна отримати до 5 тонн біоетанолу з гектара, при цьому вихід енергії складає 29 гікалорій на гектар. Вихід біогазу з одиниці площі може досягати 17,6 тисяч кубічних метрів з вмістом метану на рівні 60% [43].

Низка наукових досліджень приділяється удосконаленню технології вирощування сорго, цінної культури, що відома своєю стійкістю до посухи, з метою підвищення її продуктивності. Загальновідомо, що одним із ключових елементів технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури є правильно підібрана система удобрення та норма висіву насіння, оскільки вона впливає на формування густоти посіву рослин, їхній ріст та розвиток. Така норма є важливим фактором, який визначає утворення продуктивності агрофітоценозу. Оптимальна густота посіву рослин сорго цукрового сприяє достатньому забезпеченню ними необхідними елементами живлення, вологою та освітленням, що в свою чергу сприяє формуванню максимально можливого урожаю [44].

За висловленням вчених Курила В. Л., Григоренка Н. О. та Марчука О. О., одним з ключових факторів, що впливає на густоту стеблостою, є наявність у ґрунті доступної вологи й елементів живлення [45]. Вчені Черенков А. В., Шевченко М. С. та Дзюбецький Б. В. встановили, що оптимальна щільність посадки рослин залежить від ґрунтово-кліматичних умов, морфобіологічних особливостей сортів і гібридів сорго, а також від конкретного способу використання цієї культури [46].

В дослідженнях вітчизняних і закордонних вчених, таких як Сторожик Л. І. та Будовський М. Д., було встановлено, що знаючи оптимальні норми висіву та глибину закладання насіння, можна створити потрібну густоту росту рослин на площі. Підвищення норми висіву призводить до зростання густоти росту рослин перед збиранням врожаю, однак, водночас, польова схожість, виживання та збереження рослин, навпаки, зменшуються [47].

На основі аналізу наукових джерел варто відзначити, що проведено недостатньо досліджень, що спрямовані на вирощування сортів та гібридів сорго за допомогою позакореневих підживлень рослин біопрепаратами та мікродобривами в умовах Прикарпаття України. Тому важливо провести більш глибоке дослідження цього питання в умовах західних регіонів країни.

Виживаність рослин сорго цукрового на основі вивчених факторів оцінювали на етапі повної стиглості насіння за методологією Єщенка В. О. [48]. Виявлено значні удобрення культури, так і від інших аспектів, що були предметом дослідження. Це пояснюється морфобіологічними та фізіологічними характеристиками сорту, які сприяли кращому зростанню та розвитку рослин [49]. Протягом періоду досліджень виживаність коливалась від 78,3% до 84,0%, залежно від кліматичних умов та інших вивчених чинників (Рис. 3.3.).

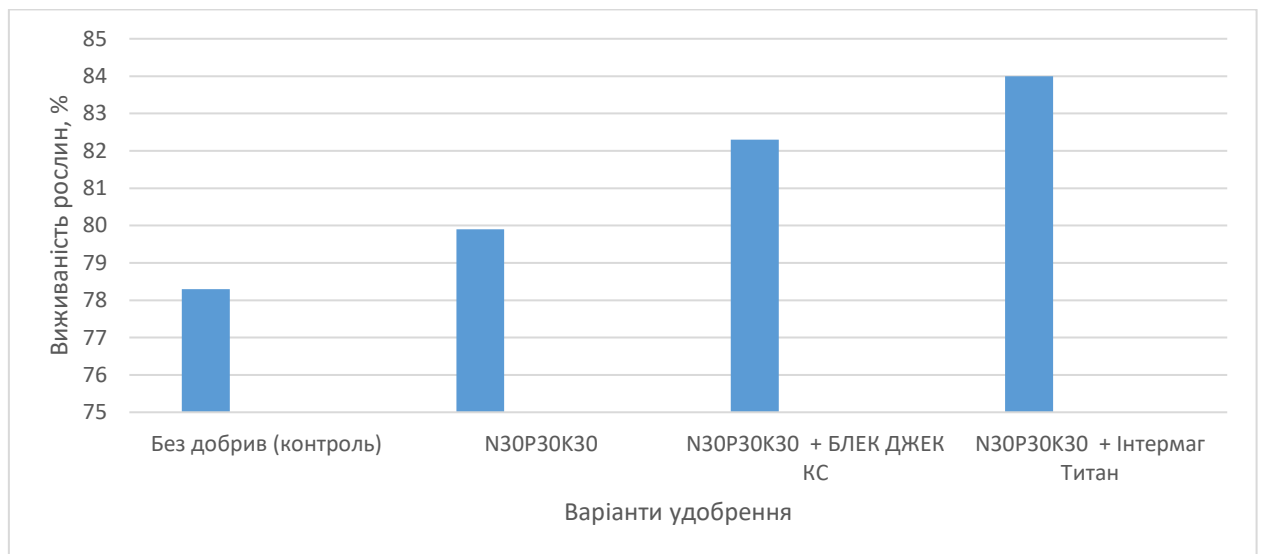


Рис. 3.3 Виживаність рослин сорго цукрового у фазу повної стиглості залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2023 р., %

Встановлено, що мінімальна виживаність рослин була на контролі без добрив та складала – 78,3%, а максимальна відмічена на варіанті за внесення мінеральних та мікродобрив дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан і складала 84,0% відповідно.

Слід відзначити, що у сорту Фаворит за мінерального та позакореневих підживлень БЛЕК ДЖЕК КС та Інтермаг Титан виживаність рослин сорго цукрового порівняно з контролем (без добрив) формувалась на 5,1 та 7,3% більшою за контроль відповідно.

Таким чином, нами встановлено значний вплив сумісної дії мінеральних добрив і мікродобрив БЛЕК ДЖЕК КС та Інтермаг Титан, недивлячись на інші чинники.

3.3 Тривалість фаз росту та розвитку сорго залежно від досліджуваних чинників

Час, необхідний для переходу від моменту сівби до появи сходів, залежить від температурного режиму та вологості ґрунту на глибині, на якій знаходиться насіння. Він скорочується, якщо сівбу проводять пізніше, зазвичай у третій декаді травня. Навіть при зміні глибини загортання насіння час між посівом і появою сходів практично не змінюється, оскільки цей параметр не має значущого впливу на тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин [50].

Болдирєва Л. Л. встановила, що тривалість вегетаційного періоду від сходів до цвітіння значно коливається в залежності від погодних умов у конкретному році. Наприклад, у сорту цукрового сорго Кримське 15 тривалість періоду "сходи-цвітіння" становила 85 днів у 2008 році, 70 днів у 2009 році і 75 днів у 2010 році. Це явище авторка виявила на основі спостережень за вегетаційними процесами у всіх батьківських і материнських лініях [50].

Кліматичні умови мають значний вплив на тривалість вегетаційного періоду, як встановлено Соколовим С. Л. За умов посушливості всі

досліджувані сорти скорочували час міжфазних періодів. Щодо висіву насіння, спостерігалася така закономірність: час проходження періоду "сходження" зменшувався на 1-2 дні зі збільшенням густоти посіву. Така тенденція спостерігалася й у наступних фазах. Тільки фази викидання волоті та цвітіння не залежали від висіву, а тривали відповідно до особливостей сортів. Це пояснюється швидшим ростом і розвитком рослин у густих посівах [24].

Дослідження проведені Марчуком О. О. показали, що в середньому поява сходів відбувалась на 7-10-й день після сівби, але цей період значно коливався у різні роки. Наприклад, у 2011 році, при ГТК – 1,8 у квітні, сходи сорго цукрового з'являлись на 10-12-й день, тоді як у 2012 році, за аналогічних умов, при ГТК у квітні 2,5 – на 6-7-й день [51]. Дослідження Федорчука М. І. показали, що тривалість вегетаційного періоду залежить від кліматичних умов року і кореневого живлення. На ділянках, де вносилися добрива у великих кількостях азоту, у вологі роки фази кущіння, викидання волотей, цвітіння та дозрівання зерна відбувалися з затримкою на 2-3 доби. У сухі роки рослини розвивалися швидше, що призвело до раннього дозрівання зерна [52].

Тривалість міжфазних періодів росту і розвитку вивчаємих нами варіантів удобрення сорго в середньому за 2023р. представлено на рис. 3.4. Так, досліджено, що найтриваліший вегетаційний період визначено на варіанті удобрення за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС і становив 130 діб, а найкоротшим – на контролі без добрив, де він склав 120 діб.

У досліджуваний період тривалість онтогенезу рослин сорго у міжфазні періоди була найдовшою за внесення мінеральних добрив разом з мікродобривами (128-130 доби) у зв'язку з більшою вегетативною масою культури. Встановлено, що найтривалішим періодом росту та розвитку рослин сорго цукрового за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС, і складав 130 діб а найменшим (120 діб) – на контролі без добрив.

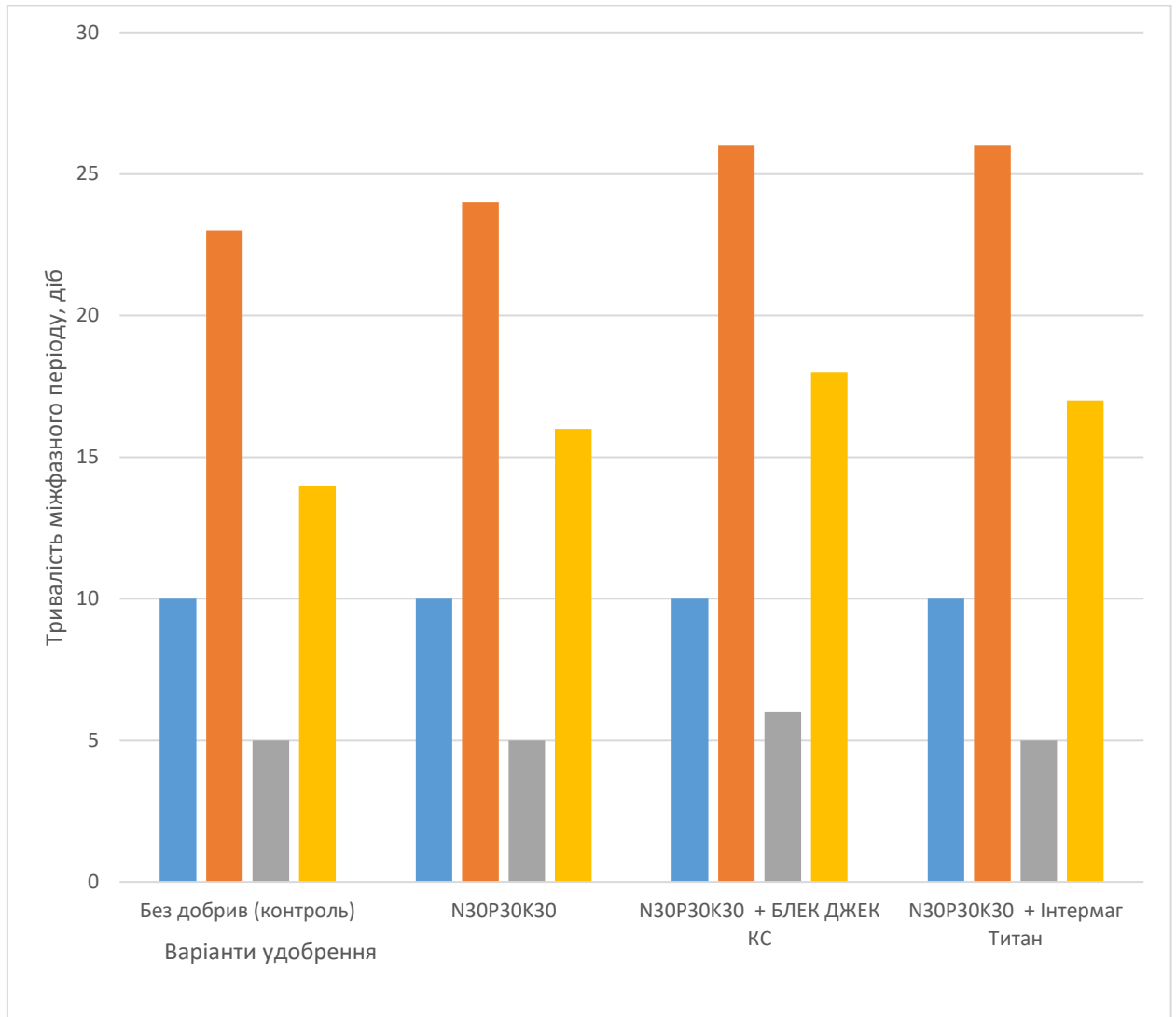


Рис. 3.4 Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку сорго цукрового залежно від удобрення, діб

Аналізуючи наші власні дослідження, можна зробити висновок, що система удобрення чинить вплив на дану характеристику, що відповідає даним інших науковців. Удобрення значно впливають на цей показник і мають прямий зв'язок. Так, у середньому за досліджуваний період зі збільшенням дози удобрення відбувалося подовження вегетаційного періоду на 10 діб у варіанті за внесення N₃₀P₃₀K₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС, на 8 діб за внесення N₃₀P₃₀K₃₀ + Інтермаг Титан.

Таким чином, застосування мінеральних та мікродобрив призводило до наростання вегетативної маси та сприяло подовженню процесів росту і розвитку сорго протягом всього періоду досліджень.

3.4 Висота рослин сорго цукрового залежно від заходів вирощування

Стебла сорго цукрового ростуть прямі та мають різний вміст цукру. Вони складаються з окремих вузлів, кількість та розміри яких варіюють. Середньостиглі сорти зазвичай мають від 11 до 15 вузлів, які можуть мати довжину від 0,5 до 2 см у нижній частині та до 40 см або більше у верхній частині стебла. Висота та кількість стебел можуть значно відрізнятись залежно від сорту, густоти посіву, родючості ґрунту та кліматичних умов. Деякі високорослі сорти можуть досягати висоти 2-3 метрів. Незважаючи на значну різноманітність, висота стебел є стійкою характеристикою для багатьох груп, видів та сортів сорго цукрового [53].

Як відомо, урожайність стеблової маси, яка вимірюється у виході у тоннах на гектар, залежить від висоти та діаметра стебел. Тому важливо встановити оптимальну дозу добрив та застосувати обробку рослин біопрепаратами та мікродобривами для отримання більшого врожаю зеленої маси з гектара поля.

Дослідження, проведені Герасименком Л. А. [50], показали, що на початку вегетаційного періоду, від фази сходів до кущіння, рослини починають повільно формувати кореневу систему, а максимальний приріст висоти рослин відбувається у період від фази виходу в трубку до викидання волоті.

В роботі Каленської С. М. та Гринюка І. П. виявлено, що висота рослин сорго цукрового стрімко зростала від моменту сходів до досягнення молочно-воскової стиглості зерна, а потім зменшувалась у період повної стиглості зерна [54].

Дослідження Курило В. Л. показали, що найбільший приріст у висоту стебел спостерігався у фазу викидання волотів у всіх сортів та гібридів сорго цукрового. Вчений відзначив, що розвиток рослин цукрового сорго залежить від норми висіву насіння та методу посіву, а також від особливостей сортів. Також визначено, що погодні умови вегетаційного періоду впливають на

розвиток рослин, зокрема на їх висоту, причому цей вплив пропорційний значенню ГТК [55]. Аналогічно висловлюється і Сторожик Л. І., який також наголошує на впливі погодних умов вегетаційного періоду на розвиток рослин сорго [56].

Марчук О. О. вивчала вплив рівнів добрив та методів боротьби з бур'янами на висоту рослин сорго цукрового. Вона підкреслює, що зріст і активність росту цих рослин залежать не лише від кліматичних умов та генетичних особливостей кожного сорту, але й від використаної сільськогосподарської техніки при вирощуванні культури [51].

У нашій роботі подано дані щодо висоти рослин сорго цукрового на етапі воскової стиглості в залежності від різних систем удобрення, використання мінеральних і мікродобрив у рамках досліджень, проведених у західному регіоні України протягом 2023 року (Табл 3.1). Загалом, 2023 рік, який характеризувався найбільш сприятливими погодними умовами, рослини сорго досягли найбільшої висоти - 174,8 см.

Таблиця 3.1

Висота рослин сорго цукрового залежно від досліджуваних чинників у фазі воскової стиглості (середнє за 2023 р.), см

Варіант удобрення	Висота рослин			Середнє
	1 повторення	2 повторення	3 повторення	
Контроль (без добрив)	159,8	156,3	159,9	158,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	171,6	172,1	172,0	171,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС	172,4	171,8	172,6	172,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Інтермаг Титан	175,0	174,2	175,1	174,8
НІР ₀₅	6,89			

Відмітимо, що внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню висоти стебел у сорго цукрового протягом періоду проведення досліджень. Так за внесення мінеральних добрив дозою N₃₀P₃₀K₃₀, висота рослин становила

171,9 см, що на 13,2 см вище порівняно з контролем. Таким чином, найбільша висота рослин була зафіксована за внесення мінеральних добрив разом з мікродобривом $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан, яка складала 174,8 см. Ми встановили закономірність, згідно з якою використання мінеральних добрив сукупно з мікродобривами призводило до збільшення висоти рослин порівняно з мінеральними добривами на 0,4-2,9 см.

Таким чином, доведено позитивний вплив позакореневих підживлень мікродобривами відзначався у зростанні висоти рослин сорго цукрового. У всіх варіантах обробки протягом вегетації, найвища висота рослин була зафіксована при застосуванні суміші мікродобрив на фоні мінерального удобрення, тоді як на контрольних ділянках вона була найнижчою.

3.5 Густота стояння рослин сорго залежно від заходів вирощування

Як відомо, густота стояння рослин сорго цукрового впливає на їхній ріст і розвиток, оскільки вона визначає доступність вологи та мінеральних речовин, що впливає на утворення продуктивності культури [57].

У своїх дослідженнях Сторожик Л. І. встановив, що гібрид Медовий мав вищу густоту стояння рослин перед збиранням, досягаючи 23,1 тис. одиниць на гектар, при нормі висіву 8-10 кг/га, у порівнянні з густотою при нормі висіву 6-8 кг/га [56].

У ході наших експериментів ми аналізували густоту розташування рослин сорго цукрового в залежності від застосування мінеральних добрив та позакореневих підживлень рослин мікродобривами протягом періоду досліджень. Це проводилося на етапах сходів, кущення та повної стиглості культури.

За результатами наших спостережень у період досліджень було встановлено, що густота розташування рослин змінювалась залежно від норм застосування мінеральних і мікродобрив. У середньому протягом експерименту мінімальна густота рослин була зафіксована на контролі без добрив, складаючи 52,6 тисячі рослин на гектар, тоді як максимальне значення

(132,0 тисячі рослин на гектар) спостерігалось у за внесення мінеральних добрив разом з мікродобривом $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан (Табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Густота стояння рослин сорго цукрового у фази росту та розвитку залежно від досліджуваних чинників, тис. шт. рослин/га

Варіант удобрєння	Фаза розвитку		
	Сходи	Кущення	Повна стиглість
Контроль (без добрив)	62,4	56,0	55,1
$N_{30}P_{30}K_{30}$	92,0	80,8	76,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС	119,6	105,3	97,0
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан	121,7	106,0	97,7

Так, встановлено, що густота стояння рослин сорго змінювалась залежно від варіанту удобрення. Визначено, що протягом всього періоду вегетації культури найменша густота стояння рослин відмічена на контролі без добрив, яка була на рівні від 62,4 тис. шт. рослин/га в період сходів до 55,1 тис. шт. рослин/га у фазу повної стиглості.

Нашими дослідженнями визначено, що використання мінеральних добрив призводило до кращої виживаності рослин, а відповідно і до ліпшої густоти стояння рослин. Так, за внесення мінеральних добрив дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ густота стояння рослин була вищою від контролю на 29,6 тис. шт. рослин/га в період сходів до 21,3 тис. шт. рослин/га у фазу повної стиглості.

Відмітимо, що максимальні показники густоти стояння рослин сорго цукрового спостерігали за внесення мінеральних добрив разом з мікродобривом $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан, які складали 121,7 тис. шт. рослин/га в період сходів до 97,7 тис. шт. рослин/га у фазу повної стиглості.

Отже, таке коливання може пояснюватися тим, що рослини, під час свого зростання та розвитку, конкурують між собою за доступ до вологи і поживних речовин. Внаслідок внесення мінеральних і мікродобрив рослини міцніші і здоровіші та краще конкурують з бур'янами. Таким чином, цей показник майже не залежав від особливостей сорту, а в основному змінювався під впливом вивчених факторів.

3.6 Урожайність сорго цукрового залежно від досліджуваних чинників

Наукові дослідження, як вітчизняних, так і закордонних вчених, доводять, що кількість зеленої маси сорго цукрового залежить від погодних умов та густоти стояння рослин. При оптимальному розташуванні рослин у просторі вони ефективно використовують мінеральні речовини та вологу ґрунту, що сприяє формуванню високої продуктивності. Це досягається за рахунок налагодженого співробітництва між способом сівби та нормою висіву насіння. Вірне просторове та кількісне розташування рослин на полях є важливою умовою для відтворення сортових (гібридних) особливостей кожної культури. Результати проведених досліджень українськими науковцями підтверджують, що збільшення густоти стояння рослин сорго цукрового призводить до підвищення урожайності зеленої та сухої маси, а, отже, і до збільшення виходу сиропу, загальних цукрів та біоетанолу.

Так, за словами Петричука Л. І., зменшення продуктивності сорго спостерігається лише при значному загущенні рядків. При однаковій кількості рослин зміна форми площі живлення не впливає на врожайність. Найбільший приріст урожаю зеленої маси сорго цукрового він отримав у варіанті з шириною міжрядь 70 см і густотою стояння рослин 150 тис. шт. нас. на гектар, що склав 4,0 тонни на гектар, або 19,1% [49]. Таку ж позицію висловлює і Курило В. Л., який зазначає, що протягом усіх фаз розвитку спостерігається вплив збільшення густоти стояння рослин на зменшення сиропу та сухої маси у

стеблах і листках. Основною причиною цього процесу вважається загущення посівів [55].

Дослідження В. П. Дерев'янського підтвердили позитивний вплив обробки біопрепаратами на продуктивність сорго. Він здійснював позакореневе підживлення рослин у фазі 5-6 листків за допомогою Кладостиму [58]. Наші власні дослідження вказують на аналогічні результати: використання суміші мінеральних добрив разом з мікродобривом Інтермаг Титан та комплексу мікродобрив Блек Джек КС для позакореневого підживлення рослин підвищило показник виживання рослин сорго на 3%. Також виявлено, що досліджувані препарати мають вплив на висоту рослин сорго цукрового, при цьому максимальну висоту спостерігали у рослин, які отримали позакореневі підживлення у фази кущення та виходу в трубку сумішшю $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан та комплексу $N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС.

Погодні умови гарантують рослинам необхідну кількість вологи та тепла. Курило В. Л. та Герасименко Л. А. досліджували врожайність надземної маси різних сортів сорго цукрового та встановили, що її значно більше впливає на умови року вирощування [59]. Висновки Петричука Л. І. [57] показують, що в середньо сухі роки, коли протягом вегетаційного періоду випадає 150-200 мм атмосферних опадів, оптимальною є густота висіву для сорго цукрового в межах 150-200 тис. нас./га рослин.

Отже, різноманітні наукові дослідження підтверджують, що для досягнення високих врожаїв зеленої маси сорго цукрового ключове значення має вибір оптимального сорту або гібриду, а також правильно підібрані норми висіву та застосування мінеральних і мікродобрив.

Врожайність рослин визначається їх генетичними характеристиками, які проявляються в конкретних умовах ґрунту та клімату. Наші дослідження підтверджують, що урожайність зеленої маси сорго цукрового залежить від різних факторів, включаючи погодні умови року, фактор живлення як це підтверджують отримані нами дані (Табл 3.3).

Урожайність зеленої маси сорго цукрового
у фазі молочно-воскової стиглості відповідно від досліджуваних
чинників, т/га

Варіант удобрення	Повторення			Середнє
	1	2	3	
Контроль (без добрив)	56,5	56,1	57,0	56,5
$N_{30}P_{30}K_{30}$	62,6	62,3	62,9	62,6
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС	65,3	65,5	65,8	65,5
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан	66,0	65,8	66,2	66,0
HP_{05}	1,37			

За результатами наших досліджень виявлено, що застосування мінеральних добрив разом із позакореневими підживленнями рослин препаратами БЛЕК ДЖЕК КС та комплексом мікродобрив Інтермаг Титан має вплив на врожайність зеленої маси сорго цукрового. У таблиці 3.3 наведено показники приросту врожайності від застосування досліджуваних препаратів порівняно з контрольним варіантом. Врожайність зеленої маси сорго цукрового значно збільшувалась в результаті обробки посівів препаратами на 9,0-9,5 т/га або на 13,6-14,1%.

Так, встановлено, що максимальний показник приросту врожаю зеленої маси, порівняно з контролем (без добрив), 9,5 т/га (14,1%) сформовано за внесення мінеральних добрив разом з мікродобривом $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан. Найнижча врожайність відмічена на контролі без добрив, яка складала 56,6 т/га.

Таким чином, для одержання врожайності зеленої маси на рівні 66,0 т/га в умовах західного регіону України на дерново-підзолистих ґрунтах вирощування сорго цукрового на зелену масу слід проводити за технологією, що передбачає внесення мінеральних добрив разом з мікродобривом $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

В сучасних умовах розвитку сільського господарства, забезпечення безпеки праці та збереження навколишнього середовища вирішується через комплексний підхід, що включає в себе впровадження сучасних технологій, вдосконалення організаційних та правових засад, а також систему професійного навчання та підвищення кваліфікації працівників.

1. Охорона Праці включає наступні положення:

- Розроблення та впровадження програм безпеки праці на підприємствах сільського господарства.
- Проведення оцінки ризиків для здоров'я працівників та впровадження заходів щодо їх мінімізації.

1.2. Оснащення та Технічні Засоби

- Забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту (захисні каски, респіратори, захисні костюми тощо).
- Регулярна перевірка та обслуговування сільськогосподарської техніки для запобігання аваріям та травматизму.

1.3. Навчання та Інструктажі

- Проведення навчальних курсів та тренінгів з питань безпеки праці для всіх працівників сільськогосподарських підприємств.
- Проведення систематичних інструктажів щодо правил користування сільськогосподарською технікою та інструментами.

2. Охорона Навколишнього Середовища

2.1. Землеробство та Збереження Ґрунту

- Використання екологічно чистих методів обробітку ґрунту (мінімальна обробітка, стрічкова обробіток тощо).
- Впровадження методів збереження ґрунтового покриву для запобігання ерозії.

2.2. Використання Добрив та Захисту Рослин

- Використання органічних добрив та біологічних методів захисту рослин для зменшення впливу на навколишнє середовище.
- Мінімізація використання хімічних пестицидів та гербіцидів, заміна їх екологічно безпечними альтернативами.

2.3. Організація Водного Господарства

- Заходи щодо збереження води та використання методів її ефективного використання (системи крапельного зрошення, зберігання та очищення дощової води).
- Моніторинг якості ґрунтових та підземних вод на сільськогосподарських територіях.

2.4. Управління Відходами

- Розроблення та впровадження програми управління відходами на сільськогосподарських підприємствах.
- Сортуння та переробка відходів для мінімізації негативного впливу на довкілля.

Цей розділ враховує важливість забезпечення безпеки праці та охорони навколишнього середовища в сільському господарстві і намагається надати систематичний підхід до цих питань з метою забезпечення стабільності та сталого розвитку аграрного сектору.

ВИСНОВКИ

Дослідження, проведені впродовж 2023 р. з сорго цукровим сорту Фаворит в умовах Івано-Франківської області на дерново-підзолистому ґрунті, із вивчення впливу мінеральних добрив та позакореневих підживлень мікродобривами на врожайність зеленої маси сорго цукрового, дозволили сформулювати наступні висновки:

1. Було виявлено, що методика добривного забезпечення має певний вплив на відсоток схожості, проте цей вплив є досить обмеженим і переважно залежить від метеорологічних умов у конкретному році, зокрема від наявності вологи у ґрунті під час періоду посіву.

2. У сорту Фаворит за застосування мінеральних добрив та підживлень БЛЕК ДЖЕК КС та Інтермаг Титан, виживаність рослин сорго цукрового виявилася в 5,1% та 7,3% вищою в порівнянні з контрольним варіантом (без добрив). Отже, ми підтвердили значний вплив сумісної дії мінеральних добрив і мікродобрив БЛЕК ДЖЕК КС та Інтермаг Титан, не зважаючи на інші фактори.

3. Встановлено, що у середньому за досліджуваний період зі збільшенням дози удобрення відбувалося подовження вегетаційного періоду на 10 діб у варіанті за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ + БЛЕК ДЖЕК КС, на 8 діб за внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан.

4. Доведено позитивний вплив позакореневих підживлень мікродобривами відзначався у зростанні висоти рослин сорго цукрового. У всіх варіантах обробки протягом вегетації, найвища висота рослин була зафіксована при застосуванні суміші мікродобрив на фоні мінерального удобрення дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан і складала 174,8 см, тоді як на контрольних ділянках вона була найнижчою на 2,1% відповідно.

5. Визначено, що максимальні показники густоти стояння рослин сорго цукрового спостерігали за внесення мінеральних добрив разом з

мікродобрином дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан, які складали 121,7 тис. шт. рослин/га в період сходів та 97,7 тис. шт. рослин/га у фазу повної стиглості.

6. Для одержання врожайності зеленої маси на рівні 66,0 т/га в умовах західного регіону України на дерново-підзолистих ґрунтах вирощування сорго цукрового на зелену масу слід проводити за технологією, що передбачає внесення мінеральних добрив разом з мікродобрином $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Інтермаг Титан.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ганженко О. М., Іванова О. Г., Герасименко Л. А. Вплив елементів технології вирощування цукрового сорго на енергетичну продуктивність. *Цукрові буряки*. 2015. № 4. С. 17-19.
2. Петричук Л.І. Агробіологічні основи формування високопродуктивних агроценозів сорго цукрового в умовах Південного Степу: автореферат дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2015. 20 с.
3. Ковальчук В. П., Григоренко Н. О., Костенко О. І. Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії. Інститут цукрових буряків. *Цукрові буряки*. № 6. 2009. С. 6-7.
4. Нове застосування цукрового сорго [Л. Кириченко, В. Роженко, Л. Філоненко та ін.] / Агробізнес сьогодні. 2012. №3. с. 8-11.
5. Лебідь Є. М., Дзюбецький Б. В., Черенков А. В. [та ін.]. Сорго в Присивашші. Дніпропетровськ, 2006. 29 с.
6. Державна служба статистики України: сайт. URL : www.ukrstat.gov.ua
7. Болдірева Л. Л., Бондаренко В. П. Технологія вирощування сорго. *Спеціальний випуск. ЮФ «КАТУ» НАУ*. Вип. № 6 (953), 2007. с. 2.
8. Опис та характеристика рослини сорго цукрове. Веб-сайт Аграрії разом. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/sorgo-cukrove>
9. Коваленко О. А., Чернова А. В., Моспаненко Т. О. Сорго цукрове, та його перспективи для зони Південного Степу України. Конференція 4-5 грудня 2014 р.» Секція 1. Сільськогосподарські науки. URL: http://econf.at.ua/publ/konferencija_2014_12_4_5/sekcija_1_silskogospodarski_nauki/sorgo_cukrove_ta_jogo_perspektivi_dlja_zoni_pivdenного_stepu_ukrajini/10-1-0-156
10. Курило В. Л., Григоренко Н. О., Марчук О. О., Фуніна І. Р. Продуктивність сорго цукрового (*Sorghum saccharum* (L.) Pers.) залежно від сортових особливостей та різної густоти стояння рослин. *Сортівивчення та охорона прав на сорти рослин*. №3. 2013. С.8-12.

11. Сайт ДП Рейлін. URL:http://raelin.com.ua/?page_id=1299#
12. Герасименко Л. А. Вплив густоти стояння рослин на ріст, розвиток та врожайність сорго цукрового. *Агробіологія*. 2011. Вип. № 6. С. 48-50.
13. Грабовський М. Б. Агротехнологічне обґрунтування вирощування кукурудзи та сорго цукрового для виробництва біогазу : автореф. дис. д-ра с.-г. наук. Дніпро, 2019. 40 с.
14. Шепель Н. А. Сорго – інтенсивна культура. Симферополь : Таврія, 1989. 191 с.
15. Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти: рекомендації. Дніпропетровськ: Роял Принт. 2011. 63 с.
16. Кириченко Л., Роженко В., Філоненко Л., Гусар І., Кукта С. Нове застосування цукрового сорго. *Агробізнес сьогодні*. Вип. №23 (222). 2011.
17. Гунчак Т. І. Особливості вирощування сорго цукрового в якості сировини для виробництва біопалива в умовах південно-західного Лісостепу України. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Вип. № 21. С. 240-244.
18. Бритвин В. В., Болдирєва Л. Л. Сорго як сировина для виробництва біоетанолу. Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Кримський агротехнологічний університет». Серія : *Сільськогосподарські науки*. 2013. Вип. № 154. С. 69-72.
19. Маслак О. Перспективне сорго / *Агробізнес сьогодні*. К.: 2011. №11 (210). С.12-15.
20. Лихочвор, В. В. Рослинництво: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Сучасні технології вирощування основних польових сільськогосподарських польових культур. Львів: НВФ «Українські технології». 2006. С. 272-321.
21. Особливості мінерального живлення сорго. Сайт Зооінженерного факультету МСГА. URL: <http://www.activestudy.info/osobennosti-mineralnogo-pitaniya-sorgo/>

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

23. Климович П.В. Ефективність доз і строків застосування добрив під сорго зернове на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: 176 автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04. ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського. Харків: 2007. 23 с.

24. Каражбей Г.М., Тегун С.В. Продуктивність сорго звичайного двокольорового (*Sorghumbicolor* 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.

25. 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. ІБКІЦБ. 2012. Вип.15. С.202-206.

26. Дремлюк Г.К., Гамадій В.Л., Гамадій І.В. Основні елементи технології вирощування сорго / Посібник українського хлібороба. 2013. №.3 С.274277.

27. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільсько-господарських культур мікроелементами. *Журнал Зерно*, № 5, 2008. С.12-16.

28. Воропай Л. І., Куниця М. О. Українські Карпати. К.: Знання України, 2003. 184 с.

29. Стецюк В.В., Ковальчук І.П. Основи геоморфології К.: Вища школа, 2005. 197 с.

30. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: Підручник Чернівці: Книга – ХХІ, 2004. 400 с.

31. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К.: 2000. 10 с.

32. Ушкаренко В.О., Коковіхін С.В., Вожегова Р.А., Голобородько С.П. Методика польового досліджу (зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448с.
33. Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Державна комісія України із випробування та охоронисортіврослин. К. 2000.
34. Єщенко В.О., Копитко П. Г., Костоґриз П. В.; Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: Едельвейс і К, 2014. 332 с.
35. Бабич А. О. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. К. : Аграрна наука, 1994. 78 с.
36. Доспехов Б. А. Методика польового досліджу. Колос, 1985. 415 с.
37. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica – 6. Методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
38. Медведовський О. К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 205 с.
39. Федорчук М. І., Каленська С. М., Рахметов Д. Б., Коковіхін С. В., Федорчук Є. М., Поливода О. М., Федорчук В. Г., Коваленко О. А. Методичні рекомендації з інноваційних технологій вирощування та переробки сорго для використання в якості альтернативних джерел енергії. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/2768>.
40. Сторожик Л. І. Стимулювання насіння сорго цукрового. *Новітні агротехнології*. 2014. № 1. С. 23-30. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr_2014_1_5
41. Марчук О. О. Продуктивність сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. Автореф. дис. канд. наук. Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків НААН України. Київ. 2015. 20 с.
42. Алдошин А. В., Самойленко А. Т., Федоренко Е. М., Яланський А. В., Черенкова Т. П. Особливості насінництва соргових культур. *Бюлетень*

Інституту сільського господарства степової зони НААН України: електрон. версія. 2013. № 5. URL : <http://www.institut-zerna.com/library/pdf5/23.pdf>

43. Герасименко Л. А. Перспективи вирощування сорго в Україні. *Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату: Збірник наук. праць всеукр. наук.-практ. конф. (15-16 червня 2017 р., м. Кам'янець-Подільський).* Тернопіль. 2017. С. 69

44. Петричук Л. І. Агробіологічні основи формування високопродуктивних агрофітоценозів силосних культур в умовах Південного Степу. Автореф. дис к. с.-г. н. Херсон. 2015. 18 с.

45. Курило В. Л., Григоренко Н. О., Марчук О. О., Фуніна І. Р. Продуктивність сорго цукрового (*Sorghum saccharum* (L.) Pers.) залежно від сортових особливостей та різної густоти стояння рослин. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* №3. 2013. С.8-12.

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

47. Сторожик Л. І., Будовський М. Д. Продуктивність сорго цукрового як джерела виробництва біопалива в сумісних посівах з іншими культурами. *Цукрові буряки.* 2016. № 2. С. 7-11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2016_2_4

48. Грабовський М. Б. Вплив площі живлення рослин сорго цукрового на водоспоживання та формування біометричних і фотосинтетичних показників. *Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць.* Вип. 68. С. 130-136.

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

50. Герасименко Л. А. Ріст та розвиток рослин сорго цукрового (*Sorghum saccharum* L.) різних строків сівби та глибини загортання насіння в умовах

центрального Лісостепу України. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. № 1. С. 76-78.

51. Марчук О. О. Продуктивність сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. Автореф. дис. канд. наук. Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків НААН України. Київ. 2015. 20 с.

52. Федорчук М. І., Пташинська О. В. Продуктивність сорго цукрового в умовах Півдня України. *Інноваційні технології в рослинництві : матеріали наукової інтернет-конференції*, м. Кам'янець-Подільський, 15 травня 2018 р. ПДАТУ; МНАУ. С. 194-196.

53. Шепель Н. А. Сорго – интенсивная культура. Симферополь : Таврия, 1989. 191 с.

54. Каракальчев А. С., Рахимбеков Т. С., Макаров В. М., Русаков П. С. Сорго в пустыне. *Кукуруза и сорго*. 1985. № 4. С. 24-25.

55. Курило В. Л., Григоренко Н. О., Марчук О. О. Вплив сортових особливостей та форм внесених добрив на фенологічні показники та продуктивність рослин сорго цукрового. *Цукрові буряки*. 2013. № 4. С. 13-15.

56. Сторожик Л. І., Будовський М. Д. Продуктивність сорго цукрового як джерела виробництва біопалива в сумісних посівах з іншими культурами. *Цукрові буряки*. 2016. № 2. С. 7-11. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/Cb_2016_2_4

57. Петричук Л. І. Агробіологічні основи формування високопродуктивних агрофітоценозів силосних культур в умовах Південного Степу. Автореф. дис к. с.-г. н. Херсон. 2015. 18 с.

58. 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.

59. Курило В. Л., Герасименко Л. А. Вплив погодних умов на урожайність сорго цукрового залежно від строків сівби та глибини загортання насіння. *Збірник наук. праць. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2011. Вип. 12. С. 74-78.

ДОДАТКИ

Лабораторна схожість насіння сорго сорту Фаворит, %

Варіант удобрення	Лабораторна схожість
Контроль (без добрив)	93,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	94,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС	94,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Інтермаг Титан	95,1

Польова схожість насіння сорго сорту Фаворит, %

Варіант удобрення	Польова схожість
Контроль (без добрив)	80,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	81,5
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС	83,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Інтермаг Титан	84,5
НІР ₀₅	2,74

Виживаність рослин сорго цукрового у фазу повної стиглості залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2023 р., %

Варіант удобрення	Виживаність рослин
Контроль (без добрив)	78,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	79,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС	82,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Інтермаг Титан	84,0

Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку сорго цукрового залежно від удобрення, діб

Варіант удобрення	Сівба-сходи	Кущення-трубкування	Викидання волоті-цвітіння	Молочна стиглість-воскова стиглість	Всього за вегетацію
Контроль (без добрив)	10	23	5	14	120
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	10	24	5	16	125
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + БЛЕК ДЖЕК КС	10	26	6	18	128
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + Інтермаг Титан	10	26	5	17	130