

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Агрономічний факультет
Спеціальність 201 Агрономія
Освітньо-професійна програма Агрономія

«Допускається до захисту»

Декан агрономічного факультету,
к. с.-г. н. доцент Олександр ГЖБОЛДІН

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр на тему:

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОБІОЧАРУ ДЛЯ
ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНКРУСТАЦІЇ НАСІННЯ СОРГО ЗЕРНОВОГО В
УМОВАХ БІЛОЦЕРКІВСЬКОЇ ДОСЛІДНОЇ СЕЛЕКЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ
ІНСТИТУТУ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

Здобувач вищої освіти _____

Володимир БУНЕЦЬКИЙ

Керівник кваліфікаційної роботи:

завідувач кафедри агрохімії, д. с.-г. н.,

старший науковий співробітник, професор _____ Сергій КРАМАРЬОВ

Дніпро
2024

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Агрономічний факультет

Кафедра агрохімії
Спеціальність 201 Агрономія
Освітньо-професійна програма Агрономія

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан агрономічного факультету,
к. с.-г. н. доцент Олександр ІЖБОЛДІН

12 лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу
другого (магістерського) рівня вищої освіти
Бунецького Володимира Олександровича

1. Тема роботи: Ефективність застосування нанобіочару для передпосівної інкрустації насіння сорго зернового в умовах Білоцерківської дослідної селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України

2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру: «15» лютого 2024 р.

3. Вихідні дані для роботи:

отримані під час виконання польових дослідів і проведення досліджень на Білоцерківській дослідно селекційній станції ДУ Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

- сільськогосподарська культура – сорго зернове гібрид Прайм

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити):

- викласти методику проведення досліджень;

- показати вплив передпосівної інкрустації насіння з введенням до складу бакової суміші адсорбенту нанобіочару на ріст і розвиток рослин сорго зернового на початку онтогенезу;

- провести оцінку досліджуваних елементів системи удобрення сорго зернового;

- на основі розрахунків та аналізу проведених досліджень зробити висновки та надати рекомендації виробництву.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- технологічна схема виробництва нанобіочару;

- таблиці в яких відображено фізико-хімічні властивості нанобіочару;
- таблиці в яких відображено біохімічних показників якості та урожайності зерна сорго зернового ;
- таблиця економічної ефективності вирощування сорго зернового;
- аналіз виробничого травматизму та захворювань у на білоцерківській дослідно селекційній станції ДУ Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків НААН України.

6. Дата видачі завдання:

Керівник кваліфікаційної роботи:

завідувач кафедри агрохімії

д. с.-г. н., с. н. с., професор

Завдання прийняв до

виконання здобувач вищої освіти

_____ Сергій КРАМАРЬОВ

_ Володимир БУНЕЦЬКИЙ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Найменування етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз літературних джерел	14.10.22-23.01.24	
2.	Огляд літератури	26.12.22-27.01.24	
3.	Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	29.01.23-10.02.24	
4.	Методика та результати проведення досліджень	13.03.23-21.01.24	
5.	Економічна оцінка	24.07.23-22.01.24	
6.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	25.09.23-20.01.24	
7.	Оформлення роботи, висновки та рекомендації виробництву	23.10.23-07.01.24	

Здобувач вищої освіти _____

Володимир БУНЕЦЬКИЙ

Керівник кваліфікаційної роботи:

завідувач кафедри агрохімії,

д. с.-г. н., с. н. с., професор

Сергій КРАМАРЬОВ

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. 1. Огляд літературних джерел з напрямку проведених досліджень.....	12
1.1. Біологічні особливості рослин зернового сорго.....	12
1.2. Особливості мінерального живлення рослин сорго зернового.....	13
1.3. Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго зернового на ріст і розвиток рослин.....	15
РОЗДІЛ 2. Ґрунтово-кліматичні умови та методика проведених досліджень....	17
2.1. Погодні умови в роки проведення досліджень	17
2.2. Агрохімічна характеристика ґрунту місця проведення досліджень...17	
2.3. Методика проведення досліджень.....	18
2.4. Агротехніка вирощування сорго зернового.....	19
РОЗДІЛ 3. Технологія виробництва і фізико-хімічні властивості адсорбенту нанобіочару.....	21
3.1. Історичний аспект виникнення біочару.....	21
3.2. Технологія виготовлення нанобіочару	32
3.3. Порівняння якості біочару від різних виробників	34
РОЗДІЛ 4. Вплив передпосівної інкрустації насіння зернового сорго на ріст і розвиток рослин впродовж вегетаційного періоду.....	41
4.1. Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго зернового на польову схожість та ріст і розвиток рослин на початку онтогенезу.....	41
4.2. Варіювання показників структури врожаю рослин сорго залежно від передпосівної інкрустації насіння.....	47
4.3. Урожайність зерна сорго зернового залежно від передпосівної інкрустації насіння.....	49
4.4. Зміна біохімічних показників якості зерна сорго зернового під впливом передпосівної інкрустації насіння.....	50
Розділ 5 Економічна оцінка ефективності агротехнічного заходу передпосівної інкрустації насіння сорго.....	53
... Розділ 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	57
ВИСНОВКИ.....	59
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТКИ.....	66

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: «Ефективність застосування нанобіочару для передпосівної інкрустації насіння сорго зернового в умовах Білоцерківської дослідної селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України».

Актуальність досліджень полягає в необхідності удосконалення агротехнічного заходу передпосівної інкрустації посівного матеріалу сорго зернового і покращення умов фосфорного живлення його проростків на початку онтогенезу.

Мета досліджень: встановити вплив фосфоровмісного препарату Дефенс С і адсорбента нанобіочару на ріст і розвиток кореневої системи рослин сорго на початку онтогенезу .

Методи досліджень: аналітичний – фізико-хімічні методи дослідження властивостей адсорбенту нанобіочару, польовий – спостереження за ростом і розвитком рослин, визначення врожайності зерна і біохімічних показників його якості, розрахунковий – визначення економічної ефективності запропонованих рекомендацій виробництву з удосконалення агрозаходу передпосівної інкрустації посівного матеріалу сорго зернового.

Предмет дослідження: зразки нанобіочару і фосфоровмісного препарату Дефенс С.

Об'єкт досліджень сорго зернове ранньостиглий гібрид Прайм.

Дипломна робота викладена на 67 сторінках друкованого тексту, включає 6 розділів, висновки та рекомендації виробництву, список використаної літератури 50 джерел в тому числі 47 латиницею, 3 додатки. Робота містить 4 таблиці, 17 рисунків.

Ключові слова: адсорбент нанобіочар, фосфоровмісний препарат Дефенс С, чорнозем типовий, родючість ґрунту, сорго зернове, інкрустація, урожайність, гібрид, показники якості зерна, економічна ефективність, охорона праці.

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах глобального потепління дуже важливим є підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, оскільки в даних умовах лімітуючим фактором є вміст у ґрунті продуктивної вологи. Для того, щоб вирішити це питання, в структурі посівних площ перевагу слід надавати посухостійким сільськогосподарським культурам. Серед яких чільне місце займає сорго зернове. Ця сільськогосподарська культура дуже витривала до впливу на неї високих температур, оскільки має глибоко проникну в ґрунт кореневу систему, яка здатна сягати глибини 2-3 м. Корені цієї рослини можуть проникати в сильно посушливі роки і на більшу глибину і мають високо концентровані ексудати, які здатні розчиняти валові форми поживних речовин й переводити їх у рухому форму. Однак, навіть і ця сільськогосподарська культура на початку свого онтогенезу також має проблеми із постачанням її коріння з ґрунтового розчину продуктивної вологи під час посухи. Це пов'язано з тим, що на початку онтогенезу, коли у неї ще слабо розвинута коренева система, яка в основному зосереджена і розташовується в висушеному шарі ґрунту, її рослини з цієї причини, погано ростуть. Для того, щоб коренева система рослин сорго мала змогу глибоко проникнути в ґрунт і черпати звідти продуктивну вологу, його насінню, яке проростає в верхньому шарі ґрунту на глибині всього 3-4 см від поверхні, потрібно мати в своєму розпорядженні в ґрунтовому розчині в достатній кількості рухомі форми фосфору. Оскільки в цей час, фосфор, що міститься в складі насіння у вигляді органо-мінеральної сполуки фітину вже повністю встигає використатись в біохімічних процесах, які проходять впродовж лише одного тижня після початку проростання насіння. На даному етапі розвитку молоді корінці проростків сорго зернового не мають змоги поглинути з ґрунтового розчину ці форми фосфору оскільки в них ще слабо концентровані ексудати, які неспроможні розчинити валові форми фосфору твердої фази ґрунту і перевести їх в розчин. Тому виникає необхідність в додатковому нанесенню фосфору на поверхню насіння у вигляді самої водорозчинної

фосфоровмісної солі монофосфату калію, яка є основним складовим компонентом препарату Дефенс С. Зазвичай цю сіль наносять на поверхню насіння під час проведення передпосівної інкрустації. Однак, велику кількість цього елемента мінерального живлення, нанести на поверхню насіння немає можливості. Для вирішення цієї проблеми запропоновано вводити до складу бакової суміші адсорбент нового покоління, який має дуже добре розвинуту внутрішню поверхню утворену безліччю дрібних пор та порожнин заповнених повітрям, який випускається під торговою маркою БМ-нанобіочар Green. Цей адсорбент здатен поглинути своєю поверхнею розчин Дефенс С, а потім поступово переводити основний свій компонент монофосфат калію в ґрунтовий розчин не підвищуючи при цьому його концентрацію до критичного рівня. Слід також відмітити, що монофосфат калію має відносно низький сольовий індекс. Однак, питання про вплив його на ріст і розвиток проростка і можливість його спільного використання разом з фосфоровмісним препаратом Дефенс С в складі бакової суміші за використання для передпосівної інкрустації насіння сорго, а також вплив на ріст і розвиток рослин на початку онтогенеза залишається ще відкритим. Тому для вирішення цієї проблеми і виникла необхідність в проведенні додаткових досліджень з вивчення ефективності бакової суміші, в складі якої введено адсорбент БМ-нанобіочар Green разом з фосфоровмісним препаратом Дефенс С під час проведення передпосівної інкрустації посівного матеріалу сорго зернового. В цьому і полягає актуальність обраної теми дослідження.

Зв'язок роботи з планами і темами кафедри агрохімії. Виконана магістерська дипломна робота тісно пов'язана з тематичним планом кафедри агрохімії і направлена на вивчення ефективності використання бакової суміші в складі якої знаходиться фосфоровмісний препарат Дефенс С і адсорбент БМ нанобіочар Green .

Мета і завдання роботи. Метою магістерської дипломної роботи є вивчення ефективності бакової суміші під час проведення передпосівної інкрустації насіння, з участю адсорбента БМ-нанобіочару, який своєю

високошпаруватою поверхнею адсорбує з неї складові компоненти, зменшує їх концентрацію і пролонговано переводить в ґрунтовий розчин під час проростання в ґрунті інкрустованого насіння сорго зернового. А також виявлення впливу цієї бакової суміші на енергію проростання насіння сорго його польову схожість та ріст і розвиток рослин цієї сільськогосподарської культури на початку онтогенезу. Для досягнення поставленої мети виконувались наступні завдання:

- прослідкувати вплив передпосівної інкрустації насіння на ріст і розвиток рослин сорго в початковій фазі онтогенезу;

- вивчити вплив передпосівної інкрустації насіння на польову схожість і енергію проростання насіння;

- з'ясувати вплив даного агрозаходу на ріст кореневої системи рослин сорго;

- встановити вплив даного агрозаходу на урожайність і біохімічні показники якості зерна;

- розрахувати економічну ефективність.

Предмет досліджень: фосфоровмісний препарат Дефенс С і адсорбент нанобіочар.

Об'єкт досліджень: сорго зернове гібрид Прайм.

Наукова новизна досліджень полягає в розробці нової технології виробництва адсорбенту нанобіочару (запатентованої автором магістерської дипломної роботи) та вивчення його ефективності за використання для передпосівної інкрустації посівного матеріалу сорго з метою зниження сольового індексу фосфоровмісного препарату Дефенс С.

Практична цінність роботи. Практична цінність роботи полягає в тому, що встановлено можливість підвищення концентрації фосфоровмісного препарату Дефенс С за проведення передпосівної інкрустації насіння в складі бакової суміші разом з адсорбентом нанобіочар. На основі проведених досліджень розроблено рекомендації виробництву з встановленням норм використання Дефенс С і нанобіочару. За рахунок передпосівної інкрустації насіння маємо

можливість в агроценозах сорго зернового отримувати до трьох центнерів приросту урожаю зерна із повною окупністю витрат, які були зроблені під час проведення цього агрозаходу. Цей агрозахід повністю механізований, оскільки всі роботи по його виконанню здійснюються сільськогосподарськими машинами, як під час проведення протруювання насіння на насінневих токах, так і за висіву його сівалками під час сівби сорго.

Апробація магістерської роботи. Отримані матеріали експериментальних досліджень під час виконання магістерської роботи доповідались перед захистом на засіданні кафедри агрохімії, а також розглядались на цілому ряді міжнародних, державних науково-практичних конференціях, симпозиумах і семінарах. Здобувач вищої освіти приймав активну участь і виступав з доповідями. В період з 2009 року по 2023 рік він виступив з доповідями на 120 семінарах, конференціях та інших публічних заходах. Серед яких заслуговують на особливу увагу наступні: семінари - «Енергетичні культури від вирощування до переробки в пелети. Практичні аспекти та сучасний стан справ в галузі» - Дніпро, 2018; «Вирощування і переробка амаранта», м.Новомосковськ, 27.02.2020р.; «Перспективи використання біочару в інноваційних агротехнологіях». Миколаїв, 27.02. 2020; «Біочар - ключ до успіху у відновленні ґрунтів» Миколаїв, 2020; «Біочар виготовлений з біоенергетичних рослин вирощених на маргінальних землях» Миколаїв, 2020; круглий стіл «Популяризація впровадження в сільське господарство України елементів регенеративного землекористування».- Національний університет природокористування ,м.Київ, 18.11. 2020; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Перспективи органічного бізнесу та біотехнологій регенераційного землекористування в Україні», м.Львів, 27.10.2020; регіональній науково-практичній конференції «Енергія. Бізнес. Комфорт» Одеса, 2020; онлайн-конференції: «Деградація ґрунтів та відновлення їх родючості». Національний університет природокористування. Київ, 2020; засіданні Координаційно-методичної ради з проблем ґрунтознавства, агрохімії, охорони ґрунтів Національний університет природокористування.-

Київ,.27.07.2021; «IX Одесский агрохимический форум», Одеса, 2021; Online press conference "Farmer – climate: how not to lose this battle", Одеса, 2021; На цих науково-практичних форумах отриманий експериментальний матеріал з вивчення фізико-хімічних властивостей нанобіочару був всебічно розглянутий та обговорений і отримав схвалення фахівців.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні огляду літературних джерел з теми магістерської роботи, закладці та проведенні польових дослідів та виконанні аналітичних досліджень згідно з затвердженою програмою, підготовці до захисту магістерської роботи і до друку наукових статей (відсоткова частка автора в ній становить 45%). Здобувач приймав безпосередньо активну участь розробці технології виробництва адсорбента БМ-нанобіочар Green не тільки для нашої держави, а для двох закордонних країн Нігерії та В'єтнаму, вивченні його фізико-хімічних властивостей, ним розроблена інноваційна технологія виробництва цього сорбенту в промислових умовах. Здобувачем було запропоновано технологію промислового виробництва адсорбента під торговою маркою «БМ-нанобіочар Green». Експериментально ним було підтверджено, що адсорбент БМ-нанобіочар Green необхідно додавати до складу бакової суміші під час проведення передпосівної інкрустації посівного матеріалу різних сільськогосподарських культур, зокрема, сорго зернового. Особисто здобувач приймав участь у розробці схеми дослідів, підготовці літературного огляду джерел з обраної теми досліджень, проведенні і закладці польових дослідів, виконанні аналітичних досліджень, а також в написанні і підготовці до захисту магістерської дипломної роботи. Всі публікації за темою даної роботи здобувачем зроблені ним особисто та в співавторстві. Він особисто опублікував 3 наукових статі по даній тематиці та отримав патент на винахід нового інноваційного способу отримання активованого біовугілля.

Структура магістерської роботи роботи. Дипломна робота викладена на 67 сторінках друкованого тексту, включає 6 розділів, висновки та рекомендації

виробництву, 3 додатки. Робота містить 4 таблиці та 17 ри. Список літературних джерел налічує 50 джерел, в т. ч. латиницею 47.

Розділ 1. Огляд літературних джерел з напрямку проведених досліджень

1.1. Біологічні особливості рослин зернового сорго

Сорго зернове є важливою технічною, кормовою і харчовою сільськогосподарською культурою, яка займає широкий ареал вирощування в усьому світі [4]. Сорго вирощується на всіх континентах світу для кормових цілей, а в посушливих районах значна частина його зерна використовується для харчування людини. Нині сорго вирощується в 85 країнах світу [15]. Воно поступається по своїй площі лише рису та пшениці. Цінність сорго полягає в його здатності легко переносити періоди посухи і високих температур влітку, а також ефективно використовувати опади другої половини літа і швидко розпочинати свій ріст після тривалого безводного періоду та формувати достатньо високий врожай [14]. Завдяки цим його властивостям, дану сільськогосподарську культуру можна вирощувати в усіх посушливих зонах. Також сорго зернове відзначається високою солестійкістю і тому його можна вирощувати на засолених ґрунтах, зокрема солончаках, солонцях і солодях [23]. На територію України сорго проникло під назвою «*турецького проса*» в XIII столітті. Це свідчить про те, що сорго потрапило в Україну з Туреччини. Потрапивши в Україну воно поступово адаптувалось до посушливих умов степової зони України. Перші польові дослідження з агротехніки, насінництва і селекції відносяться до 1927 року і тісно пов'язані з іменем академіка Б.П. Соколова, який на Синельниківській селекційно-дослідній станції ВНДІ кукурудзи вивів два нові сорти сорго, зокрема, Ранній янтарь та Віничне 623. З 1931 року цією культурою тут розпочав займатись вчений – сорговод Б. Г. Демиденко. Сорго має високі потенціальні можливості росту врожайності, що ставить його в число провідних зернофуражних і продовольчих культур. Сорго не тільки високоврожайна культура, а й його зерно багате вуглеводами, білками, амінокислотами, мінеральними речовинами, вітамінами, які відіграють

важливу роль в харчуванні людини і підвищенні продуктивності тварин [25]. По поживній цінності зерна сорго і його зеленої маси воно майже не поступається кукурудзі. За своїм хімічним складом зерно сорго мало чим відрізняється від зернофуражних культур – кукурудзи і ячменю. Вміст протеїну в сорго зерновому більше, ніж у зерні кукурудзи, але по перетравності речовин воно поступається йому. Яйцєносність птиці, яку кормлять зерном сорго, в порівнянні з пшеницею та кукурудзою підвищується на 25-30%. Зерно сорго сприятливо впливає на ріст, розвиток і продуктивність курчат [29]. Важливою властивістю сорго є високий коефіцієнт його розмноження. За норми висіву його насіння 5-6 кг/га воно здатне забезпечити врожайність зерна 3,5-4,0 т/га. За такої кількості насіння, його достатньо, щоб засіяти площі 700-800 га. Ця його властивість дозволяє швидко відновлювати насіннєві і страхові фонди, а також прискорює впровадження в виробництво районованих сортів і гібридів сорго [21]. Сорго надзвичайно економно витрачає пластичні речовини в процесі дихання внаслідок особливої будови клітин і особливо продохів. Завдяки цим цінним біологічним властивостям його необхідно широко впроваджувати в виробництво і практику в посушливих та слабозасолених регіонах нашої держави. У сорго мичкувата коренева система, яка так само, як і у всіх інших сільськогосподарських культур на початку онтогенезу дуже повільно росте. Його корні не мають головного стержня і розходяться від вузла кущення тонкими довгими нитками у всі сторони. У цієї рослини, як і у інших рослин, що ростуть в посушливих умовах, самим відповідальним є початковий період росту, коли верхній шар ґрунту пересихає і гальмується проникнення коренів в глибокі шари ґрунту[28].

1.2. Особливості мінерального живлення рослин сорго зернового

Сорго зернове не дивлячись на відносно низьку вимогливість до родючості ґрунтів і високу здатність переводити валові форми поживних речовин в рухомі, добре реагує на поліпшення умов мінерального живлення. Маючи добре розвинену кореневу систему з високою поглинальною здатністю, сорго забезпечує відносно високий врожай навіть без внесення добрив і додаткового

мінерального живлення. В зв'язку з цим сформувалась думка про слабку реакцію сорго на поліпшення умов мінерального живлення. Сорго дійсно на формування 1 т зерна економно витрачає поживні речовини: 75% азоту, 60% фосфору і 90% калію від тієї кількості, яку витрачає кукурудза. На формування 1 центнера зерна воно витрачає 1,8 кг азоту, 0,95 кг фосфору, 1,9 кг калію, 1,2 кг кальція і 0,7 кг магнію. Азот сприяє інтенсивному росту рослин, збільшенні площі листкової поверхні і всієї вегетативної маси. Фосфор відіграє дуже важливу роль у зростанні інтенсивності росту кореневої системи. За використання з ґрунту 7,5% рухомого фосфору винесення його рослинами становить 18-25 кг, що становить 65% від потреби для формування врожаю 5,0 т/га. Калій позитивно впливає на накопичення в зерні крохмалю і цукру. Особливо позитивно впливає на ріст і розвиток рослин сорго фосфорні добрива внесені при сівбі на 2 см збоку від насінини і глибше від неї на 4 см. Однак, фосфорні добрива внесені безпосередньо біля насінини негативно впливають на польову схожість насіння. Вона зменшується на 15%, а в посушливі роки ще сильніше. При цьому період посів сходи зростає в окремі роки на 3-10 діб. Сумісне внесення добрив разом з насінням негативно впливає на величину врожаю. Тому добрива потрібно вносити при сівбі на відстані 2-3 см від насіння. Азот, як елемент мінерального живлення поступається своїм позитивним впливом на ріст розвиток рослин сорго в порівнянні з фосфором. Суттєвого впливу калію на урожайність рослин сорго в умовах недостатнього зволоження не встановлено. Під впливом фосфорно-калійних добрив вегетаційний період сорго скорочувався на 6 діб. Величина врожаю сорго залежить від кущистості, оскільки формування бокових пагонів сприяє утворенню нових волотей. Удобрення сорго сприяло зростанню маси волотей на 7-8 г. Найбільш економне витрачання добрив відбувається за використання їх для передпосівної інкрустації насіння. Однак ефективність даного агротехнічного заходу вивчено ще в недостатньо повній мірі. Зокрема, потребує свого удосконалення удоско такий важливий елемент системи

удобрення сорго зернового, як передпосівна інкрустація його посівного матеріалу. Вивченню цього питання й проводиться в даній роботі.

1.3. Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго зернового на ріст і розвиток рослин

Зазвичай весь посівний матеріал готують до сівби [2]. Нині розроблено широкий асортимент компонентів, які вводять до складу бакової суміші, якою проводять передпосівну обробку посівного матеріалу. Перед сівбою посівний матеріал обробляють різними препаратами, обробляють гама-променями, протруюють інсектицидами та фунгіцидами. Поряд з цими компонентами до складу бакової суміші вводять плівкоутворюючі речовини, які зводять до мінімуму непродуктивні втрати препаратів нанесених на насіння [7]. Полімерна еластична плівка в ґрунті здатна набухати і попускати крізь воду до насіння [8]. Ефект від інкрустування полягає в тому, що розчин біологічно активних речовин частково сорбується насіниною, а залишкові кількості разом з нерозчинними захисними речовинами закріплюються на плівці і проникають в мікротравми. Це сприяє отриманню більш високої польової схожості навіть за несприятливих умов ранньовесняної сівби, а також є підвищує адаптаційні властивості рослин [13]. Технологічний процес інкрустування значно покращує умови санітарної роботи обслуговуючого персоналу [8]. Зазвичай спочатку готують маточний розчин в який вводять розраховану кількість змішувань компонентів. Крім того розчинені в баковій суміші речовини інфільтруються в мікротравми і поглиблення, які є на поверхні насінини. Сівбу сорго проводять не раніше чим через 24 години після інкрустування посівного матеріалу[19].

Висіяне в ґрунт інкрустоване насіння може тривалий час знаходитись непошкодженим навіть у напівсухому ґрунті і при цьому не пліснявіти та не пошкоджуватись[8]. Після створення в ґрунті сприятливих умов для проростання, які виникають після випадання дощу таке насіння проростає і дає повноцінні сходи. Наявні в насінні компоненти будуть стимулювати ріст первинних корінців та пагонів завдяки сприянню поділу клітин

меристематичних тканин [7]. Головну роль в стимулюванні росту кореневої системи відіграє аніон ортофосфорної кислоти H_2PO_4^- , який входить до складу монофосфату калію, що є головним складовим компонентом фосфоровмісного препарату Дефенс С [6]. Однак, більш ніж 300 г/т насіння Дефенс С нанести не можна, тому що це призведе до різкого зростання концентрації ґрунтового розчину. Для того, щоб цього не відбулося і вводиться до складу бакової суміші адсорбент нанобіочар. Він ідеально підходить до вирішення цього питання тому що адсорбент нанобіочар має такі властивості:

1. адсорбент має низьку питому вагу і на відміну від такого адсорбенту, як цеоліт не осипається з поверхні насіння;
2. він має дуже велику адсорбційну поверхню і ємність поглинання;
3. поглинувши на своїй поверхні фосфоровмісний препарат Дефенс С після висіву насіння в ґрунт відбувається поступовий перехід його в ґрунтовий розчин;
4. завдяки цьому не підвищується концентрація ґрунтового розчину і його осмотичний тиск.
5. не відбувається зростання сольового індексу монофосфату калію.

Вирішити питання про можливість подальшого зростання концентрації Дефенс С нанесеного на поверхні насіння можна за рахунок використання адсорбенту БМ нанобіочару, що й було напрямком проведення подальших досліджень. В цих дослідженнях передбачається проведення визначення оптимальної кількості БМ нанобіочара, яку потрібно нанести на поверхню посівного матеріалу і встановити кількість фосфоровмісного препарату Дефенс С, яку можливо буде нанести на насіння з метою забезпечення його рухомими формами фосфору на початкових етапах онтогенезу. Завдяки цим удосконаленням бакової суміші для проведення передпосівної інкрустації насіння, проросток сорго буде тривалий час отримувати для свого мінерального живлення рухомі форми монофосфату калію в оптимальній кількості і інтенсивно розвивати свою кореневу систему. Це створить передумови для швидкого подолання верхнього сухого прошарку ґрунту і проникнути в нижні

вологі шари з достатньою кількістю продуктивної вологи. Таким чином зростає посухостійкість рослин сорго і в початковій фазі росту.

Розділ 2. Ґрунтово-кліматичні умови та методика проведених досліджень

2.1. Погодні умови в роки проведення досліджень

Кліматичні умови вегетаційного періоду у минулому 2023 році характеризувалися недостатньою кількістю опадів, підвищеною температурою повітря і пониженою відносною його вологістю. Це вплинуло на ріст і розвиток майже всіх сільськогосподарських культур за виключенням посухостійкої культури зернового сорго. В 2023 році на території Білоцерківської дослідної селекційної станції за рік випало 510 мм опадів, з них основна частина опадів випадає за осінньо-зимовий період вегетації і майже 40% у період весняно-літнього періоду вегетації. При виході з зими, весною в метровому профілі ґрунту накопичилося майже 158 мм продуктивної вологи. Однак, верхній шар ґрунту пересихав тому що повітря було сильно нагріте і великі вітри з швидкістю 5-10 м/с сприяли висушуванню верхнього прошарку ґрунту. Це негативно вплинуло на польову схожість насіння сорго зернового, яке висівають зазвичай пізно, після всіх сільськогосподарських культур і ця культура використовується для сівби вже в кінці травня коли верхній прошарок ґрунту на глибину загортання насіння сорго був майже весь висушений. Тому всі наші зусилля були спрямовані на збереження продуктивної вологи і з метою отримання повноцінних сходів цієї сільськогосподарської культури.

2.2. Агрохімічна характеристика ґрунту місця проведення досліджень

Дослідження проводилось на Білоцерківській дослідно-селекційній станції Державної установи Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України в 2023 році.. Ґрунти цієї дослідної станції представлені чорноземами типовими, глибокими, малогумусними, крупнопилувато-середньосуглинковими із вмістом гумусу 3,8%. Ці ґрунти є доволі родючими. Вміст у них легкогідролізованого азоту

близький до оптимального. Вміст рухомих форм фосфору, визначених за методом Чирікова, становить 110 мг/кг ґрунту, а рухомого калію 135 мг/кг ґрунту. Ці ґрунти мають хорошу структуру, високу шпаруватість, мають високу ємність поглинання і суму увібраних основ. У своєму складі вони мають високий вміст валових форм азоту, які становлять 0,150%, фосфору 0,115% і майже 2,8% калію. Ці ґрунти за своїми агрохімічними параметрами, за наявності у ґрунті достатньої кількості вологи, могли б забезпечувати доволі високі врожаї практично всіх, без виключення сільськогосподарських культур. Однак, навіть Лісостепова зона, в якій розташовані Білоцерківська дослідна селекційна станція, відчувають вплив посушливих умов і у ґрунтового профілі виникає дефіцит продуктивної вологи. Тому на цих ґрунтах для вирощування високих врожаїв потрібно накопичувати і зберігати вологу, яка формується в метровому шарі ґрунту в основному в осінньо-зимовий період. Опади, що випадають в літній та весняний період, суттєвого впливу на накопичення продуктивної вологи не здійснюють, тому що за весняно-літній проміжок часу відбувається інтенсивне випаровування із ґрунту продуктивної вологи. В зв'язку з цим і на цих ґрунтах проводилося вивчення ефективності передпосівної інкрустації насіння зернового сорго, як посухостійкої і жаростійкої сільськогосподарської культури.

2.3. Методика проведення досліджень

Для вивчення питань поставлених в даній магістерській дипломній роботі проводились відповідні дослідження згідно розробленої програми. Перш за все була розроблена технологія виробництва БМ нанобіочару і всебічно вивчені його фізико-хімічні властивості. Адсорбент нанобіочар вивчався, як складовий компонент бакової суміші, якою виконувалась передпосівна інкрустація насіння сорго. Ефективність інкрустованого насіння сорго вивчалась в умовах польового дослід, який закладався за наступною схемою, яка включала чотири варіанти:

1. Без добрив (насіння оброблене протруйниками фунгіцидом та інсектицидом в рекомендованих нормах);

2. Інкрустоване насіння з введенням до складу бакової суміші адсорбента нанобіочару нормою 4,5 кг/т насіння;
3. Інкрустоване насіння з введенням до складу бакової суміші фосфоровмісного препарату Дефенс С нормою 300 г/т насіння.
4. Інкрустоване насіння з введенням до складу бакової суміші фосфоровмісного препарату Дефенс С нормою 400 г/т насіння + адсорбент нанобіочар нормою 4,5 кг/т насіння.

В польовому досліді вивчався вплив інкрустації насіння на енергію його проростання та польову схожість, вимірювалася висота рослин і площа листової поверхні рослин. В польових дослідях висівали ранньостиглий гібрид сорго Прайм. Це дало змогу оцінити вплив дано агротехнічного заходу на фенологічні показники, ріст і розвиток рослин цієї культури впродовж всього вегетаційного періоду. Поряд із морфологічними особливостями нами також було проведено облік урожайності зерна сорго з переведенням її до 14% вологість, а також вивчено основні біохімічні показники якості отриманої продукції. На основі отриманих урожайних даних було виконано економічну оцінку і розроблені рекомендації виробництву.

2.4. Агротехніка вирощування сорго зернового

Вирощування сорго проводиться таким чином. Сіяли сорго після прогріву ґрунту на глибині загортання насіння до температури +15°C Попередником сорго була пшениця м'яка озима. Після виходу ґрунту із зими було проведено закриття вологи шляхом боронування, а перед самою сівбою виконана мілка передпосівна культивуація паровим культиватором КПС-4 на глибину 5-6 см. Для того, щоб вирівняти поверхню ґрунту, нами здійснювалося коткування кільчато-шпоровими катками. Це було виконано для того, щоб дотриматись невеликої глибини загортання насіння до 2 см. Адже сорго – дрібно-насіненва культура, і тому її якраз треба висівати на невелику глибину. Після сівби було проведено прикочування. З метою підтягування продуктивної вологи для отримання дружніх сходів виконано повторне прикочування, яке було проведено після сівби. Сорго є дрібнонасіненною культурою тому заробляти

насіння сорго глибоко не можна, оскільки в цьому випадку зростає тривалість періоду посів-сходи, знижується польова схожість, рослини після сходів з'являються на поверхні ґрунту ослабленими і нестійкими до несприятливих погодних умов. Однак, за дуже мілкої заробки насіння, вони, потрапляючи у ґрунт зовсім не дають сходів. Оптимальною і надійною глибиною заробки насіння слід вважати глибину 5-7 см.

Сорго є високопластичною культурою, яка забезпечує достатньо високі врожаї зерна. Розповсюдженим способом сівби сорго є широкорядний з міжряддям 70 см. Оптимальною густиною стояння рослин сорго на гектарі є 160 тис. шт. рослин. З подальшим зростанням густоти стояння рослин зменшувалась маса 1000 зерен.

Вузьким місцем у технології вирощування сорго є боротьба з бур'янами. Через 4-5 днів після сівби проводиться досходове боронування середніми боронами з метою знищення проростків бур'янів, які знаходяться в фазі «білої ниточки». Після сходів сорго в фазі 5-6 листків проведено повторне боронування, але воно вже виконується обережно легкими боронами. Подальший догляд за посівами проводився шляхом виконання міжрядних обробітків культиваторами КРН-4,2 та КРН-5,6.

Це пов'язано з тим, що для цієї культури дуже мало є ґрунтових гербіцидів, тому через тиждень після сівби нами було проведено до всходове боронування, для того щоб знищити ниточки пророслих бур'янів. І другою вадою сорго є те, що у цієї культури при появі сходів проростки сильно пошкоджуються попелицями. Для того, щоб зберегти сходи від пошкодження попелиць, після їх появи відразу ж було проведено оприскуванням посівів інсектицидом Енжіо. Це було зроблено для того, щоб знищити шкідника, який його може пошкодити на початкових етапах онтогенезу. У фазі 3-5 низків було проведено міжрядну культивацію для того, щоб знищити проростки бур'янів у міжряддях. А у фазі 10-12 листків здійснено повторний міжрядний обробіток ґрунту з окучуванням посівів, що дає можливість пригорнути бур'яни у самому рядку. Цей агрозахід виконувався стрілчастими лапами, для того щоб знищити бур'ян у міжрядді. Всі

інші агротехнічні заходи, які передбачені технологічною картою, виконувалися у відповідності до агротехнічних зональних рекомендацій.

Розділ 3. Технологія виробництва і фізико-хімічні властивості адсорбенту нанобіочару

3.1. Історичний аспект виникнення біочару

Біочар – речовина, яка була відома землеробам з давно [3]. Коли населення планети перейшло до осілого способу життя та вирощування рослин сільськогосподарських культур, вони помітили, що на землі, яку вони обробляли на місцях після багаття та лісових пожеж, рослини були сильнішими та давали більші врожаї [5]. Натомість, кількість бур'янів та хворобливих рослин помітно зменшувалась. Таким чином з'явилося, так зване підсічне або вогневе землеробство [6]. У 1541 році Франциско де Орельяна із загоном конкістадорів, з району теперішнього Перу, вирушили у подорож руслом Амазонки. Пройшовши понад 5 тисяч кілометрів, з численними зупинками вони спостерігали і відкривали нову для них країну [7]. На жаль значна частина екіпажу експедиції загинула у тому числі і від тропічних хвороб [18]. Франциско де Орельяна, якому пощастило вижити у цій складній подорожі, повернувся до Іспанії. У своїх щоденниках він описував, бачену ними країну з великими містами, дорогами, прокладеними через тропічні ліси, великими ринками, наповненими, як різноманітними харчовими продуктами, так і іншими виробами у тому числі і із золота [19]. Франциско де Орельяна дав цій країні назву El Dorado (Ельдорадо) – Золота країна [9]. Майже через сторіччя відбулася наступна експедиція іспанців до берегів Амазонки. Однак, на жаль, чарівної країни Ельдорадо вона не знайшла [28]. Натомість, вони побачили нечисленні племена американських індіанців, що займалися полюванням і рибальством, та хащі джунглів обабіч річки [9]. Подальші пошуки «Золотої» країни не досягли успіху і країна «Ельдорадо» так і залишилася у наступних поколіннях визначенням чогось казкового, недосяжного. Однак, історія про Ельдорадо отримала своє продовження наприкінці 20 століття [27]. Виявилося,

що вона існувала. Така, як її описував у своїх щоденниках Орельяна. Сучасний науковий прогрес дозволив задовольнити цікавість ґрунтознавців, а саме і Віма Сомброека, науковця з тодішньої Голландії, а зараз Нідерландів [10]. Вони помітили ділянки землі в Перу з надзвичайною родючістю ґрунтів[8]. Індіанці дали їм назву Terra Preta, що в перекладі з іспанської Чорна Земля. Слід зазначити, що земля у руслі Амазонки, відрізняються, подібно усім тропічним ґрунтам слабкою родючістю через значний вміст у них оксидів алюмінію, заліза та інших металів (оксидолові ґрунти)[29]. Натомість землі Terra Preta відзначалися надзвичайною родючістю і мали глибокий чорний колір. На цих ділянках збирали і збирають великі врожаї без додавання будь-яких добрив[25]. Рівень родючості цих ґрунтів настільки високий, що місцеві фермери розгорнули продаж цієї землі для квіткових господарств, що займаються вирощуванням кімнатних квіткових рослин. Вім Сомброек, який досліджував ґрунти Перу, з'ясував, посилаючись на місцевих фермерів, що верхній шар цієї землі (близько 20 см) має дивовижну здатність відновлюватись продовж 20 років повністю без будь-якого додаткового втручання [35]. Сомброек Надалі підтвердив цей факт особисто і визначив швидкість відновлення ґрунту (на подібних ділянках), яка дорівнює 1см на рік. Надзвичайно дивним здається, що червона або жовта земля, яка знаходиться всього за кілька десятків метрів від Terra Preta майже практично безплідна. Проведений хімічний аналіз обох зразків зазначених ґрунтів показав, що за хімічним складом вони виявилися однаковими [26]. Геологічні дослідження продемонстрували також їхнє однакове геологічне походження. Відмінність складу полягала у присутності у родючих ґрунтах значної кількості деревного вугілля у межах, від 10% до 30%. Вірогідно чорні ґрунти мали антропогенне походження. За радіо-вуглецевим аналізом вік деревного вугілля міг бути понад 2000 років [38]. Розкопки, проведені на цих ділянках, виявили присутність предметів господарської діяльності людини – залишків глиняного посуду, тощо. Виникло питання, чи це були стоянки давніх індіанців, чи значні поселення людей (площа цих ділянок сягала сотні гектарів) [27]. Тобто можливо це було підтвердженням існування

давньої цивілізації! Таких ділянок Terra Preta виявилось у руслі Амазонки понад 20 і багато менших ділянок, які за розмірами були близькими до сучасної Франції. За оцінками фахівців населення цих територій сягало 3 мільйонів осіб. Там виявлено розвинену цивілізацію із складною соціальною структурою. Це підтверджувалось етнографічною експедицією, яка виявила звичаї та традиції індіанських племен Амазонки, які притаманні великим цивілізаціям [13]. У такому разі куди ж поділася ця цивілізація? Припускають, що, експедиція Франциско де Ореллана принесла індіанцям Амазонки збудників захворювання, до яких у індіанців не було імунітету, і невдовзі індіанці загинули від масової епідемії [26]. Потім ця територія була поглинута джунглями. Тому вже за 100 років після Ореллана європейці нічого не виявили [37]. Ці латки Terra Preta з ознаками цивілізації проіснували понад 4000 років і мабуть годували своє населення завдячуючи своїй родючості [11]. Однак, інтерес до Terra Preta у всьому світі все більше зростає [26]. Найзагальніше питання – чому ця земля залишається родючою і через 4000 років потому без додаткового живлення? Як зробити ґрунт родючим на тисячоліття, та ще й без

усіляких

добрив?[36].

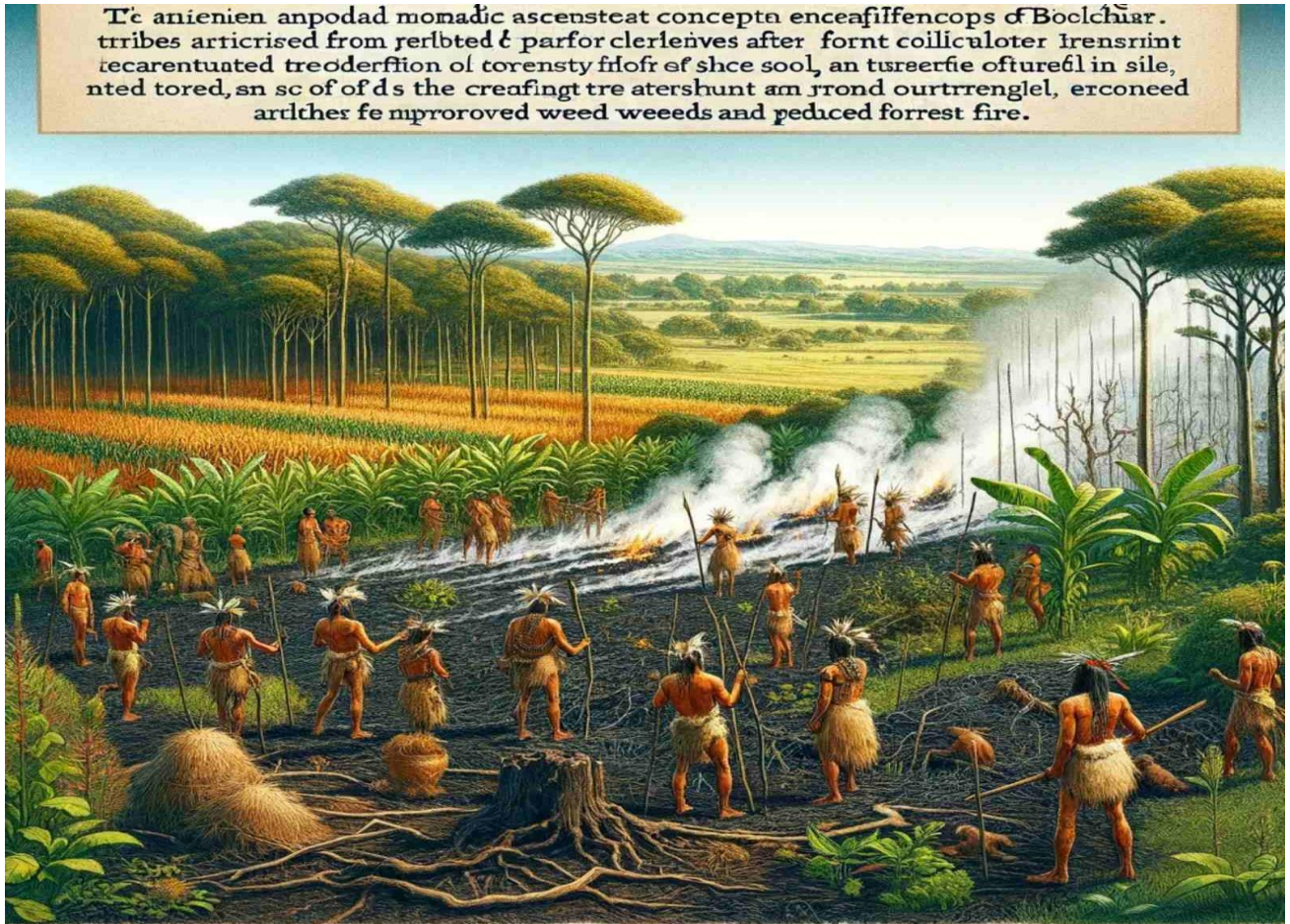


Рис. 3.1.1. Випалювання тропічного лісу

Зараз стало відомо, що населення поселень вносили звичайне деревне вугілля, яке отримали при спалюванні дерев, що росли поблизу. Цей спосіб значно відрізняється від сучасної підсічно-полум'яневої системи землеробства, яку використовують у сільському господарстві (рис.3.1.1). На ділянці випалюють ліс, потім ця ділянка експлуатується певний час, після чого її заорюють. Такий підхід не є дуже ефективним, але застосування хімічних добрив є ще менш дієвим на тропічних ґрунтах. Однак, відомо, що деревне вугілля є хімічно інертною субстанцією. Чому ж він дає такий дивний ефект? Почнемо з отримання деревного вугілля. Його, натепер, отримують шляхом холодного (повільного) згоряння деревини при обмеженому доступі кисню. Таке вугілля має наступні властивості:

1. Хімічно інертна субстанція може пролежати у землі тисячоліття, практично не змінюючись;

2. Така субстанція має високу адсорбційну здатність, тобто може увібрати в себе надлишок, наприклад, оксидів металів, яких дуже багато в тропічних ґрунтах, що значно пригнічують ріст та розвиток кореневої системи рослин;

3. Таке вугілля має велику шпаруватість і внаслідок цього величезною загальною площею поверхні, якщо вважати і поверхню пор.

Однак, найголовніше, чого не знали і не враховували ґрунтознавці, що при згорянні деревини таким способом, при температурах 400-500 градусів, смоли, які присутні в деревині не згоряють, а покривають тонким шаром поверхню деревини у тому числі і пори вугілля і тверднуть. Таке вугілля (холодного спалу) є виробничим браком. Якщо звернутися до фахівців по виробництву деревного вугілля, то вони порекомендують потрібний температурний режим, який потрібний для отримання якісного пористого деревного вугілля. Так, склалося в моєму житті, що я був присутній 22-23 квітня 2010 р. у Києві ("Український Дім") на 2-м Українському біопаливному форумі, який об'єднав міжнародну дводенну конференцію, тематичну виставку та семінари за новими можливостями для компаній у бізнесі з твердого біопалива. Там, я познайомився з Юдкевичем Юрієм Давидовичем, світовим фахівцем в галузі термічної обробки органічних біополімерів. В процесі роботи з ним я почув слідує тезу :“Ринок деревного вугілля має чітке опис, обсяги, статистику, прогнози розвитку, тренди. Ринок біочару тільки зароджується і він не має границь, він значно буде більший чим ринок деревного вугілля”. В той час мене зацікавила співпраця по деревному вугіллю з деревної тирси з полімеризованих брикетів, які я навчився виготовляти. Це було дуже перспективно так, як виробництво деревного вугілля стримувало розвиток виробництва сирцю полікремнію, який виготовляється з кварцового піску який в Україні має світові поклади. Потім з полікремнію на потужностях НПО “Монокристал” виробляють кремнієві пластини, які використовувались для виробництва підложок мікросхем до чіпів та виробництва сонячних панелей. Слова Юдкевича Ю. Д. врізались в пам'ять і я почав збирати інформацію про біочар та технологію його виробництва. В 2021 році я познайомився з

українським вченим з Державної наукової установи Український НДІ прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Леоніда Погорілого професором Таргонею Василем Сергійовичем. Так почалась наша співпраця в напрямку впровадження активованих вуглецевих нано-продуктів виготовлених з органічних полімерів в аграрному секторі. Ми з ним розробили гіпотезу, яка стосується зростання родючості ґрунтів Terra Preta. В ті часи не було механізації, люди почали будувати міста, піднялась концентрація мешканців і виріс попит на їжу. Мешканці міст почали випалювати навколишні ліси, щоб вирощувати продукти харчування. Лісовий масив біля міст мав три агрегатних стани. Ліс росте, дерева відмирають, на поверхні ґрунту відбувається звичайне лісове компостування. Випалювання лісу це криволінійна крива лісової пожежі. .

Ліс згорів. На поверхні ґрунту залишилось багато деревної золи, вугільного недопалу та невелика частина деревного вугілля. Відсутні знання про активоване деревне вугілля. Але в тропічному кліматі часто бувають тропічні зливи, які в 10 раз більші чим в Україні. Тропічна злива заливала стрічку лісової пожежі і велика маса води заливала розжарені стовбури дерев, які горіли і таким чином гасила лісове багаття. Якщо подивитися на дану подію з точки зору хімії та фізики, то ми відразу ж знайдемо важливий момент, а саме хімічну реакцію активації розпеченого деревного вугілля. Фактично створювалися криволінійні стрічки на поверхні ґрунту з активованого деревного вугілля. Після багаторазових дослідів ми стверджуємо, що активоване деревне вугілля, яке некваліфіковані люди називають лексичним терміном “біочар” підвищує швидкість розвитку мікробіологічних структур в 3 рази а це 300% . Активовані вуглецеві нано-продукти отримані з органічних полімерів стали каталізатором біоценозних процесів для зростання родючості ґрунтів Terra Preta. Степові пожежі трав'янистих рослин стали основою зародження чорнозему. Публікації про "biochar" у світі зашкалюють [23-35]. Захоплення, запевнення у незвичайних результатах його застосування

сиплються, як із рогу достатку. Я зберігаю переконання, що за правильних доз і для певних с.-г. рослин його застосування корисне. Але той бум, який влаштований у пресі (переважно англомовної), мене насторожує. До справи, що обіцяє дивіденди, підключилося безліч дилетантів, які бажають урвати свій шматок пирога. Що таке biochar? Це лише дрібне вугілля з рослинної сировини. Це цілком може бути відсів звичайного деревного вугілля, а, через його відсутність, можуть бути перевуглені будь-які рослинні залишки, чим і займаються деякі виробники "біовугілля". Не належачи до фахівців, вони гордо розповідають про технологію, яка представляє собою різноманітні бочки та ящики. Парові гази викидаються у навколишнє середовище, отруюючи навколо природне середовище більше, ніж к отримують користі від такого деревного вугілля. Добра справа перетворилася на змагання примітивних технологій рівня 18-19 століття. Я не хотів би, щоб у Україні пішли цим шляхом, що тягне галузь назад від досягнутого рівня. Переробляти в бочці, як це часто роблять у США та Канаді, гілки зі свого саду, марне заняття. У будь-якому вуглецевому попелі досить багато міститься дрібних відходів, придатних для використання в сільському господарстві і не треба оглядатися на "передовий" Захід. Там теж вистачає в достатній кількості шарлатанів і просто малограмотних "винахідників". А мода підштовхує їх на публікації власних конструкцій, які викликають жах у фахівців. Вчені США розглядають нову модель очищення атмосфери від CO₂ [26]. Нове дослідження передбачає використання біоенергетичної системи біовугілля, тобто деревного вугілля, отриманого при обвуглюванні рослинних решток [29] (рис.3.1.1.). Після того, як рослинні залишки перетворюються на вуглецеве деревне вугілля, його можна помістити в ґрунт, як заміну мінеральних добрив і підвищити врожайність культур (рис. 3.1.3)[37]. Хоча цей спосіб не був у списку основних у боротьбі з вуглецем досі, нова модель показує, що з'явилися варіанти, що дозволяють досягти економічно ефективного видалення вуглецю діоксиду швидше, ніж це було можливо раніше (рис. 3.1.2)[35].



Рис. 3.1.2. Роль вуглецю в природі

При розробці даної технології була поставлена мета отримати якісне активоване вугілля зі стабільними параметрами у всіх партіях продукції [27]. Створити новий підхід до способу отримання процесу активації. На першому етапі балансова деревина перевозиться спеціалізованим транспортом на виробництво по переробці (рис. 3.1.5). Потім вона складається і готується відповідним чином до подальшої переробки. Основна мета даного заходу якісно підготувати деревну сировину для виготовлення активованого вугілля (рис. 3.1.6).

Що ми знаємо про біочар?

- Біочар - перспективний інструмент для регенеруючого землеробства
- Біочар - каталізатор для біоценозних синергетичних ефектів
- Збільшує врожайність вирощуваних рослин
- Посилює склад і агрегацію води в ґрунті
- Знижує кислотність ґрунтів
- Зменшує викиди окису азоту в атмосферу
- За'яжує вуглець, відновлює кругообіг вуглецю в природі
- Створює від'ємну емісію CO₂ в атмосфері
- Покращує пористість ґрунтів
- Структурно модифікує ґрунт
- Регулює вилугування азоту з ґрунтів
- Покращує електропровідність ґрунтів
- Покращує мікробні властивості ґрунтів
- Секвеструє вуглець і сповільнює кліматичні зміни
- Збільшує швидкість росту рослин
- Збільшує доступність і збереження в ґрунті Ca, Mg, P і K
- Зберігає поживні речовини для використання кореневою системою
- Є чудовим накопичувачем макро- і мікроелементів
- Стабілізує ґрунт
- Запобігає утворенню грудок в ґрунті
- Стає місцем для колоній мікроорганізмів в ґрунті
- Слугує транспортним шляхом для мікоризи і бактерій - прискорює споживання поживних речовин корінням рослин
- Збільшує родючість землі і накопичену в ній загальну біомасу
- Стимулює фіксацію симбіотичного азоту в кореневій системі

1+1 = от 3 до 6 !

Рис. 3.1.3. Значення біочару

При розробці даної технології була поставлена мета отримати якісне активоване вугілля зі стабільними параметрами в партіях продукції. Створити новий підхід до способу отримання процесу активації і зробити ключ для відродження родючості ґрунтів (рис. 3.1.4). На першому етапі балансова деревина перевозиться спеціалізованим транспортом на виробництво по переробці.

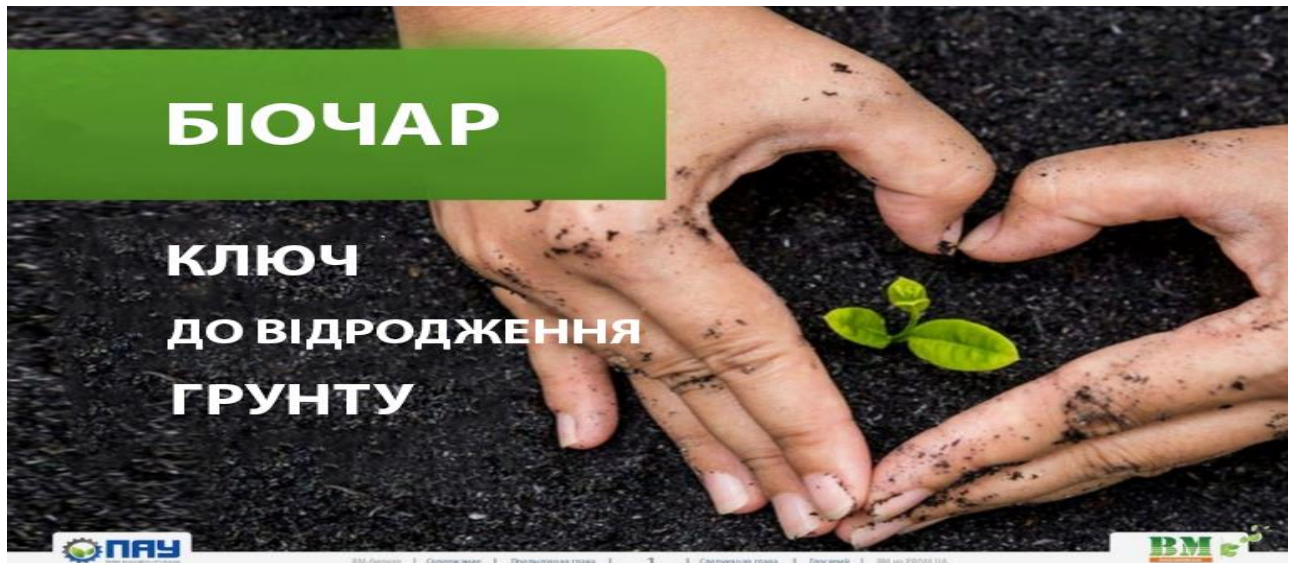


Рис. 3.1.4. Вплив біочару на відродження ґрунту

При розробці даної технології була поставлена мета отримати якісне активоване вугілля зі стабільними параметрів партіях продукції. Створити новий підхід до способу отримання процесу активації. На першому етапі балансова деревина перевозиться спеціалізованим транспортом на виробництво по переробці (рис. 3.1.5).



Рис. 3.1.5. Очищення деревини від кори



Рис. 3.1.6. Підготовлена до виготовлення нанобіочару деревина

На четвертому етапі окоркована поколена балансова деревина поступає на термічну обробку (рис. 3.1.6). Обов'язковою умовою є підсушування підготовленої деревини.



Рис. 3.1.7. Завантаження сировини для виготовлення нанобіочару

На п'ятому етапі виконується завантаження (рис. 3.1.7) і процес активації деревного вугілля (рис. 3.1.8).



Рис. 3.1.8. Термічний процес виготовлення нанобіочару

Основною умовою виготовлення нанобіочару є процес нагрівання деревини без доступу повітря, що призводить до випалювання летких речовин і формування високо розгалуженої шпаруватої структури (рис. 3.1.7).



Рис. 3.1.9. Деревне активоване вугілля



Рис. 1. 3. 10. Зовнішній вигляд нанобіочару

За рахунок такої термічної обробки отримується продукт нанобіочар (рис. 3.1.9).

3.2. Технологія виготовлення нанобіочару

Автором магістерської роботи була розроблена технологія виготовлення нанобіочару, яка була запатентована. Винахід належить до галузі фізико-хімічних процесів, зокрема до способу одержання активованого біовугілля з ксилемних тканин органічних біополімерів і може бути використаний у різних галузях промисловості, сільського та лісового господарства, охорони довкілля. Відомий спосіб одержання активованого вугілля (АВ) (RU 2355633 С1 МПКС01В 31/08 (2006.01)[49]. Суть способу [1] полягає у наступному. Вихідний вуглевмісний матеріал (деревину) попередньо [1] фракціонують і у підготовлену сировину вводять топкові гази з температурою 850-900°C. Гази включають водяну пару і CO₂. Вони проходять через деревне вугілля, нагрівають його до температури 800-850°C і вступають з ним у відомі хімічні реакції, активуючи таким чином деревне вугілля за такою схемою: $C+H_2O=CO+H_2$, $C+CO_2 = CO$ [49]. При цьому формується система мікропор і мезопор[47]. Від джерела подачі, наприклад парового колектора, подається водяна пара з температурою близько 105°C для охолодження АВ перед вивантаженням. При цьому водяна пара нагрівається до температури 650-700 °C, піднімається вгору і змішується з газами в верхній частині реактора. Для зниження температури продуктів горіння до необхідних 850-900°C в топку подається водяна пара з температурою 105°C. Продукти реакції видаляються через газовідвідну трубу[45]. Реалізація способу [1] забезпечує одержання активованого біовугілля з розвинутою структурою. Недоліками відомого способу [1] є висока енергоємність процесу, а також складність конструкції за рахунок використання водяної пари з температурою 800-850°C, а також використання перегрітої до 105°C водяної пари з іншого джерела видобутку [45].

Відомий спосіб одержання активованого вугілля, що полягає в сушінні, карбонізації при температурі піролізу і в активації сировинного матеріалу в реакторі, в подальшому вивантаженні отриманого продукту з реактора (Патент РФ № 2023661, С01В 31/08, 1994) [2, 49]. Режим карбонізації сировинного

матеріалу здійснюють у дві стадії, на першій з яких процес ведуть в атмосфері вуглекислого газу або топкових газів при 400-650°C[47]. Піролізований продукт охолоджують і здійснюють другий етап піролізу без доступу газоподібних реагентів при температурі піролізу 800-850°C [46]. Після завершення даного етапу піролізне вугілля активують шляхом подачі в реактор водяної пари. Для здійснення технологічного процесу використовують реактор у вигляді обертової печі [48]. Одержане АВ має адсорбційну здатність по поліетиленгліколю 127-152 мг/г, сумарний об'єм пор 1,0-1,6 см³/г та вихід готового продукту - 18,1-33,8%, тобто загальні втрати матеріалу складають 66,2-81,9%[43]. Наведені показники характеризують одержане АВ, як достатньо якісний адсорбент [48].

Недолік відомого способу [2] полягає в складній технології проведення процесу карбонізації, достатньо високій енергоємності процесу, пов'язаний з використанням на першому етапі карбонізації вуглекислого газу та високій температурі активації карбонізованого вугілля водяною парою [49]. Найбільш близьким аналогом до винаходу за технічною суттю та результатом, що досягається, є спосіб одержання деревного активованого вугілля[45]. Суть способу [3] полягає у наступному. На установці для виробництва деревного вугілля в вертикальну реторту в зону накопичення сировини, що переробляється, подають подрібнені деревні відходи. Після завантаження вміст реторти подається в зону сушіння, сушиться і прогрівається до 250°C за рахунок подачі топкових газів[46]. Потім висушений матеріал із зони сушіння переводять в зону піролізу, де він в нижній частині піролізної зони прогрівається до 350°C і починається піроліз з виділенням піролізних газів [37]. Температура сировини в зоні піролізу зростає до 500-550°C за рахунок тепла, що виділяється в процесі екзотермічних реакцій. У зоні піролізу відбувається виділення піролізних газів і утворення деревного вугілля [48]. Утворене в зоні піролізу вугілля надходить в зону активування [36]. При активуванні деревного вугілля перегрітою парою починається його газифікація (утворення пористої структури АВ з виділенням газоподібних продуктів) при

температурі більшої 700°C, тому при перевищенні концентрації окису вуглецю та метану припиняється подача окислювача - пари, і процес активування завершується [37, 35, 48]. Деревне вугілля надходить в зону охолодження, де охолоджується до 150°C за рахунок віддачі тепла відпрацьованим топковим газам. Частина охолоджених газів направляється в димову трубу, а інша частина надходить на рециркуляцію в зону сушіння. Із зони охолодження вугілля потрапляє в зону де додатково охолоджується за рахунок віддачі тепла повітрю, що подається в рекуперативний теплообмінник повітродувкою. Повітря в рекуперативному теплообміннику прогрівається до 350°C і повітродувкою нагнітається в топку. Вугілля безперервно вивантажується. Даний спосіб [3] дозволяє одержати деревне АВ з питомою поверхнею 600-900 м²/г, що характеризує його достатньо високу адсорбційну здатність.

Як недоліки відомого способу [3] слід відзначити:

- велику енергоємність процесу активації, що пов'язана з необхідністю одержання і використання перегрітої водяної пари з високою температурою для започаткування і підтримки газифікації вугілля [36];
- значні загальні втрати вугілля, що за статистикою подібних процесів [4] в середньому складають 70-85 % [35];
- складність технологічного процесу переробки вихідної сировини в АВ, яка за наведеною в описі установкою, що використовується, складається з 63 основних елементів.

3.3. Порівняння якості біочара від різних виробників

Компанія ТОВ БМ «біочар» для різного застосування виготовляє такі продукти із відповідним розміром часток (фракцій) [34]:

- ✓ БМ-біочар Green (2-4 мм);
- ✓ БМ-мікробіочар Green (<200 мкм);
- ✓ БМ-нанобіочар Green (< 5 мкм).

Для зручного застосування компанія виконує пакування готової продукції у біг-беги та паперові мішки об'ємом 10, 25 та 50 літрів. В умовах сьогодення в

сільському господарстві БМ нанобіочар використовується за такими напрямками[29]:

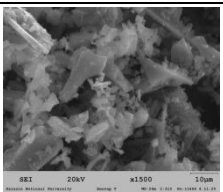
- для відновлення виснажених ґрунтів;
- зменшення евапотранспірації продуктивної вологи з ґрунту;
- створення від'ємної емісії вуглекислого газу до атмосфери;
- збільшення шпаруватості ґрунтів;
- регулювання вилуговування нітратного азоту та сульфатів за межі кореневмісного шару ґрунту;
- підвищення мікробіологічної активності ґрунтів;
- зменшення непродуктивних втрат поживних речовин з ґрунту;
- для сприяння пролонгованому використанню кореневими системами рослин поживних речовин з ґрунту;
- детоксикації забруднених важкими металами та пестицидами ґрунтів.

Отримане активоване вугілля характеризується наступними параметрами (табл. 3.3.1.)[37]. Технічні параметри готового продукту повністю відповідають технічним умовам ТУУ 20.1-2571100774-001:2021 (НАНО-ПРОДУКТИ ВУГЛЕЦЕВІ АКТИВОВАНІ ШИРОКОГО ЗАСТОСУВАННЯ, ВИГОТОВЛЕНІ З ОРГАНІЧНИХ БІОПОЛІМЕРІВ) [2], які наведено у (табл. 1). Саме відповідність сукупності цих показників визначає та забезпечує унікальні адсорбційні властивості частинок нанобіочару. Елементний склад, зольність та вихід летючих частинок нано-продукту вуглецевого активованого (нанобіочар), який виробляють ТОВ ВМ-Engineering та ТОВ БМ-біочар відповідає характеристикам викладеним у (табл. 3.3.1.)[38].

Таблиця 3.3.1.

Основні параметри якості активованого деревного вугілля

Параметри активованого деревного вугілля (АДВ)				
	Назва зразка	Псевдо-ДВ сухого охолодження	АДУ вологого охолодження	Різниця між псевдо-ДВ сухого охолодження та дрібнодисперсним активованим вуглецем (Н/С)
	Умовне	Биочар+	АДУ-5	

	позначення			
	Початковий фракційний склад продукту	суміш	дрібнодисперсний вуглецевий пил	
	Фракційний склад для контрольної проби, мм	фракція з розміром частинок 0,25 – 2,0	фракція з розміром частинок менше 3 мкм = 0,003 мм	
	Спосіб охолодження	Сухий	Мокрий	
	Фотографія зразка продукту			
	Фотографія підготовленого зразка			
	Мікрофотографія зразка			
	Вологість зразка за ГОСТ Р 52911-2013 «Паливо тверде мінеральне. Визначення загальної вологи», %	5,63	4,01	При отриманні активованого дрібнодисперсного вуглецю в процесі вологого охолодження вологість $5,63/4,01=1,40$ зменшується в 1,40 рази або на 29%.
	Насипна щільність зразка згідно з ГОСТ 32558 –	0,45	0,48	При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого

<p>МІЖДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ 2013 (ISO 23499:2008) «ВУГІЛЛЯ. Визначення насипної щільності» (ISO 23499:2008, MOD), г/см³</p>			<p>оохолодження насипна густина $0,48/0,45=1,07$ збільшується в 1,07 рази або на 7%.</p>
<p>Зольність зразка згідно з ГОСТ 11002-95. Міждержавний стандарт «ПАЛИВО ТВЕРДЕ МІНЕРАЛЬНЕ Методи визначення зольності», %</p>	1,27	1.28	<p>При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого оохолодження зольність $1,28/1,27=1,01$ збільшується в 1,01 рази або на 1%.</p>
<p>Статична активність зразка по йоду "Determinatijn of iodinevalue.-Part 1: Methods using Wijs solution": DIN 53241-1. - Deutsches Institut Fur Normund E. V., 1995. - 5, мг/г</p>	51	505	<p>При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого оохолодження статична активність йоду $505/51=9,90$ збільшується в 9,9 рази або на 890%.</p>
<p>Адсорбційна активність зразка за метиленовим блакитним, г/г</p>		153	

<p>Площа поверхні адсорбції, розрахована за метиленовим блакитним за ГОСТ 4453-73. «Вугілля активне освітлююче село порошкоподібне. Технічні умови". - 4.4. Визначення адсорбційної активності за метиленовим блакитним.- С.3-5, м2/г</p>	30	193,6	<p>При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження площа поверхні адсорбції $193,6/30=6,45$ збільшилася у 6,45 раза або на 545%.</p>
<p>Адсорбційна активність з бензолу за «Аналізом пористої структури на основі адсорбційних даних»: навч. посібник / Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров. – К.: РХТУ ім. Д. І. Менделєєва, 2015. – 132 с., см3/г</p>	0,005	0,145	<p>При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження активність бензолу $0,145/0,005=29$ збільшилася в 29 разів або на 2800%.</p>
<p>Результати проведення визначення структурно-сорбційних параметрів зразків деревного вугілля ізотермічної адсорбції п-хлораніліну з водної фази ($T=293\pm 2$ К).</p> <p>* - зразок перед адсорбцією замочували в дистилаті</p>			
<p>Va - граничний</p>	0,0028	0,24	<p>При отриманні</p>

обсяг адсорбційних пір, см ³ /г			дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження граничний об'єм адсорбційних пір $0,24/0,0028=85,71$ зростає у 85,71 разу або на 8471%.
V _{mi} - об'єм мікропор, см ³ /г	0,0026	0,164	При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження об'єм мікропор $0,164/0,0026=63,08$ зростає у 63,08 разів або на 6208%.
V _{me} - об'єм мезопор, см ³ /г	0,0002	0,075	При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження об'єм мезопор $0,075/0,002=37,5$ зростає у 37,5 раза або на 3675%
V _{ma} - об'єм макропору (абсорбційна ємність по воді), см ³ /г	0,379	0,73	При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження обсяг макропор $0,73/0,379=1,93$ збільшується в 1,93 рази або на 93%.
V _{sum} - сумарний обсяг пір, см ³ /г	0,382	0,97	При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження сумарний обсяг пір $0,97/0,382=2,54$ зростає в 2,54 рази або на

				154%.
	Sa - питома площа поверхні (результати першого методу розрахунку), м ² /г	7,5	649,9	При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю у процесі вологого охолодження питома площа поверхні (результати першого методу розрахунку) $649,9/7,5=86,5$ зростає у 86,5 рази чи 8550%.
	Sa2 - питома площа поверхні (результати другого методу розрахунку), м ² /г	7,7	664,4	При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження питома площа поверхні (результати другого методу розрахунку) $664,4/7,7=86,29$ збільшується у 86,29 рази або на 8529%.
	Sme - питома площа поверхні мезопор, м ² /г	0,312	174,1	При отриманні дрібнодисперсного активованого вуглецю в процесі вологого охолодження вуглецю питома площа поверхні мезопор $174,1/0,312=558,01$ зростає в 558,01 рази або 55701%.

Аналізуючи дані які наведені в (табл. 3.3.1) ми прийшли до висновку що критерієм якості біочару є відношення мікроорганізмів до даного катализатора біоценозного процесу, відносний приріст мікроорганізмів, %. Гранулометричний склад адсорбенту БМ нанобіочару за розміром часток відповідає вимогам, викладеним у (табл. 3.3.1).

Розділ 4. Вплив передпосівної інкрустації насіння зернового сорго на ріст і розвиток рослин впродовж вегетаційного періоду

4.1. Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго зернового на польову схожість та ріст і розвиток рослин на початку онтогенезу

До сівби насіння сорго необхідно готувати заздалегідь. Це культура, яка потребує доведення насіння до кондиційного стану. Воно полягає в наступному. По перше вологість посівного матеріалу повинна бути не вища за 13 відсотків. Посівний матеріал повинен бути відсортований та відкалібрований, очищений від сміттєвих домішок і мати високу гібридну та сортову чистоту. Слід відмітити що найбільшою схожістю відрізняється насіння великих і середніх фракцій. Так, велика фракція, коли маса 1000 насінин становить 25-30 г зазвичай має схожість до 90%, середня фракція 20-24 г - 89% , дрібна фракція 15-19 г маса 1000 насінин 70%. Тому у своїх польових дослідах ми надали перевагу крупній фракції насіння сорго, яку й готували до сівби. Підготовка насіння сорго полягала в тому, що його перш за все потрібно готувати перед сівбою заздалегідь, адже високі посівні якості насіння будуть тільки в тому випадку коли згідно всіх існуючих стандартів буде підготовлено посівний матеріал і для цього зараз використовують для підготовки посівного матеріалу різні речовини але все ж таки ми надали перевагу фосфоровмісним компонентом [13]. Справа в тому, що у насіння кожної сільськогосподарської культури в тому числі і сорго міститься фосфор у вигляді органо-мінеральної речовини фітину але під час проростання насіння фітин повністю використовується проростком впродовж одного тижня і потім виникає дефіцит рослинам фосфору, а завдяки фосфору рослина формує потужну кореневу систему, яка проникає глибоко в нижні шари ґрунту та охоплює великий його об'єм [19]. Тому перед сівбою до складу бакової суміші в який міститься протруйник фунгіцид та інсектицид ми ввели з розрахунку на одну тону насіння 300 г емульсії фосфоровмісного препарату який нині широко апробований в виробничих умовах — ДЕФЕНС-С [34]. У другому варіанті до складу бакової суміші вводився адсорбент БМ-нанобіочар Green, а в четвертому варіанті нашого дослідження для того, щоб нанести на поверхню насіння

більшу кількість фосфору і щоб при цьому не зростала величина омотичного тиску та концентрація ґрунтового розчину до складу бакової суміші був введений адсорбент БМ-нанобіочар Green. Ми проводили обробку насіння таким чином: із розрахунку на одну тону готували 10 л бакової суміші до якої було введено 300 г фосфоровмісного препарату Дефенс С і 4 кг адсорбенту БМ-нанобіочар Green. Ці 10 л рідкої бакової суміші перед нанесенням на поверхню насіння перемішували, а потім із розрахунку на одну тону насіння, по варіантах польового дослідження ми визначали норму необхідної кількості бакової суміші, щоб нею провести передпосівну інкрустацію насіння. Поряд із вищепереліченими компонентами до складу бакової суміші вводився у вигляді порошкоподібної речовини плівкоутворюючий компонент оксиетиленоксид який отримав торгівельну назву ПЕГів. Всі ці перелічені компоненти і дають можливість створити на поверхні насіння тонку плівку, яка пропускає крізь себе не тільки вологу, а і повітря та дає змогу насіниці дихати після висіву її в ґрунт. Слід відмітити що висів проводився сівалкою СУПН-8 із розрахунку 6 кг насіння сорго на гектар і таким чином ми провели сівбу. В польовому дослідженні дуже важливо прослідкувати вплив інкрустувачої суміші на проростання насіння і його польову схожість. Слід відмітити що сорго - це культура дуже теплолюбива і тому її сіють в третій декаді травня, коли ґрунт вже прогрівається до температури $+15^{\circ}\text{C}$. Виробнича практика показує, що якщо провести сівбу тоді коли ґрунт прогрівся лише до $+7-8^{\circ}\text{C}$ значна частина насіння сорго пліснявіє, в зв'язку з цим ми проводили сівбу 25 травня. В цей строк сівби ґрунт встигає прогрітись до оптимальної температури, якої було б достатньо для того, щоб отримати повноцінні сходи і за рахунок цього ми отримали можливість в польових умовах отримати рівномірну схожість. Для сорго ще дуже важливим моментом є глибина заробки насіння. Справа в тому, що сорго - це культура дрібнонасінна і вона заробляється неглибоко тому, що у випадку заглиблення насіння на глибину 4-5 см сходи будуть дуже зріджені. Сорго в більшості випадків висівається на глибину 1-2 см, щоб провести сівбу на таку невелику глибину для цього після передпосівної культивуації

проводиться прикочування ґрунту, а потім проводяться сівба. Після сівби проводиться повторне прикочування з метою підтягування вологи із нижніх шарів ґрунту. Спосіб сівби сорго широкорядний із міжряддям 70 см. За такого широкого міжряддя під час вегетації можна провести міжрядний обробіток ґрунту і знищити наявні в рядку бур'яни. Слід відмітити, що у своїх дослідках ми брали густоту стояння рослин 160 тисяч штук на гектар, це дає можливість при цій густоті сформувати максимально можливий врожай. В польовому досліді нами висівався ранньостиглий гібрид сорго Прайм (Prime). Цей гібрид сорго зернового отримав широке поширення в виробничих умовах, був широко апробований, і щорічно формував стабільно високу врожайність в межах 3,5 т/га, тому цьому гібриду ми й надали перевагу. Завдяки широкому міжрядді під час вегетації можна провести міжрядний обробіток ґрунту з наступним пригортанням сегетальної рослинності, щоб знищити бур'яни у міжряддях і пригорнути ті бур'яни, які залишилися у самому рядку. Тобто такі заходи виконані нами дали можливість сформувати і створити сприятливі умови для ґрунту і розвитку сорго на початку вегетації. Враховуючи те, що насіння сорго зернового доволі таки дрібні.

Таблиця 4.1.1.

Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго зернового на його польову схожість

№ з/п	Варіанти польового досліді	Польова схожість насіння, %
1	Без добрив	78
2	Нанобіочар	85
3	Дефенс С	90

Тому ця сільськогосподарська культура нами висівалась пневматичною сівалкою на якій встановлювали диски із невеликими отворами, завдяки яким насіння добре на них трималася і не осипалося під час проведення посівних

робіт. Перш за все слід відмітити, що сорго має свої особливості росту на початку онтогенезу. Сходи з'явилися через 11 діб після сівби, причому була відмічена така закономірність: на варіантах з біочаром, а також на варіанті третьому і четвертому поява сходів була на один день раніше в порівнянні із контролем. Це свідчить про стимулюючий вплив на проростання насіння фосфоровмісного препарату Дефенс С. Також передпосівна інкрустація вплинула і на польову схожість. Так, на контролі польова схожість становила 78%, варіанті другого з використанням БМ-нанобіочар Green вона досягла 85% на третьому варіанті з ДЕФЕНС-С 90% і поєднання ДЕФЕНС-С та адсорбент БМ-нанобіочар Green призвело до формування польової схожості 93% (табл. 4.1.1).

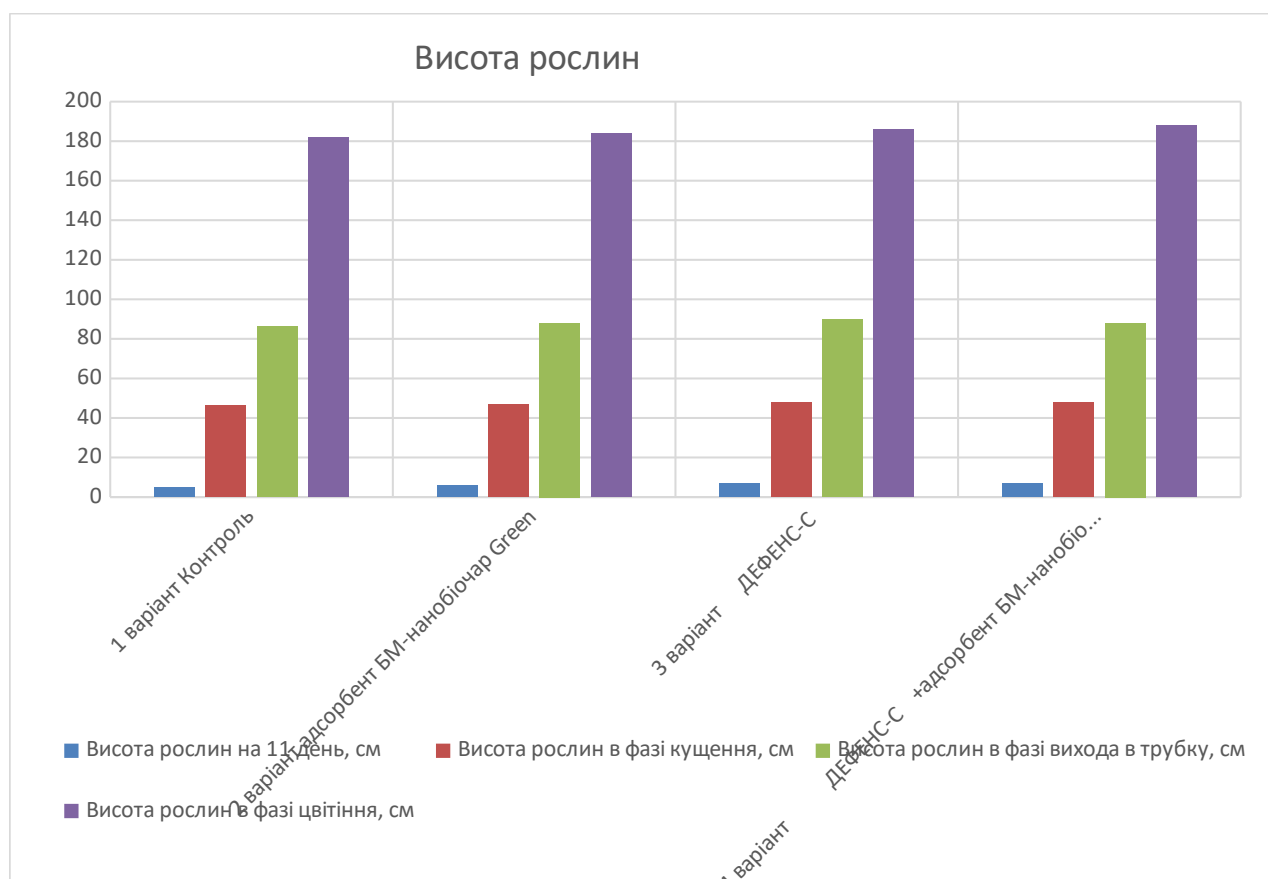


Рис. 4.1.1. Вплив передпосівної інкрустації насіння на висоту рослин сорго в основні фази розвитку

Це свідчить про те, що за рахунок передпосівної інкрустації насіння ми мали можливість зберегти насіння від пошкоджень і отримали доволі таки велику польову схожість сорго (рис. 4.1.1). Це дуже важливо в умовах сьогодення і дає

можливість в майбутньому сформувати високий врожай цієї сільськогосподарської культури. Оскільки сорго доволі теплолюбива культура і вона стійка до впливу на неї посухи але на перших етапах онтогенезу, коли тільки з'явилися сходи коренева система у молодих їх рослин ще слабо розвинута. Тому якраз вплив добавок, які вводилися у склад бакової суміші сприяло стимуляції росту кореневої системи рослин у процесі вегетації. Для цього ми зараз прослідкуємо, як змінилася висота рослин і довжина коренів по варіантах польового дослідження. В період сходів ми фіксували показник, коли рослина та надземна її маса формувала 5 см. На контролі висота рослин була 5 см, а довжина 11,1 см, на варіанті у другому 6 см, а довжина корінців 15,5 см на третьому варіанті довжина висота рослин становила 6,8 см а довжина корінців 15 см і на четвертому варіанті ми мали висоту 6,6 см, а довжина корінців становила майже 16 см.

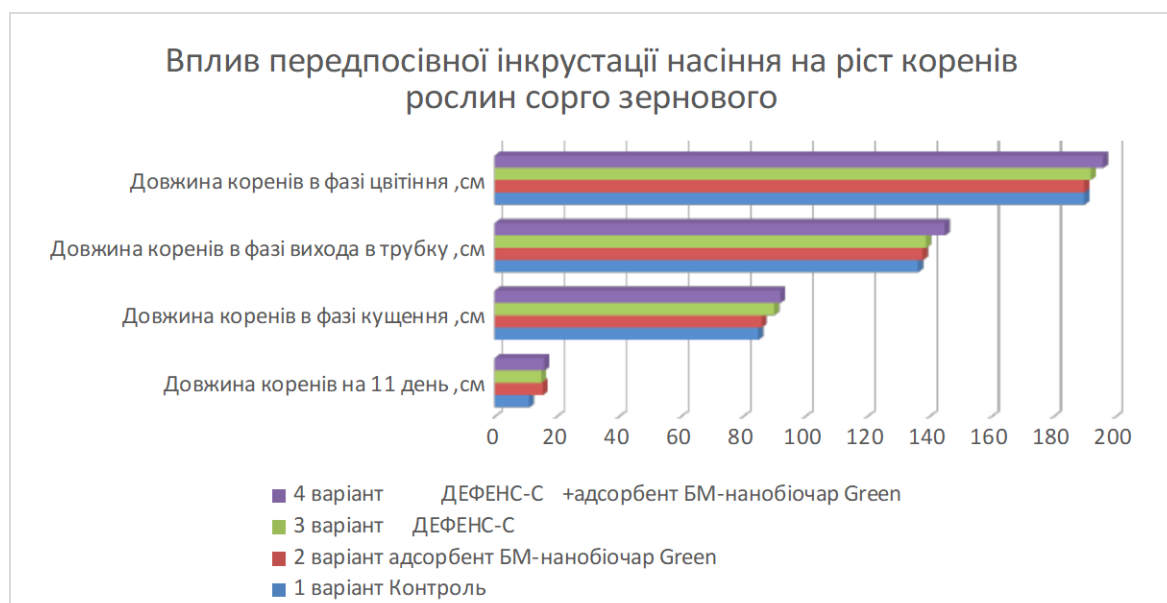


Рис. 4.1.2. Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго фосфоровмісним препаратом Дефенс С на ріст кореневої системи в основні фази розвитку рослин

В фазі кущення висота рослини становила 46,5 см а довжина коренів 84,9 см, це на контролі. На варіанті в другому висота рослин становила 47 см, а довжина корінців 86 см у третьому варіанті висота рослин була 48 см а глибина кореневої системи проникли в глибину майже 90 см і на четвертому варіанті 48 см була висота а глибина проникнення коренів у ґрунт становила 92 см . В фазі

вихода в трубку висота рослин була на контролі 86,3 см а глибина освітлення корневих системи становила 136,4 см на другому варіанті висота рослин становила 88 см а глибина проникнення у ґрунт становила 138 см. На третьому варіанті висота рослин становила 90 см а глибина проникнення в ґрунт становила 139 см і на четвертому варіанті висота була 88 см а коренева система проникла у ґрунт на глибину 145 см. В фазі цвітіння висота рослин сорго становила 182 см а глибина проникнення кореневої системи у ґрунт досягла майже 190 см на другому варіанті висота рослин була 184 см а коренева система на глибину 190 см і на третьому варіанті а коренева система проникла у ґрунт на глибину 190 см і на третьому варіанті а коренева система проникла у ґрунт на глибину 190 см і на третьому варіанті 186 висота і 192 глибина а на четвертому 188 висота і 196 глибина проникнення. В фазі повної стиглості рослини сорго взяли висоту 184 см а глибина проникнення коріння становила майже 205 см (рис. 4.1.1.).

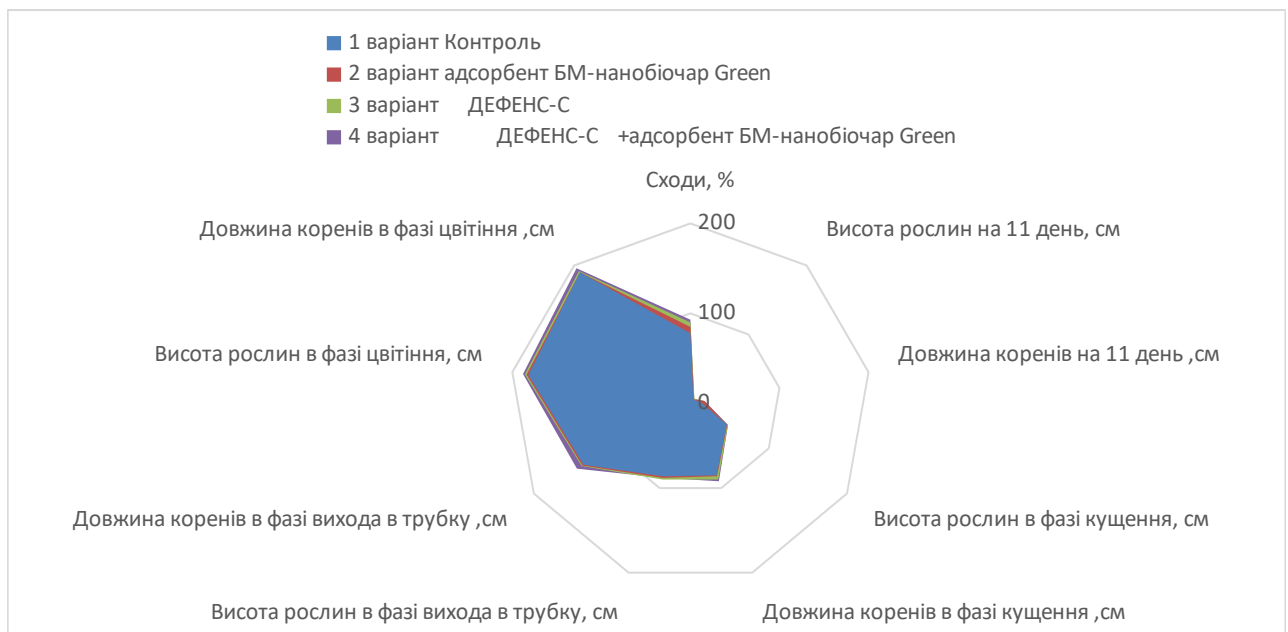


Рис. 4.1.3. Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго на ріст коренів і висоту рослин, 2023 р.

В фазі повної стиглості різниця між інкрустованими варіантами та не інкрустованими була не суттєва і відрізнялася всього лише на 2-3 см і коренева система всього нижче на 2-3 см була глибше це свідчить про те що у фазі уже повної стиглості вплив передпосівної інкрустації дещо нівелювався. Перш за все хочу звернути увагу на те що сорго маючи глибоко проникливу кореневу

систему дає можливість отримувати вологу і поживні речовини із шарів ґрунту які недоступні для інших рослин і цим можна пояснити велику виносливість сорго і його дуже високу посухостійкість. Для сорго дуже важливим є перевірити перші етапи від проростання до фази луцення та сформувати потужну кореневу систему. Вирішення цієї важливої проблеми було здійснено рахунок передпосівної інкрустації насіння фосфоровмісного препарату ДЕФЕНС-С який дає можливість сформувати потужну кореневу. Завдяки адсорбент БМ-нанобіочар Green ми мали можливість збільшити норму нанесення ДЕФЕНС-С на поверхню насіння і при цьому не збільшивши осмотичний тиск та концентрацію ґрунтового розчину і створили комфортні умови для росту і розвитку рослин на початкових етапах онтогенезу.

4.2. Варіювання показників структури врожаю рослин сорго залежно від передпосівної інкрустації насіння

Дуже часто виникає виробниче питання: «Як передпосівна інкрустація насіння впливає на величину врожаю і як можна пояснити, за рахунок чого вона змінилася?». Відповідь на це запитання можна отримати проаналізувавши структуру врожаю. Справа в тому, що такий важливий показник, як структура врожаю, характеризує цілий ряд важливих параметрів до яких відноситься кількість насінин у волоті і маса тисячі насінин. Тобто структура врожаю характеризується показниками за рахунок яких формується цей врожай. Перш за все потрібно відмітити, що у сорго насіння формується у волоті, якраз на ній утворюється велика кількість зерен. Кількість наявних зерен перш за все залежить від довжини цієї волоті. Довжина голоті був мінливий показник величина якого на контролі становила 18,8 см, а на другому варіанті була 19,5 см, на третьому варіанті 20 см і на четвертому варіанті 20,5 см. Маса волоті з зерном на першому варіанті була 52 г на другому варіанті 60.1 г, на третьому 62 г і на четвертому 64,8 г.

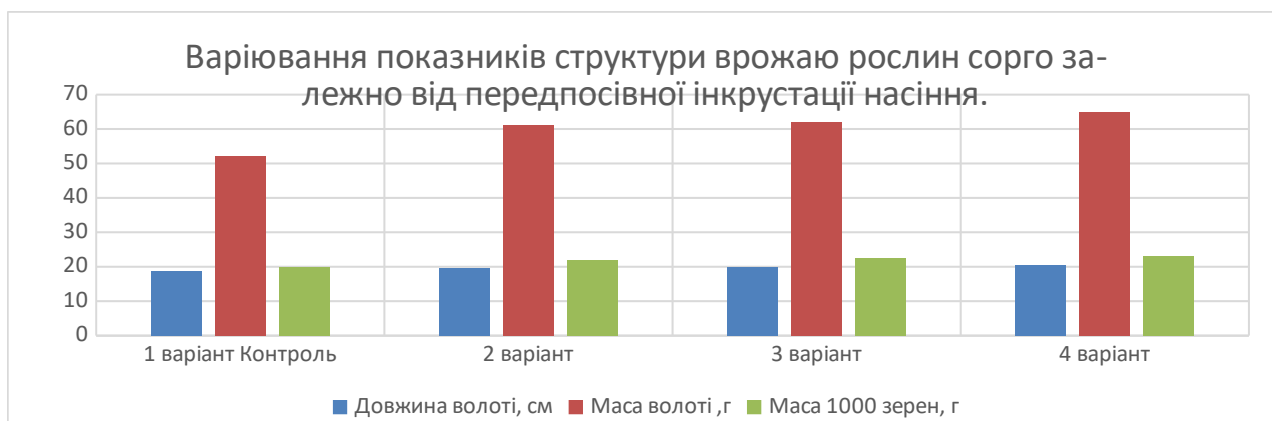


Рис. 4.2.1. Вплив передпосівної інкрустації насіння на основні елементи структури врожаю сорго зернового, 2023 р.

В одній волоті загальна кількість зернин також відрізнялась по варіантам: на контрольній в одній волоті було 2200 шт на другому варіанті 2,4 тис. шт на третьому варіанті 2,5 тис.шт. Маса 1000 зерен становила на першому варіанті 20 г на другому варіанті 21,9 г на третьому варіанті 22,4 г і на четвертому 23 г. Таким чином ми бачимо, що в умовах сьогодення ця культура формує доволі велику кількість зерен у волоті. Перш за все слід відмітити що дієвий вплив на структуру врожаю здійснював якраз фосфор, що входив до складу препарату Дефенс С і адсорбент БМ-нанобіочар, які сприяли кращому його надходженню до проростка і за рахунок цього ми маємо можливість збільшити не тільки довжину волоті, а й масу зерна з волоті, та масу 1000 зерен (рис. 4.2.1).

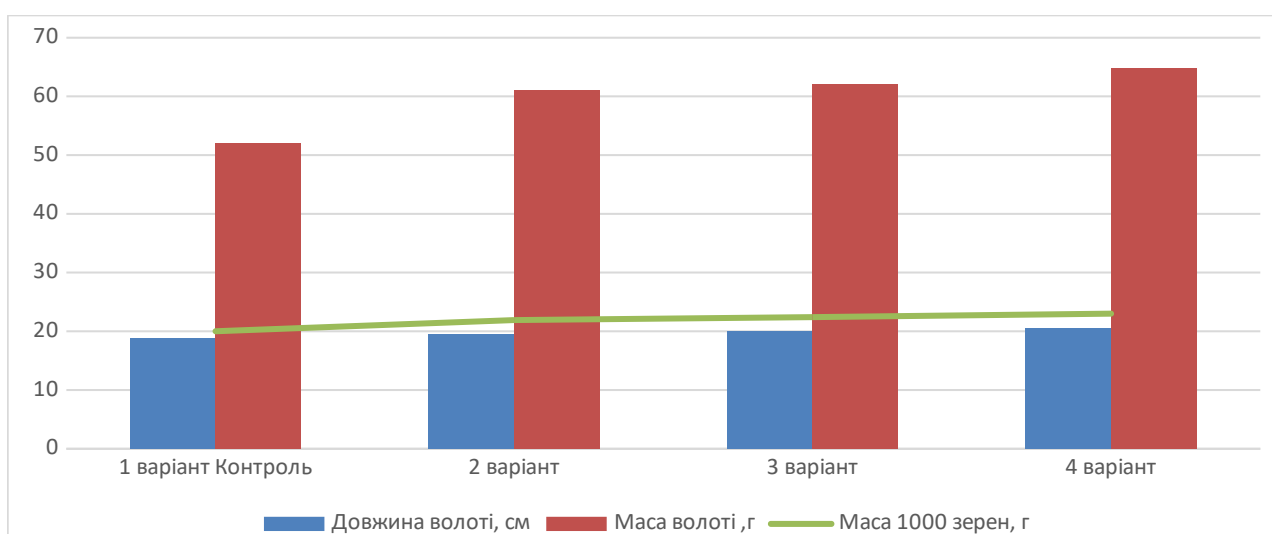


Рис.4.2.2. Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго на довжину і масу волоті та масу 1000 зерен, 2023 р.

Тобто цей агрозахід досить суттєво здійснив вплив на ріст і розвиток рослин сорго, що дозволило сформувати високий врожай.

4.3. Урожайність зерна сорго зернового залежно від передпосівної інкрустації насіння

Збирання і облік врожаю є одним із відповідальних і вузьких частин в технологічному процесі вирощування сорго зернового. Оскільки зерно сорго зернового дозріває нерівномірно, тому перед його збиранням доцільно провести десикацію. Нерівномірність дозрівання сорго зернового обумовлена наявністю в ньому підгону. Однією важливою вадою сорго є утворення на його рослинах підгону де формуються стебла із сирим зерном. Тому сорго збирається в середині або в кінці вересня для того щоб підгон міг встигнути підросли і сформувати зерно сорго з низькою вологістю. В зв'язку з цим потрібно почекати поки зерно в волотях сорго підсохне тому що сорго із високою вологістю воно буде погано зберігатися. Урожайність сорго становила: на першому варіанті 2,5 тонн з гектара на другому варіанті 2,8 т/га на третьому 2,9 т/га і на четвертому 3,1 тони із гектара при найменшій істотній різниці (НІР) яка становила 0,2 т/га тобто є меншим показником в порівнянні із різницею між варіантами. Це свідчить про те, що отримані в польовому досліді прирости врожаю зерна сорго є достовірними (рис. 4.3.1.).

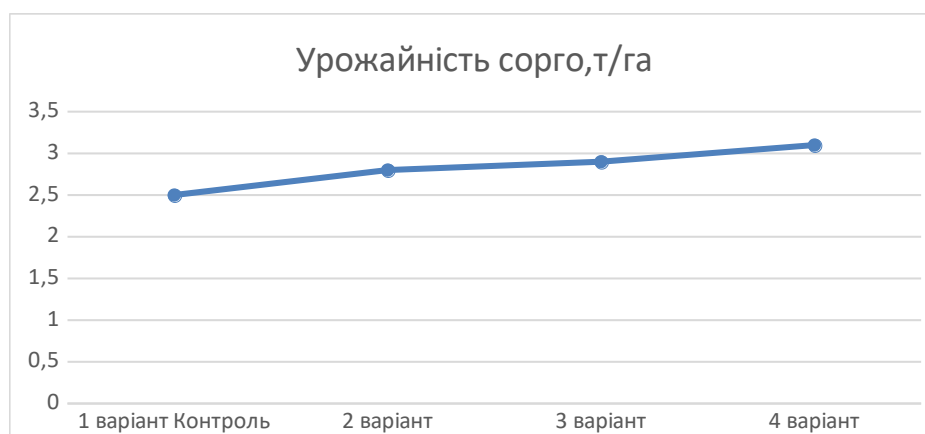


Рис. 4.3.1. Вплив передпосівної інкрустації насіння сорго на урожайність зерна т/га, 2023 р.

4.4. Зміна біохімічних показників якості зерна сорго зернового під впливом передпосівної інкрустації насіння

Сорго зернове по своїм біохімічним показникам якості не поступається своєму найближчому конкуренту, кукурудзі. Справа в тому, що сорго перш за все відрізняється від кукурудзи наявністю у його складі алкалоїда таніна, який надає його зерну гіркового смаку. Цей алкалоїд надає гіркоти насінню тому його, як окрему культуру не використовується у виробничих умовах при годівлі тварин. В більшості випадків його застосовують складовим компонентом при приготуванні комбікормів. Основним компонентом зерна сорго є, безумовно, поліцукор крохмаль, який в основному зосереджений у ендоспермі і в зв'язку з цим за ради нього його і вирощують в виробничих умовах (табл. 4.4.1.).

Таблиця 4.4.1

Вплив передпосівної інкрустації насіння на біохімічні показники якості зерна сорго, 2023 р

Біохімічні показники якості зерна сорго	1 варіант Контроль	2 варіант	3 варіант	4 варіант
Крохмаль,%	76	75,8	75,2	75,1
Білок ,%	10,9	1,9	12,2	12,4
Жир,%	5,4	5,4	3,8	4,4
Зола ,%	2,3	1,42	2,5	2,1
Клітковина,%	0,9	1,1	1,38	0,98

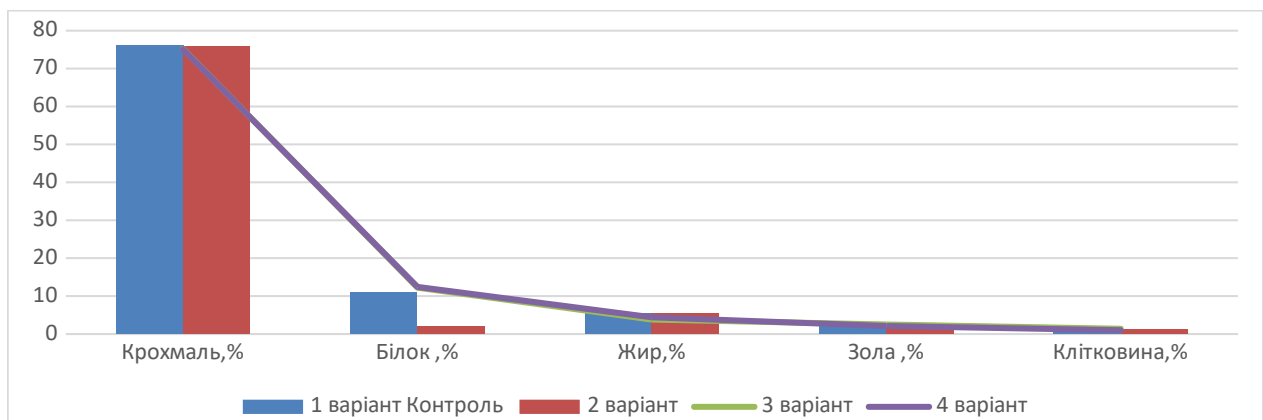


Рис. 4.4.1. Вплив передпосівної інкрустації насіння на біохімічні показники якості зерна сорго

Вміст крохмалю у складі сорго становить на контролі 76%, вміст білку 10,9%, вміст жиру 5,4%, вміст золи 2,3%, а також клітковини 0,9%. В другому варіанті вміст крохмалю становив трошки менше порівняно з контролем 75,8% але вміст білку був вищим і становив 11,9%, вміст жиру 5,4%, вміст золи менший 1,42% і вміст клітковини 1,1%. На третьому варіанті вміст крохмалю становив 75,2%, але підвищився вміст білку до 12,2%, жиру було 3,8%, золи 2,5% і клітковини 1,38%. На четвертому варіанті вміст крохмалю становив 75,1%, вміст білку 12,4%, жиру 4,4%, золи 2,1% клітковини 0,98% тобто ми бачимо таку закономірність: із зменшенням вмісту крохмалю у зерні зростає вміст білку, крім того із зростанням у зерні вмісту білку зменшується вміст золи і зростає кількість клітковини (рис. 4.4.1.). Цінним і важливим компонентом у складі сорго є вміст в ньому жиру до складу якого входять пальмітинова кислота 6,2%, якщо весь наявний в зерні жир прийняти за 100%, то пальмітинова кислота в ньому становитиме 6,2% стеаринова 5,3%, олеїнова 32%, лінолева 38% і ліноленова 3,2%. Поряд із цим у складі зерна сорго є і насичені карбонові кислоти такі, як пальмітинова і стеаринова. Вміст вітаміну Е у масі жиру сорго становить від 80 мг в 1 кг зерна. За цими показниками зерно сорго доволі концентрований корм. Він поліпшує кормову якість різних комбікормів. Останнім часом після вилучення таніна із складу насіння сорго його стали використовувати не тільки в кормовиробництві, а і в харчовій промисловості для отримання крохмалю з якого потім виготовляють різні кулінарні вироби. Отже, зерно сорго має харчову та кормову цінність і в умовах сьогодення коли посуха є не випадковістю, а швидше закономірністю, ця культура в майбутньому набуде більшого поширення особливо в зонах нестійкого і недостатнього зволоження. Сорго використовується в зерновому балансі тварин: на зернофураж, зелений корм, силос, сінаж, травяне борошно, в складі гранул. За хімічним складом воно містить більше протеїну, ніж зерно кукурудзи, а за перетравністю дещо поступається останньому. При годівлі корів можливо сорговою дертню замінити дерть кукурудзи, ячменю і комбікорми. Зерно сорго відрізняється більш високим вмістом макро- і мікроелементів, в

порівнянні з зерном кукурудзи та ячменю. За беконної відгодівлі свиней соргове зерно цілком може замінити ячмінне, врожай якого набагато вищий, а собівартість нижча.

Розділ 5. Економічна оцінка ефективності агротехнічного заходу передпосівної інкрустації насіння сорго

Ефективність використання елементів системи удобрення та їх складової передпосівної інкрустації насіння зазвичай оцінюють за агрономічними та економічними показниками. Агрономічна ефективність визначається окупністю одиниці добрив, приростом товарної продукції сорго чи іншої сільськогосподарської культури. За даними науково-дослідних установ встановлено оплату одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив за оптимальних доз їх внесення приростом товарної продукції яка може становити від трьох до чотирьох центнерів з гектара сорго зернового. Дози, строки, форми і способи внесення добрив також впливають на ефективність. Ми маємо закономірність що зі збільшенням дози від мінімальної до оптимальної врожайності сільськогосподарських культур в тому числі і сорго зазвичай зростає прямій залежності. Проте оплата кожної одиниці добрив приростом отриманого врожаю і збільшення дози поступово зменшується. Підвищення добрив супроводжується збільшенням урожаю проте приріст врожаю від підвищення доз та окупність одиниці добрив урожаєм зазвичай поступово знижується. Тому найбільш ефективними способами використання добрив є ті способи де використовуються невеликі дози добрив. Серед таких способів найбільш ефективними є два: передпосівна обробка посівного матеріалу яка отримала назву передпосівної інкрустації та передпосівне удобрення. За обмеженої кількості добрив ці два способи в найбільшій мірі і використовують, оскільки вони забезпечують максимальну окупність та дають можливість поліпшити ще якість вивченої продукції. Дуже важливо поряд з агрохімічною ефективністю оцінити і економічну ефективність. Ця ефективність показує на вартісне співвідношення приросту вирощеної продукції і витрат на її виробництво. Вона визначаються за такими показниками: чистим доходом, окупністю витрат, рентабельністю застосування добрив. Для визначення фактичної економічної ефективності застосування добрив під сорго необхідно оцінювати за чинними цінами. Виявити доцільність грошових **ланків** отриманий приріст врожаю від внесених добрив. Якщо ефективність добрив визначають у

динаміці за роками і оцінювання проводить у порівняльних цінах певного року то можна помітити що економічна ефективність добрив у різні роки будуть відрізнятися між собою, що пов'язано зі змінами цін на добрив та цін на вирощене зерно. Якщо поставлене завдання визначити економічно обґрунтовані дози добрив то кількість економічних показників можна обмежити достатньо при цьому розраховувати вихід додатково отриманої продукції на одиницю діючої речовини добре або на 1 грн витрат пов'язаних із застосуванням добрив а також чистий дохід одиниці удобрюваної площі зазвичай з одного гектара. Найдосконалішим методом оцінювання ефективності застосування добрив у господарстві є виробничий дослід. Його слід проводити загальноприйнятою методикою та чітко дотримуватись принципу єдиної різниці. Всі чинники такі як родючість ґрунту, сорт, попередник повинні мати бути однаковими.

Економічна ефективність застосування добрив на перспективу розраховують на основі технологічних карт вирощування сорго, планової врожайності приросту врожаю і вартості добрив. Витрати на отримання приросту врожаю від внесених добрив розраховують таким чином. Перш за все враховують вартість придбаних добрив, витрати на розвантаження, зберігання, підготовку, перевезення до поля і внесення а також витрати на збирання і перевезення приросту врожаю від добрив із поля та його до оброблення. Враховують витрати на реалізацію приросту врожаю або закладання цього врожаю на зберігання. Загальновиробничі, загальногосподарські та інші витрати які також за чинною системою бухгалтерського обліку відносять на собівартість приросту врожаю.

Таким чином ми можемо порахувати витрати які були понесені при отриманні приросту врожаю. Дуже важливим показником економічної оцінки є чистий дохід, він розраховується таким чином: перш за все беруть вартість товарної продукції отриманої від застосування добрив і вартість приросту нетоварної продукції. Додають казу і віднімають від них витрати із застосуванням добрив. Таким чином розраховують чистий дохід. Для розрахунку показників витрат на отримання приросту врожаю від внесення

добрив застосовують коефіцієнт що відповідає коефіцієнтам використання елементів по рокам із певних добрив. Його враховують упродовж останніх років за періодично внесення добрив.

Таблиця 5.1.

Економічна оцінка передпосівної інкрустації насіння сорго сернового з введенням до складу бакової суміші адсорбенту БМ нанобіочару і фосфоровмісного препарату Дефенс С, 2023 р.

Показники	Варіанти польового досліджу			
	1	2	3	4
Врожайність зерна, т/га	2,5	2,8	2,9	3,1
Ціна 1 т зерна сорго, грн	5000	5000	5000	5000
Вартість валової продукції, грн	12500	14000	14500	15500
Виробничі витрати на 1 га, грн	9708	10571	10576	10842
Чистий прибуток від реалізації, грн	2792	3428	3924	4658
Витрати праці на 1 га, люд.-год	18,1	20,6	20,7	20,8
Витрати праці на 1 т, люд-год	7,2	7,4	7,1	6,7
Рівень рентабельності, %	29	32	37	43

Третім важливим показником при оцінці економічної ефективності є рентабельність застосування добрив. Враховують її таким чином нам для цього потрібно чистий

дохід розділити на витрати помножити на 100. Коли ми чистий дохід поділимо на витрати помножимо на 100 то визначимо рентабельність виробництва.

Також є ще при економічній оцінці такий показник як окупність витрат на добрива які встановлюють таким чином, беруть витрати вартості товарної продукції, додають до вартості товарної продукції вартість приросту не товарної продукції і дану суму просто розділити на витрати які отримані від приросту на витрати на отримання приросту врожаю. Таким чином можна розрахувати окупність добрив оцінювання ефективності застосування передпосівної інкрустації насіння розраховується таким чином що беруть вартість препаратів для інкрустації, потім цю вартість якраз визначають у складі бакової суміші, враховують прирости врожаю які ми отримали. Маючи ці два показники можна вирахувати чистий дохід та рівень рентабельності. Не можна забувати що основна мета якраз використання добрив на межі їх економічної ефективності щоб максимально отримати приріст врожаю і чистого доходу від продажу у розрахунку на одиницю посівної площі. Розрахунки повинні застерігати як виробників так і дистриб'юторів та споживачів добрив від порушення цієї основної вимоги. Економічну ефективність обов'язково розраховують при оцінці агротехнічного заходу не виключенням в цьому є і передпосівна інкрустація.

Розділ 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

При проведенні кожного агротехнічного заходу в сільському господарстві дуже важливо провести роботу не тільки для щоб отримати приріст врожаю але зберегти здоров'я персоналу який виконує всі технологічні операції згідно технологічної карти при вирощуванні сорго. В вирощуванні сорго приймають участь механізатори, які готують ґрунт із сівби, проводять оранку, передпосівну інкрустацію насіння, сівбу, а також міжрядні обробітки ґрунту та збирання врожаю. При виконанні цих технологічних операцій використовують цілий ряд шкідливих речовин таких як гербіциди, інсектициди, фунгіциди мінеральні добрива і іноді для прискорення висихання сорго перед збиранням застосовують десиканти. Всі ці речовини є отруйними сполуками, вони негативно діють не тільки на патогенні мікроорганізми, на збудники хвороб, чи шкідливі комахи, а й на людей, які виконують технологічні операції при їх внесенні. Досить шкідливою технологічною операцією є передпосівна інкрустація насіння, яка виконується на насінневих токах де посівний матеріал перед сівбою обробляється різними препаратами. При цьому, дуже важливо, потрібно, щоб обслуговуючий персонал повинен мати спецодяг, гумове взуття, рукавиці, окуляри, щоб пестицид не міг потрапити на шкіру і особливо в очі. Тому, що всі препарати не тільки легко здатні проникати через насіннєву оболонку всередину насіння, а й вони також проникають через шкіру і легко потрапляють в організмі людини у кровеносні судини артерії та вени і звідти легко разносяться по всьому організмові викликаючи отруєння. Більшість з них є канцерогенними речовинами можуть викликати отруєння і навіть злякисні пухлини. Тому обслуговуючий персонал повинен виконати всі застережені заходи, щоб ці отруйні речовини не потрапили у дихальні шляхи та на поверхню шкіри. Дуже часто отруєння цими речовинами відбувається при внесенні гербіцидів під передпосівну культивуацію, а також при обробці посівів сорго інсектицидами проти попелиць у фазі 2-3 листочки. Цю технологічну операцію зазвичай виконують штанговим оприскувачем, коли на поверхні листків рослин сорго наноситься інсектицид, який може вітром

здуватися і переноситись на інші поля, а також потрапити до кабіни тракториста який виконує цю технологічну операцію. Тому тракторист повинен мати при собі противогаз. Ці захисні засоби повинні мати при собі і заправщики цих засобів хімізації. Справа в тому, що сучасні інсектициди сильно леткі і можуть легко потрапити в дихальні шляхи, а тому цю технологічну операцію потрібно виконувати з використанням всіх заходів застереження, щоб тракторист не був отруйний цим препаратом. Дуже сильно токсичну дію мають і фунгіциди, це пестицид який належить до першої групи небезпеки. Персонал який працює із фунгіцидами має високу ймовірність отримати онкологічні захворювання. Тому виконання цих технологічних операцій потребує особливої ретельності і з дотримання всіх правил застереження від забруднення і навколишнього середовища і персоналу. Також дуже важливу оцінку проводять нині при виконанні аналізів вирощеного вирощеної продукції на вміст у ній токсичних речовин, зокрема залишків фунгіцидів і інсектицидів.

Цей аналіз виконується методом газорідинної хроматографії, який дає можливість визначити навіть невеликі залишки цих пестицидів у вирощеній продукції. Крім того що ми використовуємо пестициди при вирощуванні сорго при сівбі, а також при проведенні прикореневих і позакореневих підживлень. В цьому випадку використовуються водорозчинні фосфорні та азотні добрива. В складі фосфорних добрив як домішки містяться катіони важких металів а при проведенні прикореневих і позакореневих підживлень з використанням азотних добрив у їх складі є нітратні сполуки. Важкі метали що містяться у добривах якості домішок при внесенні в ґрунт з пилом мови потрапити в дихальні шляхи заправщиків розкидувач добрив а азотні добрива які містять у своєму складі нітратні сполуки можуть призвести до накопичення нітратів у вирощеної продукції. Надлишок нітратів є досить небезпечними, оскільки при вживанні вирощеної продукції з підвищеним вмістом нітратів вони потрапивши у шлунок вступають у взаємодію із амінами і утворюють канцерогенні речовини, нітрозаміни. В зв'язку з цим для азотних добрив дози повинні бути регламентовані і не перевершувати допустимі норми. Враховуючи дані

застереження ми матимемо можливість виростити не тільки високі врожаї цієї культури а й зберегти персонал від різних видів професійного захворювання.

Висновки

На основі проведених досліджень і отриманих експериментальних даних під час проведення польового дослідю нами були сформовані наступні висновки:

1. Сорго є доволі посухостійкою культурою яка може витримувати високі температури під час росту і розвитку і формувати високий врожай.

2. Сорго є посухостійкою, солестійкою культурою, яка в роки з різним рівнем зволоження стабільно може формувати врожай зерна на рівні 2,5- 3 т/га.

3. Для формування кореневої системи на початкових етапах онтогенезу ефективним агрозаходом є проведення передпосівної інкрустації насіння баковою сумішшю до складу якої входить протруйник, фосфоровмісний препарат ДЕФЕНС С, адсорбент БМ-нанобіочар Green і плівкоутворювач. Завдяки цьому агрозаходу ми можемо отримати додатковий приріст врожаю в межах від 1,5 до 2,5 центнерів з гектара.

4. Передпосівна інкрустація насіння сорго фосфоровмісними препаратами забезпечує інтенсивний ріст кореневої системи на початкових етапах онтогенезу і спостерігається тенденція до приросту кореневої системи і в наступні фази росту та розвитку цієї сільськогосподарської культури.

5. Сорго це культура, яка є перспективною особливо в умовах глобального потепління.

6. Серед тих різновидів сорго, а зокрема цукрового, віничного й зернового, зернове сорго займає домінуюче положення оскільки воно формує високий врожай. Ця культура є досить ефективною тому, що для сівби вона використовують невелику кількість посівного матеріалу, який варіює в межах 4-5 кілограмів потрібного, щоб засіяти 1 га площі.

7. Сорго має доволі низький транспіраційний коефіцієнт порівняно із іншими культурами. Так, на утворення одиниці сухої речовини витрачається 300 частин

води, тоді як суданська трава 340, кукурудза 388, пшениця 515, ячмінь 543, овес 600 і горох 700 частин води. Це свідчить про те, що ця культура економно витрачає воду на формування одиниці продукції. Крім того сорго досить ефективно витрачає вологу під час набухання його насіння. Тільки 35% від своєї маси в той час, як кукурудза 40%, пшениця 60%, горох 95% в порівнянні із своєю вагою .

8. Перед сівбою сорго обов'язково проводиться передпосівна інкрустація його насіння було запропоновано проводити цей агрозахід таким чином, щоб на одну тону насіння збільшити норму внесення фосфоровмісного препарату ДЕФЕНС С з 300 г/т до 400 г/т. Це стало можливим завдяки введенням до складу бакової суміші адсорбенту нанобіочаору БМ-нанобіочар Green нормою 3 кг/т.

9. За рахунок цього агрозаходу зростає рівень забезпечення проростків сорго зернового в початковій фазі розвитку продуктивною вологою і рухомими формами фосфору, які пролонговано переходять в ґрунтовий розчин з адсорбента нанобіочар не збільшуючи його концентрацію до критичного рівня. В результаті створюються оптимальні умови мінерального живлення проростків рухомими формами фосфору і зростає приріст урожаїв зерна сорго зернового з 1,5 ц/га до 3,5 центрів гектарів, за повної окупності додаткових витрат.

8. Введення до складу бакової суміші адсорбенту нано-біочару є перспективним напрямком удосконалення агрозаходу передпосівної інкрустації насіння, оскільки завдяки цьому виникає можливість збільшити норму внесення фосфоровмісного препарату Дефенс С на одну тону насіння з 300г/тону до 400 г/тону.

9. Завдяки цьому зростає рівень забезпечення проростків сорго рухомими формами фосфору на початкових фазах онтогенезу.

Рекомендації виробництву

Провівши польові досліді і отримавши експериментальний матеріал під час їх виконання нами були розроблені наступні рекомендації виробництву: перед сівбою сорго зернового обов'язково проводити передпосівну інкрустацію його насіння збільшивши норму внесення фосфоровмісного препарату ДЕФЕНС С з 300 г/т до 400 г/т і ввести до складу бакової суміші додатковий компонент БМ-нанобіочар Green нормою 3 кг/т. В результаті для проростків сорго зернового в початковій фазі онтогенезу створюються оптимальні умови мінерального живлення рухомими формами фосфору і зростає приріст урожаїв зерна сорго зернового з 1,5 ц/га до 3,5 центрів гектарів, за повної окупності додаткових витрат.

Список використаних літературних джерел

1. A. Abdolali, WS. Guo. Typical lignocellulosic wastes and by-products for biosorption process. *Bioresource Technol.* 2014. P.C.1-10
2. Al-Askar A.A., Rashad, Y.M. 2010. Arbuscular mycorrhizal fungi: a biocontrol agent against common bean Fusarium root disease. *Plant Pathol J.* 9(1), C.31–38. <https://doi.org/10.3923/ppi.2010.31.38>.
3. Alves S. A Model for Pyrolysis of Wet Wood [Text] /S. Alves J. L. Figueiredo // *Chemical Engineering Science.* - 1989. - 44 (2). - P.C. 2861-2869.
Application of methylene blue and iodine adsorption in the measurements of specific surface area by four acid and salt treated activated carbons / [A. U. Itodo, F. W. Abdulrahman, L. G. Hassan et al.] // *New York Science Journal.* – 2010. – № 3. – P. C.25–33.
4. Arshadi M. Kinetic, equilibrium and thermodynamic investigations of Ni (II), Cd (II), Cu (II) and Co (II) adsorption on barley straw ash. / M. Arshadi, M. Amiri, S. Mousavi. // *Water Resources and Industry.* – 2014. – №6. – P. C.1–17. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2014.06.001>
5. Aygün A. Production of granular activated carbon from fruit stones and nutshells and evaluation of their physical, chemical and adsorption properties / A. Aygün, S. Yenisoy-Karakaş, I. Dumana. // *Microporous and Mesoporous Materials.* – 2003. –C.89–195. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2003.08.028>
6. C. Martin, D. P. Morgavi, M. Doreau. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale // *animal.* — 2009-08-03. — Т. 4, вип. 03. — С. 351–365. — ISSN 1751-732X 1751-7311, 1751-732X. — DOI:10.1017/s1751731109990620.
7. Cakmak, I. Role of Mineral Nutrients in Tolerance of Crop Plants to Environmental Stress Factors // *Plant Cell Physiol.* - 2006. – V. 38. – P. C.35-48
8. Changes in the structure of soil mycocenosis when using biomass immobilized on the biochar of active strains of fungi and bacteria. Oliferchuk V.P., Fedorovich D.V, Bunetsky V.A., Samarskaya M.I. C.123-128. <https://doi.org/10.12912/27197050/152522>

9. Choy K. K. Langmuir isotherm models applied to the multicomponent sorption of acid dyes from effluent onto activated carbon / K. K. Choy, J. F. Porter, G. McKay. // *Journal of Chemical & Engineering Data*, . – 2000. – №45(4). – P.C. 575–584.

10. Colugbenga Solomon Bello, Kayode Adesina Adegoke, Afeer Abida Olaniyan and Habib Abdulazeez. Dye adsorption using biomass wastes and natural adsorbents: overview and future prospects. *Desalination and Water treatment*. 2013. P. C.1-24. Doi:10.1080/19443994.2013.862028

11. . Adam Vaughan. Breeding less gassy cattle could cut harmful emissions // *New Scientist*. — 2019-07. — Т. 243, вып. 3238. — С.45-46 16. — ISSN 0262-4079. — DOI:10.1016/s0262-4079(19)31262-x.

12. D. Boadi, C. Benchaar, J. Chiquette, D. Massé. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review // *Canadian Journal of Animal Science*. — 2004-09-01. — Т. 84, вып. 3. — С. 319–335. — ISSN 1918-1825 0008-3984, 1918-1825. — DOI:10.4141/a03-109.

13. David L. Adelson. *Bovine Genome Architecture // Bovine Genomics*. — Oxford, UK : Wiley-Blackwell, 2012-04-11. — С. 123–143. — ISBN 978-1-118-30173-9, 978-0-8138-2122-1.

14. DAVID PIMENTEL, PAUL HEPPELRY, JAMES HANSON, DAVID DOUDS, RITA SEIDEL. [0573:eeaeo2.0.co;2 Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems] // *BioScience*. — 2005. — Т. 55, вып. 7. — С. 573. — ISSN 0006-3568. — DOI:10.1641/0006-3568(2005)055[0573:eeaeo]2.0.co;2.

15. DSTU 4138-2002 «Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti»с.2-12

16. Eileen Nchanji. Sustainable Urban Agriculture in Ghana: What Governance System Works? // *Sustainability*. — 2017-11-14. — Т. 9, вып. 11. — С.183-187. 2090. — ISSN 2071-1050. — DOI:10.3390/su9112090.

17. Emanuele Lugato, Francesca Bampa, Panos Panagos, Luca Montanarella, Arwyn Jones. Potential carbon sequestration of European arable soils estimated by modelling a comprehensive set of management practices // *Global Change Biology*. — 2014-05-02. — Т. 20, вып. 11. — С. 3557–3567. — ISSN 1354-1013. — DOI:10.1111/gcb.12551.

18. Eric Justes. Erratum to: Cover Crops for Sustainable Farming // *Cover Crops for Sustainable Farming*. — Dordrecht : Springer Netherlands, 2017. — С 114-118. E1–E1. — ISBN 978-94-024-0985-7, 978-94-024-0986-4.

19. F.Ahmad, WMAW Daud, MA.Ahmad, R.Radzi Cocoa (Theobroma cacao) shell-based activated carbon by CO₂ activation in removing of Cationic dye from aqueous solution: Kinetics and equilibrium studies. *Chemical engineering Resiarch and Design*. 2012. 90. PC..1480-1490.

20. Iley M. The adsorptive properties of carbonised olive stones / M. Iley, H. Marsh, F. R. Reinoso. // *Carbon*. – 1973. – №11. – С. 633–638.

21. Jeffery S., Verheijen F.G.A., van der Velde. M. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis: A review. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 2011. Vol 144. Iss 1. P C. 175-187. DOI: 10.1016/j.agee.2011.08.015.

22. John E. Hermansen, George Zervas. Livestock farming systems and their environmental impacts // *Livestock Production Science*. — 2005-09. — Т. 96, вып. 1. — С. 1. — ISSN 0301-6226. — DOI:10.1016/j.livprodsci.2005.05.015.

23. Kumar K. V. Relation between some two-and three-parameter isotherm models for the sorption of methylene blue onto lemon peel / K. V. Kumar, K. Porkodi. // *Journal of hazardous materials*. — 2006. — №138(3). — P. C.633–635. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.06.078>

24. Lehmann J., Rillig M.C., Thies J. et al. Biochar effects on soil biota : A review. *Soil Biology & Biochemistry*. 2011. Vol. 43. Iss. 9. P 1812-1836. DOI: 10.1016/j.soilbio.С.68-73.2011.04.022.

25. Leon Schumacher, Jianfeng Zhou. Smart Farms and the Digital Age – A Reality // 2019 Boston, Massachusetts July 7- July 10, 2019. — St. Joseph, MI : American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2019. —35p. DOI:10.13031/aim.201901857.8. .

26. Jeyanathan, C. Martin, D. P. Morgavi. The use of direct-fed microbials for mitigation of ruminant methane emissions: a review // *Animal*. — 2013-11-25. — Т. 8, вып. 2. — С. 250–261. — ISSN 1751-732X 1751-7311, 1751-732X. — DOI:10.1017/s1751731113002085.

27. Mechlem Kerstin. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) // *Max Planck Encyclopedia of Public International Law*. — Oxford University Press, С. 28-29 2006-11. — ISBN 978-0-19-923169-0.

28. Meunier J. Vergasung fester Brennstoffe und oxidative Umwandlung von Kohlenwasserstoffen / J. Meunier. — Verlag Chemie GmbH: Weinheim Bergstrasse, С.256-263. 1962

29. N. Thanos Papanicolaou, Kenneth M. Wacha, Benjamin K. Abban, Christopher G. Wilson, Jerry L. Hatfield. From soilscapes to landscapes: A landscape-oriented approach to simulate soil organic carbon dynamics in intensively managed landscapes // *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. — 2015-11. — Т. 120, вып. 11. — С. 2375–2401. — ISSN 2169-8953. — DOI:10.1002/2015jg003078.

30. N.R. Parmar, J.I. Nirmal Kumar, C.G. Joshi. Exploring diet-dependent shifts in methanogen and methanotroph diversity in the rumen of Mehsani buffalo by a metagenomics approach // *Frontiers in Life Science*. — 2015-07-10. — Т. 8, вып. 4. — С. 371–378. — ISSN 2155-3777 2155-3769, 2155-3777. — DOI:10.1080/21553769.2015.1063550.

31. Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Sulfur Use Efficiencies. С.4-8. http://nue.okstate.edu/NPKS_use_efficiency.html O.Houachel, R.Al-Maamari, B.Al-Rashidi, B.Jibril. Study of date palm stem as raw material in preparation of activated carbon. *J.Eng.Res.* 2008. 5. P.47-54.

32. Park S. Influence of activation temperature on adsorption characteristics of activated carbon fiber composites / S. Park, K. Kim. // *Carbon*. — 2001. — С. 1741–1746. [https://doi.org/10.1016/S0008-6223\(00\)00305-5](https://doi.org/10.1016/S0008-6223(00)00305-5)

33. Priyantha Jayakody, Prem B Parajuli, Gretchen Sassenrath. Impacts of climate variability on Soybean and Corn yields in Mississippi Delta // 2012 Dallas, Texas, July 29 - August 1, 2012. — St. Joseph, MI : American Society of Agricultural and Biological Engineers, С.123-125. 2012. — DOI:10.13031/2013.41778.

34. R. Lal. ECOLOGY: Managing Soil Carbon // Science. — 2004-04-16. — Т. 304, вип. 5669. — С. 393–393. — ISSN 1095-9203 0036-8075, 1095-9203. — DOI:10.1126/science.1093079.

35. R.J. Eckard, C. Grainger, C.A.M. de Klein. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review // Livestock Science. — 2010-05. — Т. 130, вип. 1-3. — С. 47–56. — ISSN 1871-1413. — DOI:10.1016/j.livsci.2010.02.010.

36. Ryzosfernyi menedzhment: novitnii pidkhdid do pidvyshchennia vrozhaivosti, Serhii Polianchykov, dyrektor z rozvytku, Olha Kapitanska, kandydat biolohichnykh nauk, kerivnyk naukovo-doslidnoho viddilu, Iryna Lohinova, kandydat silskohospodarskykh nauk, konsultant z zhyvlennia roslyn,c.5-7. NVK «Kvadrat»<https://agrovio.com.ua/article.php?id=112>

37. Shen J.B. et al. Maximizing root/rhizosphere efficiency to improve crop productivity and nutrient use efficiency in intensive agriculture in China // Journal of Experimental Botany. — 2013. — Vol. 5. — P. C. 1181-1192.

38. The Rainforest Alliance Recognizes Excellence In Advancing Sustainability And Climate Goals. Climate Change and Law Collection.C. 15-16. Процитовано 20 жовтня 2020.

39. 'Up close and medical': 26 October 2019 // The Pharmaceutical Journal. — 2019.C.234-237. — ISSN 2053-6186. — DOI:10.1211/pj.2019.20207144.

40. W.Bae, J.Kim, J. Chung Production of granular activated carbon from food-processing wastes (walnut shells and jujube seeds) and its adsorptive properties. *J.Air & Waste Management Association*. 2014. 64(8). P.C.879-886.

41. Yanai H. Pattern of pore development in the course of manufacturing activated carbons by gas activation / H. Yanai, H. Takahashi, K. Ishiyama. // J. Chem. Soc. Jpn. — 1973. — №6. — С. 443–446.

42. Бунецький В.А. Біочар – висококалорійне паливо та запорука великої врожайності! / В.А. Бунецький, О.М. Ганженко, М.В. Роїк // Біоенергетика/ Bioenergy. — №2 (12). — 2018. — С. 8-12.

43. Ганженко О.М., Злиденний І.І. Вплив біочару та регулятора росту на посівні якості насіння сорго звичайного *sorghum bicolor* l. Науково-інноваційний розвиток агропромисловості як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції 28–29 вересня 2023 р. С. 240-242.

44. Ганженко О.М., Злиденний І.І. Вплив обробки насіння *Sorghum bicolor* (L.) Moench. біологічними препаратами на його посівні якості. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2023. № 2. С. 13-20. doi: 10.33245/2310-9270-2023-183-2-13-20

45. Кинле Х. Активные угли и их промышленное применение. / Х. Кинле, Э. Бауэр. — Л: Химия, 1984. — 216 с.

46. Нурмухаммедов А.К., Ганженко О.М. Застосування біочару у сільському господарстві. *Біоенергетика/Bioenergy*. — №1-2 (19-20). — 2022. — С. 19-21.

47. Патент на спосіб отримання активованого біовугілля **UA 127635 C2** с.1-7.

48. Патент на спосіб використання елементів нанотехнологій при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату **UA 148435 U** с.1-5.

49. Сидорчук О. В. Сорбція іонів купруму із водних розчинів природним клиноптилолітом / О. В. Сидорчук, Я. М. Гумницький // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2013. – № 7. – С. 235–241.

Тарковская И.А. Окисленный уголь. – К.: Наук. думка, 1981. – 200 с.

50. ТУ У 20.1-2571100774-002:2021 НАНО-ПРОДУКТИ ВУГЛЕННІ АКТИВОВАНІ ШИРОКОГО ВИКОРИСТАННЯ, ВИГОТОВЛЕНІ З ОРГАНІЧНИХ БІОПОЛІМЕРІВ. Технічні умови С.1-43.

Додатки

Додаток 1

Патент на винахід «Спосіб одержання активованого вугілля»



Додаток 2

Патент на корисну модель «Спосіб використання елементів нанотехнології при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах змін клімату»


 УКРАЇНА (19) **UA** (11) **148435** (13) **U**
 (51) МПК (2021.01)
A01B 79/00
A01G 25/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
 ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
 "УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: a 2021 00934</p> <p>(22) Дата подання заявки: 26.02.2021</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 12.08.2021</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 11.08.2021, Бюл.№ 32</p>	<p>(72) Винахідник(и): Шебанін В'ячеслав Сергійович (UA), Бунецький Володимир Олександрович (UA), Федорчук Михайло Іванович (UA), Таргоня Василь Сергійович (UA), Свиридовський Валерій Миколайович (UA), Федорчук Олександр Михайлович (UA), Федорчук Валентина Григорівна (UA), Федорчук Євгенія Миколаївна (UA)</p> <p>(73) Володівець (володівець): МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54000 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НАНОТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

(57) Реферат:
 Спосіб використання елементів нанотехнології при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах змін клімату включає основний та передпосівний обробіток ґрунту, посів, догляд за посівами та збирання врожаю. Додатково використовують техніко-технологічне рішення в агротехнології, адаптовані до змін клімату: насіння обробляють біологічними нанопрепаратами з розрахунку 5 мг/т; проводять інкубування борошни яєчним ґрунтом або біопрепаратами: Спаразин, "БМ-нанобіочар Green", BioMag, Целюлад. Впроваджуючи агротехнічні прийоми, забезпечують оптимальні умови вирощування сільськогосподарських культур.

UA 148435 U

Додаток 3

Опис до патенту на винахід «Спосіб одержання активованого вугілля»



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **127635** (13) **C2**
 (51) МПК
C01B 32/30 (2017.01)
C01B 32/312 (2017.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
 ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
 "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
 ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: a 2021 03629 (22) Дата подання заявки: 24.06.2021 (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 09.11.2023 (41) Публікація відомостей про заявку: 24.11.2021, Бюл.№ 47 (46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 08.11.2023, Бюл.№ 45</p>	<p>(72) Винахідник(и): (73) Володілець (володільці): Бунецький Володимир Олександрович, вул. Горького, 91, м. Красноград, Красноградський р-н, Харківська обл., 63304 (UA) (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: RU 2341453 C2, 20.12.2008 Тимербаев Н.Ф., Сафина А.В., Хабибуллина А.Р., Мазар И.Ю. Современное состояние производства древесного угля. Проблемы энергетики. 2017. том 19 (№ 7-8). С.13-20 UA 21186 A, 04.11.1997 WO 2020146916 A1, 23.07.2020 Бунецький В.А., Ганьченко О.М., Ротік М.В. Біочар – висококалорійне паливо та запорука великої врожайності. Біоенергетика. 2018. № 2 (12). С. 8-12 Бунецький В.А., Корінчук Д.Н. Тверде біопаливо і необхідність галузевих рішень. Біоенергетика. 2018. № 2 (12). С. 44-47 RU 2355633 C1, 20.05.2009 RU 2023661 C1, 30.11.1994</p>
---	--

UA 127635 C2

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ АКТИВОВАНОГО БІОВУГІЛЛЯ

(57) Реферат:

Винахід належить до фізико-хімічних процесів, зокрема до способу одержання активованого біовугілля. Спосіб включає сушіння і піроліз ксилемних тканин органічних біополімерів при температурі 500-550 °С топковими газами. Здійснення активації одержаного піролізного вугілля нагріванням до температури 600-1000 °С шляхом продування крізь піролізне вугілля повітря з навколишнього середовища і одночасним охолодженням зануренням розігрітого вугілля у воду. Технічний результат: високі сорбційні характеристики біовугілля, зменшення енергоємності процесу та загальних втрат вихідного матеріалу.