

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Власюк Сергій Владиславович

УДК 631.331.92

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО
ОБРОБІТКУ НАСІННЯ

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Власюк С.В.

Керівник роботи

Міненко С.В.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Власюк Сергій Владиславович. Обґрунтування параметрів пристосування для передпосівного обробітку насіння. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В магістерській роботі встановлено, що аерозольна обробка насіння являє собою перспективний напрямок передпосівної обробки. Пропонується пристрій для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів, що складається з камери обробки з похилими полицями та генератором гарячого туману марки ВФ-150. У процесі зсіпання насіння по похилих полицях відбувається обробка гуматів у вигляді гарячого туману температурою 50...60 °С.

У результаті експерименту встановлено, що рівномірність розподілу гарячого туману по камері обробки становить від 87% до 94%. Аналіз нагріву насіння показав, що значення витрати розчину гуматів становить приблизно 0,058 л/хв, і витрата палива 0,032 л/хв за продуктивності по зерну 10 т/год. Дослідження розмірів і розподілу крапель гарячого туману показали, що кристали солі рівномірно розподіляються по оброблюваній поверхні - коефіцієнт варіації 7,3%, середній розмір кристалів становить 4,7 мкм, середній діаметр крапель гарячого туману становить близько 14 мкм.

Порівняльний аналіз застосування гуматів під час передпосівного обробітку насіння гарячим туманом із традиційним напівсухим методом засвідчив, що за використання розробленого пристрою з науково-обґрунтованими параметрами в Екороста підвищується схожість сорту Вінницька 89 відносно контролю на 15,2%.

Ключові слова: насіння, передпосівна обробка, гумати, пристосування, продуктивність.

ANNOTATION

Vlasiuk Sergii Vladyslavovych. Substantiation of parameters of the device for pre-sowing seed treatment. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 Agricultural Engineering.
– Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

In the master's thesis, it was established that aerosol seed treatment is a promising area of pre-sowing treatment. A device for pre-sowing seed treatment with a hot mist of humates is proposed, consisting of a treatment chamber with inclined shelves and a hot mist generator BF-150. In the process of sowing seeds on the inclined shelves, humates are treated in the form of a hot mist with a temperature of 50-60 °C.

The experiment showed that the uniformity of the hot mist distribution over the treatment chamber ranged from 87% to 94%. The analysis of seed heating showed that the consumption of humate solution is approximately 0.058 l/min and the fuel consumption is 0.032 l/min at a grain capacity of 10 t/h. The study of the size and distribution of hot mist droplets showed that salt crystals are evenly distributed over the treated surface - the coefficient of variation is 7.3%, the average crystal size is 4.7 μm, and the average diameter of hot mist droplets is about 14 μm.

A comparative analysis of the use of humates during pre-sowing seed treatment with hot mist with the traditional semi-dry method showed that the use of the developed device with scientifically sound parameters in Ecorost increases the germination of the Vinnytska 89 variety by 15.2% compared to the control.

Keywords: seeds, pre-sowing treatment, humates, devices, productivity.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ТА АЕРОЗОЛІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ЗЕРНА.....	8
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ НАСІННЯ ГАРЯЧИМ ТУМАНОМ ГУМАТІВ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	30
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Розвиток сільського господарства передбачає збільшення продуктивності та врожайності сільськогосподарської культури.

Важливим прийомом підвищення врожайності є передпосівний обробіток. Передпосівний обробіток передбачає комплексний вплив на насіння зернових культур і спрямований на захист і стимулювання фізіологічних процесів насіння після сівби. Вона дає змогу підвищити схожість насіння, стійкість до хвороб, підвищити життєздатність насіння, поліпшити якість продукції.

Таким чином, обґрунтування параметрів пристрою передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів, створення інноваційних машин для її здійснення є актуальним науково-технічним завданням.

Об'єкт дослідження – пристрій передпосівного обробітку насіння зернових культур гарячим туманом гуматів.

Предмет дослідження – експериментальні залежності руху зерен, параметри передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів.

Метою роботи є обґрунтування параметрів пристрою передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів, що сприяють підвищенню схожості насіння.

У зв'язку з поставленою метою в цій роботі вирішувалися такі науково-практичні завдання:

- обґрунтувати технологічний процес передпосівного обробітку насіння зернових культур гарячим туманом гуматів;
- провести лабораторні та польові дослідження з обґрунтуванням раціональних конструктивно-технологічних параметрів пристрою передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів.

Методи наукового дослідження. При виконанні експериментальних досліджень застосовувалися як стандартні, так і розроблені методики.

Експериментальні дослідження проводилися на сертифікованому обладнанні, опрацювання результатів проводилося методом математичної статистики в прикладній програмі Statistical 8. Оцінювання об'єктів досліджень під час проведення лабораторно-польових і польових випробувань було виконано згідно з ДСТУ.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Власюк С.В.** Аналіз пристроїв для передпосівного обробітку зерна. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь», 5 квітня 2023 року Житомир: Житомирський агротехнічний фаховий коледж, 2023. С. 177-180.

2. **Власюк С.В.,** Міненко С. В. Конструктивно-технологічна схема пристрою для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів. *Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки"* (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ.. 2023.С. 93-96.

3. Міненко С. В, **Власюк С.В.** Результати дослідження швидкості зерна під час руху за похилим кутом полиці камери обробки пристрою для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом. XII Міжнародна науково-технічна конференція «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (02-20 жовтня 2023 р.). URL: <http://animal-conf.inf.ua/conf.html> (дата звернення 21.11.2023).

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для виробництва представляє розроблений пристрій передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 17 найменувань.

Загальний обсяг роботи становить 44 сторінки комп'ютерного тексту, містить 17 рисунків і 1 таблицю.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ТА АЕРОЗОЛІВ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ЗЕРНА

Технічні установки для передпосівного обробітку насіння поділяються на стаціонарні та пересувні. Вони класифікуються: за конструктивними властивостями робочого органа, за методом покриття насіння робочим препаратом, а також за характером роботи технічного засобу. За характером роботи установки поділяються на: безперервної дії та порційної. За способом нанесення робочого препарату на насіння зернових культур технічні засоби поділяють на дві групи: безпосереднього нанесення на насіннєвий матеріал і з перемішувальними пристроями [1].

Залежно від способу протруювання насіння використовують сучасні установки та машини різних типів. У процесі мокрого протруювання насіння суспензіями та емульсіями, а також сухого та напівсухого протруювання, нині використовують шнекові та барабанні протруювачі [1].

Найдешевшим і найпростішим способом протруювання є використання протруювачів барабанного типу, основним недоліком яких є яких є невисока продуктивність, у зв'язку з чим вони здебільшого використовуються для протруювання невеликих партій насіння [1].

Для мокрого, напівсухого та сухого способів протруювання використовується протруювальна машина "ПУ-ЗА", протруювання в якій здійснюється в барабані, що обертається. До недоліків пристроїв подібного типу належать: неякісне змішування препарату з оброблюваним зерном, громіздкість і матеріаломісткість конструкції, невелика продуктивність.

У протруювачах шнекового типу протруювання насіння відбувається в корпусі шнека шляхом змішування зерна з робочим розчином протруювача під час переміщення його шнеком. Якість обробки насіннєвого зерна в цих пристроях залежить від геометричних параметрів шнека (його діаметра і

довжини), коефіцієнта наповнення порожнини кожуха шнека зерном і препаратом, а також часу їх змішування [1].

Нині застосовуються такі шнекові протруювачі як ПНШ-3 і ПСШ-5.



Рис. 1.1. Протруювач насіння шнековий ПНШ – 3.

Принцип роботи протруювача "ПНШ 3" включає в себе: готова робоча рідина заливається в ємність і перемішується. У бункер вручну або шнековим конвеєром завантажуються зерно з мішків, величина подачі зерна встановлюється переміщенням шибєрної заслінки в належні положення. У налагоджувальному режимі визначається відповідна величина витрати робочої рідини. Потім зерно з бункера переміщається в змішувальний шнек, і в простір над завантажувальним вікном шнека відбувається подача робочої рідини, витрата якої раніше встановлена. Під час обертання шнека відбувається рівномірний розподіл протруйного препарату по поверхні кожної насінини. Оброблене насіння через вивантажувальні горловини вивантажується в мішки або в шнековий конвеєр. Послідовність заповнення мішків налаштовується перекидною заслінкою, яка розташована на трубі шнека [1].

Протруювач насіння шнековий ПСШ-5 спрямований на обробку водними суспензіями препаратів невеликих партій насіння зернових, зернобобових і технічних культур [1].

Під час роботи пристрою насіння з бурта надходить у накопичувальну камеру А, коли заповнюється до нижнього датчика, здійснюється ввімкнення насос-дозатора. Після чого суспензія подається на диск розпилювача,

розпилюється і у вигляді дрібних крапель вкриває насіння, що надходить безперервним потоком із накопичувальної камери А в камеру протруювання Б через регульоване вікно. Перед вивантаженням у мішки оброблене насіння перемішується шнеком [1].

Низька якість протруювання, травмування насіння, невелика продуктивність є основними недоліками шнекових протруювачів, при цьому основним травмувальним робочим органом у протруювачах цього типу є шнек.

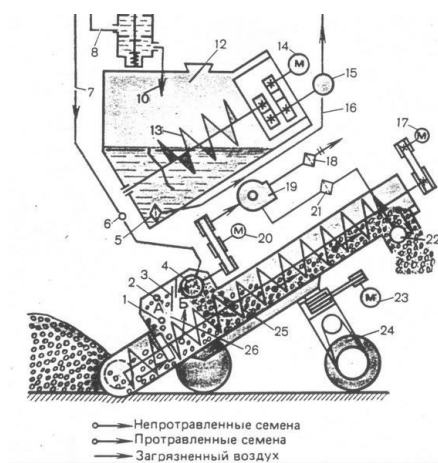


Рис. 1.2. Технологічна схема протруювача насіння ПСШ-5: 1, 2 і 6 – датчики; 3 – заслінка дозатора насіння; 4 – розпилювач; 5, 18 і 21 – фільтри; 7, 8, 10, 11 і 16 – трубопроводи; 9 – розподільник; 12 – резервуар; 13 – мішалка; 14, 17, 20 і 23 – електродвигуни; 15 – насос-дозатор; 19 – вентилятор аспіраційної системи; 22 – повітрязабірна труба аспіраційної системи; 24 – механізм самопересування; 25 – шнек; 26 – бункер [1].

У пристроях камерного типу обробка насінневого матеріалу відбувається за допомогою зволоження через розпилення суспензій на поверхні насіння, яке потрапляє в потік розпилу суспензії. До таких пристроїв належать ПС-10АМ, ПСК-15, ПК-20, ПС-20К-4 [1].

Протруювач ПС-10АМ набув значного поширення, як на території України, так і в країнах ближнього зарубіжжя [1].



Рис. 1.3. Загальний вигляд протруювача ПС-10АМ

У цій машині процес протруювання насіння відбувається таким чином.

У бункер до датчика верхнього рівня чисте насіння висипається транспортером. Після чого сигнал із датчика надходить на електромагніт, який запускає дозатори насіння і суспензії. Препарат використовується відповідно до відкаліброваних шкал регуляторів насіння та суспензії. Насіння надходить із бункера в камеру протруювання за рахунок відцентрових сил у розподільники, що виникають у процесі обертання диска. Суспензія протруйника подається з резервуара через дозатор одночасно з насіннєвим матеріалом. Після протруювання насіння за допомогою горизонтального і вертикального шнеків вивантажують із машини [1].

Для передпосівного обробітку насіння зернових культур водними розчинами пестицидів призначений протруювач насіння камерний ПСК-15.

Так само в даний час широко використовується камерний протруювач ПК-20.

Протруйник насіння камерний ПК-20 виконаний у вигляді саморушної машини з електричними приводами всіх вузлів і елементами програмного керування. Основою конструкції є легкий триколісний візок з електроприводом і переднім поворотним колесом. У середній частині конструкції змонтовані основні робочі органи: ємність для приготування робочої суміші, оснащена

насосом для подачі в напірний бачок дозатора, дозатор із системою інтелектуальної КВП і роторним камерним змішувачем [1].

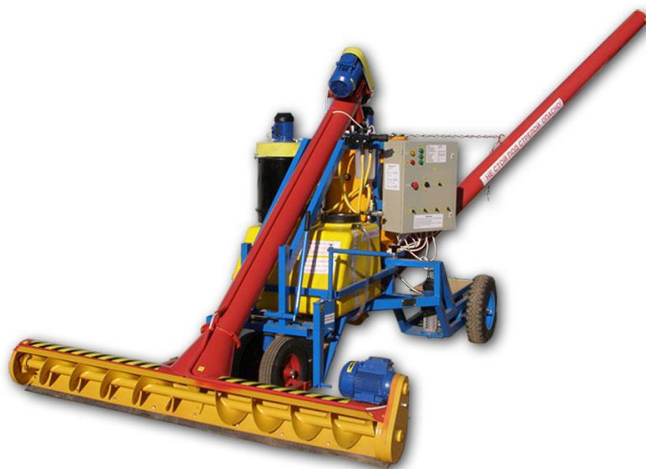


Рис. 1.4. Загальний вигляд протруювача ПСК 15.



Рис. 1.5. Загальний вигляд протруювача ПК - 20

Для завантаження зернового матеріалу слугує шнековий механізм подачі в змішувач, оснащений індивідуальним приводом. Для розвантаження слугує складовий гвинтовий живильник, здатний подавати оброблений посівний матеріал на висоту до 4,2 метрів. Що дає змогу обходитися без додаткових органів завантаження насіння в приймач (наприклад, кузов автомобіля) і без другого обслуговуючого співробітника. Апарат може обслуговуватися однією людиною, у функцію якої входить тільки напрямок руху апарата за допомогою найпростіших органів управління. Навчання роботі з цим приладом займає менше години. При цьому, продуктивність апарату досягає 20 тонн на годину.

Протруювачі камерного типу мають мінуси, що впливають на якість обробки насіннєвого матеріалу: пошкодження насіння шнековим транспортером під час його вивантаження, час обробки малосуттєвий, низька якість перемішування насіння з препаратом, нерівномірність обробки насіння, пов'язана з тим, що більшій обробці піддаються зерна, які перебувають на внутрішньому боці їхнього потоку [1].

Передпосівна обробка насіння проводиться не тільки в умовах стаціонарного пункту, а й у процесі посіву або садіння. Проте останніми роками досліджено низку пристроїв (аплікатори) для обробки насіння безпосередньо в процесі сівби, які мають високі показники в роботі. Серійно виготовлювані вітчизняні установки з інкрустації насіння стаціонарного типу (КПС-10, КПС-20, КПС-40, АПС-4, АПЗ-10, КІС-10/20) гарантують нанесення на зерно одного або декількох видів препаратів, так само, як і плівкоутворювальних речовин і мікроелементів [1].

Залежно від методу обробки насіння, аерозолі мають таку класифікацію [5]:

за агрегатним станом дисперсної фази:

- смог – система змішаного типу, що являє собою поєднання туману, диму та інших твердих завислих часток;

- пил – частки подрібнених твердих тіл, утворені в результаті процесів диспергування;

- дим – дисперсна система, що складається з часток твердих тіл, які перебувають у газах у зваженому стані й утворені в результаті процесів горіння;

- туман – дисперсна система (аерозоль), що складається з крапель рідини, які перебувають у зваженому стані в газах;

за дисперсністю:

- ультрадисперсні аерозолі (наночастинки) – це дисперсні системи з розмірами частинок менше 0,01 мкм;

- високодисперсні аерозолі (ВДА) - дисперсні системи з розмірністю частинок у діапазоні 0,01 - 0,1 мкм;
- середньодисперсні аерозолі – дисперсні системи з розмірністю частинок у діапазоні 0,1 - 10 мкм;
- грубодисперсні аерозолі – дисперсні системи з розмірністю частинок понад 10 мкм.

за методами отримання:

- диспергаційні – методи механічного руйнування твердих або рідких тіл;
- конденсаційні – утворення нової фази в результаті створення перенасиченого стану речовини в рідкому або газовому середовищі.

Зовсім нещодавно з'явилася можливість у створенні нового покоління приладів для вивчення ультрадисперсних аерозолів, у результаті цього було утворено новий клас наночастинок.

Властивості аерозолів формуються:

- масовою і частковою концентрацією гарячого туману;
- природою речовин дисперсійного середовища і дисперсної фази;
- формою первинних (неагрегованих) частинок;
- розміром частинок і розподілом частинок за розмірами; - структурою гарячого туману.

Під час розпилення речовин, вибухів і дроблення, у процесах перенасичення парів води, конденсації під час охолодження та органічних рідин утворюються аерозолі [1].

Аерозолі можна також отримати ще різними методами: з грубодисперсних систем (диспергаційні методи) і з істинних розчинів (конденсаційні методи).

Конденсаційний метод.

Цей метод полягає в утворенні нової фази в гомогенній системі. Наявність пересиченої пари є головною умовою утворення фази, її конденсація є джерелом виникнення дисперсних частинок.

Скупчення пересиченої пари можливе у випадках:

- при змішуванні газів і парів, що мають різні температури (виникнення атмосферних туманів);
- при адіабатичному розширенні рідин і газів (виникнення хмари);
- при різкому зниженні температури газової суміші.

Диспергаційний метод.

Під час подрібнення твердих тіл у газовому середовищі, рідких тіл і під час переходу порошкоподібних речовин у завислий стан під дією повітряних потоків відбувається утворення диспергаційних аерозолів.

Розпилення твердих тіл впливає в стадії розпилення і стадії подрібнення.

Способи розпилення рідин поділяють на відцентрове розпилення, аеродинамічне (або пневматичне) розпилення та гідродинамічне (або гідравлічне) розпилення [6].

За рахунок випаровування відбувається перехід речовини в стан гарячого туману. Аерозолі, порівняно з іншими дисперсними системами (емульсій, суспензій), неможливо приготувати заздалегідь. Для отримання порошкоподібних і рідких аерозолів у побутових умовах застосовують пристрій, званий "аерозольною упаковкою", речовину упаковують під тиском і розпилюють за допомогою скраплених або стиснутих газів.

Один з основних методів дослідження руху аерозолів є метод псевдорідини, тобто дослідження за допомогою двох суцільних взаємопроникних середовищ: аерозольних частинок і газу. Для цього зазвичай використовують рівняння аеромеханіки частинок. Одним із окремих випадків у механіці аерозолів є поступальний рівномірний рух крапельок у вигляді частинок сферичної форми під дією певної постійної сили. У цьому випадку рівняння руху визначаються з відомих положень аеродинаміки. Розв'язуючи задачі, пов'язані з рухом аерозольних частинок у повітряному середовищі, роблять висновок, що температура повітря не змінюється, є постійною, газ не стискається, і розв'язок отримують на підставі рівнянь Нав'є-Стокса.

Тож тему транспортування гарячого туману в технічних пристроях передпосівного обробітку можна дослідити експериментально.

За рахунок інерційного осадження відбувається взаємодія частинок гарячого туману з насінням: аерозольні краплини, що мають порівняно з частинками повітря більшу значну вагу, під час зміни траєкторій ліній струму перед перешкодою створюють рух траєкторіями, що перетинають лінії струму, та осідають на перешкоді [9].

Крапля гарячого туману пересувається відповідно до ліній струму, без урахування інерційних ефектів і осідає не тільки під час перетину її траєкторії з поверхнею тіла, а й коли вона переходить лінію струму на інтервал її радіуса від поверхні тіла. На підставі вище сказаного встановлено, що результативність зачеплення, вища за нуль, може бути і в разі, коли відсутнє інерційне осадження.

Короткий аналіз засвідчив, що на сьогоднішній момент роботи в галузі теоретичного дослідження утворення гарячого туману практично відсутнє, його транспортування та взаємодії з матеріалом для обробітку стосовно технічних засобів для передпосівного обробітку. Відсутні математичні моделі, за допомогою яких визначають виникнення крапель гарячого туману різними розпилювачами, що описують рух аерозольного струменя до зустрічі з насінням та ступінь взаємодії з ним у технічних засобах передпосівного обробітку.

Вивчення щодо оптимізації параметрів роботи за рахунок удосконалення розпилювальних установок і характеристик камери обробки є перспективним напрямком для технічних засобів обробки насіння, що здійснюватиметься, якщо врахувати взаємодію крапель препарату з повітряним потоком і методи опису двофазних течій. У зв'язку з цим, необхідно вивчити теоретичні засади роботи розпилювачів і розглянути утворення монодисперсного гарячого туману, і необхідно провести представлення технологічного процесу.

Відомо, що нині вимоги до технічних засобів передпосівного обробітку вказують на одночасне виконання ними технологічних прийомів:

зnezаражування, покриття насіння мікроелементами та біопрепаратами, утворення захисної плівки на поверхні насіння.

Під час виробництва технічного засобу враховують не лише властивості насіння, а й процес розпилення крапельок гарячого туману, введення його в повітряний потік і пневмотранспортування, руху насіння, та, за потреби препарату для утворення оболонки. Якість обробки залежатиме від фізико-механічних властивостей робочого препарату, насіння, від конструктивно-технологічних параметрів усіх робочих органів, які беруть участь у цьому процесі [6].

Розв'язки цих рівнянь було отримано і проаналізовано в математичній фізиці. У результаті цього, дані розв'язків рівнянь аеромеханіки дисперсних систем до цих рівнянь із безрозмірними коефіцієнтами допускають розв'язання з обумовленістю від величини безрозмірних коефіцієнтів (числа Вебера Рейнольдса, Кнудсена, Стокса).

На підставі цього, щоб підібрати правильні параметри експериментальним шляхом дуже копітко, тому потрібно розробити математичні моделі: руху гарячого туману в камері транспортування та обробки; технологічного процесу утворення гарячого туману різними типами розпилювачів; покриття насіння гарячим туманом гуматів.

Моделі допоможуть зрозуміти, в якому напрямку потрібно буде вести наукові розробки. Також, потрібно буде правильно обумовити умови застосування пристрою для передпосівного обробітку гарячим туманом.

Для моделі технологічного процесу обробки насіння як початкові умови можна використати режими роботи та конструктивно-технологічні параметри розпилювальної системи - швидкість потоку гарячого туману, кількість робочої рідини, насіння, препарату, що подається, а граничні умови - конструктивно-технологічні параметри розподільної системи крапельок гарячого туману, насіння та препарату, конструктивні параметри камери обробки.

Висновки по розділу

Наразі під час обробки насіння сучасними протруювачами ефективність обробки становить близько 98 %, тобто частина насіння, яке пройшло через протруювач, не оброблене. Під час використання таких протруйників насіння значно зволожується, і таке насіння необхідно висівати протягом найкоротшого періоду часу, тобто можливе лише короткочасне зберігання такого насіння. Передпосівна обробка гарячим туманом гуматів являє собою перспективний напрямок у передпосівній обробці, що дає змогу знизити витрату енергії, трудовитрат і матеріалів.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ НАСІННЯ ГАРЯЧИМ ТУМАНОМ ГУМАТИВ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ефективність обробки гарячим туманом зерна залежить від часу впливу та рівномірності подачі. Рівномірність подачі здійснюється роботою дозувального пристрою і рухом зерна похилою полицею [2].

У процесі руху насіння в камері обробки відбувається неодноразово повторюваний процес руху насіння зернових культур похилою полицею, вільного польоту насіння, пружного удару насіння об наступну похилу полицю і подальшого руху насіння похилою площиною полиці. Під час цього руху ймовірно прискорення насіння, особливо в нижній частині камери оброблення, внаслідок чого скорочуватиметься час оброблення насіння гарячим туманом і знижуватиметься його ефективність. Крім цього, у процесі руху насіння можливе виникнення поперечних хвиль, що можливо призводитиме до нерівномірності подачі насіння [2].

Для здійснення рівномірності руху насіння похилими полицями камери обробки розглянемо кілька основних етапів руху насіння: рух насіння похилою полицею; рух насіння у вільному падінні; пружний удар насіння об похилу полицю [2].

Пристрій передпосівного обробітку насіння гарячим туманом являє собою камеру обробки, що містить похилі полиці, розташовані в ній під певним кутом, і генератор гарячого туману марки VF-150. Генератор гарячого туману складається з камери згоряння 1, усередині якої розміщено камеру обробки 2 з форсункою та свічкою запалювання. Подача повітря в камеру обробки здійснюється каналами, які здійснюють підігрів повітря. У результаті згоряння палива зростає величина газової суміші, яка переходить у жарову трубу 3. Внаслідок того, що стінки жарової труби генератора омиваються, повітря

нагрівається і переходить у вихідне сопло 6. Наприкінці жарової труби стоїть диспергувальний пристрій 4, він є ежектором із конічними стінками. Конічні стінки та стінки жарової труби утворюють ще одну трубчасту камеру для теплообміну рідини з топковими газами [2].

Розпилювачі 5 знаходяться в диспергувальному пристрої, вони розміщені по спіралі і мають певний кут для виникнення завихрень потоку топкових газів. У результаті нагрівання робочої рідини виникають оптимальні умови для диспергування (утворення гарячого туману). Унаслідок різниці температур гарячого туману та оброблюваної поверхні насіння відбувається фазовий перехід і конденсація гарячого туману гумату, що позитивно впливає на адгезію розчину з оброблюваної поверхні насіння. Висока адгезія розчину гуматів з поверхнею насіння сприяє утворенню плівки гуматів на поверхні насіння [2].

Умови появи гарячого туману і його дисперсність залежать від таких чинників: теплові втрати в навколишнє середовище; температури розчину гуматів; кількість теплоти, що виділяється під час згоряння палива.

Загальний вигляд генератора гарячого туману представлено на рисунку 1. Під час досліджень визначався розподіл робочих температур у хмарі гарячого туману. Також у процесі дослідження встановлювався нагрів поверхні насіння для визначення умов появи плівок конденсату. Внаслідок високої вологості гарячого туману та різниці температур оброблюваного насіння і гарячого туману виникають умови для появи точки роси. У результаті, аналізуючи нагрівання оброблюваного насіння до і після обробки за зростанням температури, ми можемо бачити, на яких ділянках оброблюваної поверхні насіння вийшла міцна плівка з гарячого туману гумату [2].

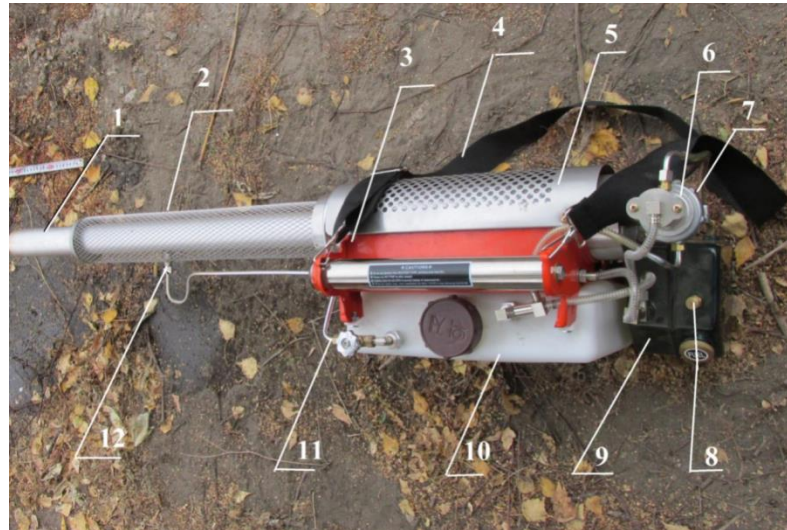


Рис. 2.1. Загальний вигляд генератора гарячого туману: 1 – внутрішня труба охолодження; 2 – захисна сітка; 3 – металева рама; 4 – плечовий ремінь; 5 – кришка корпусу; 6 – випускний отвір; 7 – насос; 8 – повітряний клапан; 9 – паливний резервуар; 10 – резервуар для дезинфікуючого розчину; 11 – кульовий клапан; 12 – пристрій, для диспергування [2].

Що більшим є нагрівання оброблюваної поверхні насіння, то значнішою буде товщина плівки гумату. Загальний вигляд пристрою для обробки насіння гарячим туманом, представлений на рис. 2.2.

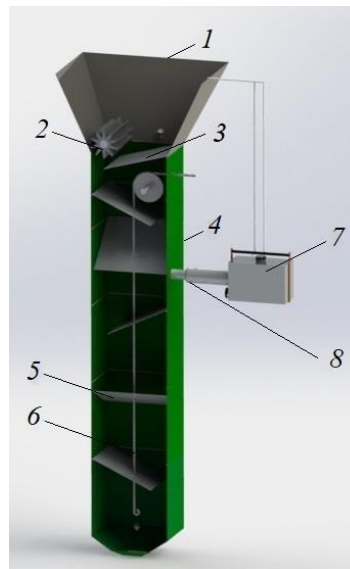


Рис. 2.2. Схема пристрою для обробки насіння гарячим туманом: 1 – бункер для насіння; 2 – дозувальний апарат із приводним ребристим валиком; 3 – рухоме днище; 4 – камера обробки; 5 – похилі полиці; 6 – тросово-барабанний механізм; 7 – аерозольний генератор; 8 – сопло [2].

Пристрій встановлюється під бункером. Під час вивантаження насіння з бункера починає працювати генератор гарячого туману, під час зсипання насіння похилими полицями здійснюється обробка гарячим туманом гуматів температурою 50...60°C, внаслідок різниці температур холоднішого насіння температури до 30°C відбувається фазовий перехід гарячого туману в рідину на поверхні насіння, в результаті чого утворюється тонка рівномірна плівка на поверхні зерна. У результаті багаторазового контакту пари з насінням під час пересипання насіння з полиці на полицю ефективність обробки зростає. Так само при високій температурі пари здійснюється теплова обробка насіння, яка викликає активацію фізіологічних процесів насіння і сприяє подальшому випаровуванню води з поверхні насіння, що знижує зволоження під час обробки.

Теоретичними дослідженнями встановлено, що швидкість руху насіння по полиці залежатиме від кута нахилу полиці та початкового положення зерна на полиці в момент початку руху.

Для аналізу процесу руху насіння полицею було розроблено лабораторну установку, представлену на рис. 2.3.



Рис. 2.3. Лабораторна установка для дослідження процесу руху насіння: 1 – вимірювальна діаграма; 2 – похила полиця; 3 – штатив; 4 – камери Nikon D5200.

Установка містить у собі штатив, на якому встановлено похилу металеву пластину, з якої виготовляють полиці (сталь - 0.8кп). Для отримання параметрів руху зерна, на задньому плані була встановлена вимірювальна діаграма. Пересування насіння знімали за допомогою камери Nikon D5200.

Процес руху зерна знімали в режимі найкращої якості з подальшою розшифровкою отриманих зображень за допомогою програми для професійної обробки відео "Vegas Pro 13.0". Калібрування камери проводили за допомогою пристрою, який має рухоме тіло з постійною швидкістю 1м/с, 1.5м/с і 2 м/с [8]. Точність отриманих даних розраховували за допомогою критерію Фішера. Кут нахилу пластини регулюють за допомогою кутоміра марки "КУТОМІР МАЯТНИКОВИЙ тип ЗУРІ-М", загальний вигляд кутоміра наведено на рис.2.4.



Рис. 2.4. Загальний вигляд кутоміра

Для уникнення впливу випадкових чинників на процес пересування насіння, насіння зсипали на металеву похилу пластину й утримували іншою пластиною на необхідному рівні (початкове положення) [4]. Далі різко

прибирали пластину і фіксували рух насіння. Початкова швидкість насіння в експерименті була відсутня внаслідок різкого підняття пластини вгору.

Аналіз траєкторії руху зерна в польоті дозволив визначити напрямок руху зерна і швидкість у момент зіткнення з полицею, що дає змогу оцінити подальший рух зерна. Аналіз запропонованих моделей показав, що кінцева швидкість зерна під час руху в камері обробки являє собою кілька повторюваних циклів: рух похилою полицею, падіння, відскоки і подальший рух похилою полицею. При цьому залежно від кута нахилу полиць рух може бути прискореним у разі, коли кут нахилу полиці великий, рівномірним у разі змінних кутів нахилу полиць, а також може призводити до зупинки руху зерна за малих кутів нахилу та невеликих відстаней між полицями.

Для обґрунтування режимів і параметрів робіт пристрою для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом було проведено лабораторні дослідження процесів руху зерна полицями. Під час дослідження руху зерна похилими полицями пристрою для обробки насіння гарячим туманом брали пробу зерна (наважку), яку одномоментно подавали на верхню похилу полицю, а потім фіксували час сходження перших і останніх зерен із пристрою [8].

Дослід повторювався в трикратній повторності. Під час експерименту варіювалася маса наважки зерна і кут нахилу полиць.

Під час проведення експерименту слід брати початкову масу наважки не менше 100 г. У процесі експерименту слід уточнити зміни швидкості зерна по похилих полицях залежно від розташування полиць.

За наявності значної різниці швидкості зерна, слід зменшити кут нахилу полиць у нижній частині камери обробки, для зменшення швидкості зерна та зменшення його пошкодження пристрій для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом повинен мати можливість зміни кута нахилу полиць як у цілому, так і окремо. Схема механізму регулювання полиць наведена на рис. 2.5.

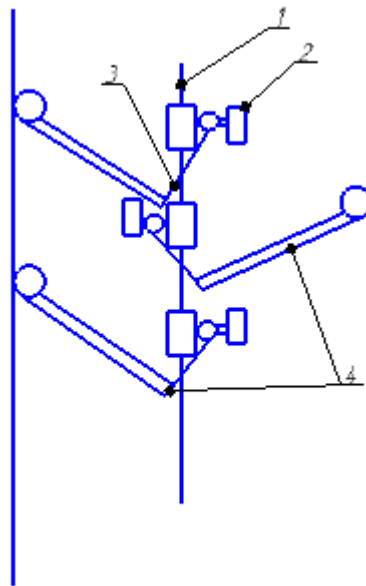


Рис. 2.5. Схема механізму регулювання полиць: 1 – трос; 2 – затискач; 3 – поводок; 4 – похилі полиці.

З метою визначення ефективного способу передпосівного обробітку насіння гуміновими препаратами за впливом на його посівні якості було проведено експериментальні дослідження.

Об'єктами лабораторних досліджень було насіння ячменю ярого сортів: Володимир, Маргрет, гібридної лінії Anabellx Ельф, Зазерський 85.

На фоні контрольного варіанта застосовували два гумінові препарати: Екорост і Агроверм (табл. 1.1). Препарати застосовувалися як з використанням традиційного напівсухого методу, так і за допомогою розробленого обладнання для обробки насіння гарячим туманом.

Гумінові препарати мали різні показники за вмістом гумінових речовин і кислотності, дози бралися з урахуванням рекомендацій виробників.

Також використовувалася обробка насіння гарячим туманом.

Пророщування насіння в лабораторних умовах здійснювалося згідно з ДСТУ. Дані лабораторних досліджень піддавалися математичній обробці з

використанням комп'ютерної програми Agcstat, Пристрій для обробки насіння гарячим туманом, представлений на рис. 2.2 [5].

Таблиця 2.1 – Схема лабораторного дослідження

Варіант Показник	Контроль	Екорост	Агроверм	Пар (вода)	Екорост(пар)	Агроверм(пар)
Кислотність рН сол., од. рН	-	8,2	8,6	-	8,2	8,6
Вміст гумінових кислот, г/л /	-	30	14	-	30	14
Дози гумінових препаратів в розрахунок на 1т насіння, мл /		220	220		220	220

У процесі роботи пристрою для обробки насіння гарячим туманом, насіння з бункера потрапляє в простір між ребристим валиком і рухомим днищем. Дозоване насіння надходить у камеру обробки, де рухається похилими полицями, утворюючи спадний потік, тягнучи за собою теплий потік гарячого туману гумінових препаратів температурою 50...60°C, який подається генератором гарячого туману через сопло. Під час руху зерна в камері для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом, зерно під дією сили тяжіння багаторазово пересипається з однієї похилої полиці на іншу, проводячи деякий час у вільному польоті. Завдяки такій схемі подачі насіння, багаторазовому його перемішуванню та контакту з гарячим туманом гуматів під час пересипання з полиці на полицю, ефективність обробки зростає. Унаслідок різниці температур холодного насіння $\approx 12^\circ\text{C}$ і гарячого туману понад 50°C відбувається фазовий перехід гарячого туману в рідину, що сприяє утворенню на поверхні насіння тонкої плівки гумінових препаратів. Висока температура гарячого туману забезпечує теплову обробку насіння та сприяє активації фізіологічних процесів зерна.

У зв'язку з тим, що ефективність обробки насіння гарячим туманом розчином гумінових препаратів залежить від інтенсивності теплообмінних процесів, які відбуваються в камері обробки, нами оцінювалися час обробки і температура гарячого туману робочого розчину гумінових препаратів.

Якість обробки насіння гарячим туманом розчину гумінових препаратів визначали шляхом дослідження температури та вологості зерна на виході з камери обробки. Для контролю температури зерна та гарячого туману гумінових препаратів застосовувався тепловізор марки RGKTL-80.

Обробка насіння гарячим туманом гуматів проводилася в господарстві Житомирського району. Пристрій для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом було змонтовано на току. Подача насіння здійснювалася за допомогою транспортера. Зерно сорту "Біос -1" подавалося зверху камери обробки пристрою.

На 1/3 висоти камери обробки було встановлено генератор гарячого туману марки ВF-150, який здійснював подачу гарячого туману гуматів.

Оброблене зерно відвантажується за допомогою транспортера.

На підставі отриманих раціональних параметрів пристрою, кутів нахилу полиць, здійснювався експеримент із вивчення потоку гарячого туману гуматів усередині камери обробки, пристрій, крім вологотермічної обробки насіння, здійснює ще й підсушування [5]. У процесі досліджень вивчали швидкість потоків, суміш гарячого туману й атмосферного повітря в нижній, середній і верхній частині камери обробки.

У процесі досліджень так само вимірювали вологість і температуру суміші гарячого туману і повітря на різних ділянках камери обробки пристрою для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом.

Повторність дослідів проводилася триразово. Продуктивність подачі насіння і температура гарячого туману були обґрунтовані під час лабораторних досліджень.

Запропоновані раціональні параметри і режими робіт пристрою остаточно визначалися з урахуванням кліматичних умов і властивостей зерна в момент обробки.

На виході з камери обробки як критерій оптимізації нами вивчалися вологість зерна і температура.

Також у процесі експериментів визначали витрати палива, гуматів, електроенергії на привід транспортерів, а також продуктивність пристрою по зерну.

Виходячи з цього, пристрій для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом може працювати в автономному режимі, тому було виконано хронометражну операцію з обслуговування та запуску пристрою, для уточнення праці витрат під час її експлуатації.

Облік врожаю і збирання є однією з найвідповідальніших робіт при проведенні досліду. Для обліку виняткової точності вимагає необхідність робити перерахунок урожайних даних з маленьких площ на більші площі або за часткою врожаю. Слід зазначити, що зчитаний урожай, який обліковують, має бути нічим не порушеним і бути наслідком того прийому, який здійснювався на ділянці [23, 91].

Пошкодження хворобами та шкідниками, огріхи під час сівби й обробітку ґрунту, потрави, градобоїття - все це може спричинити порушення нормального розвитку рослин.

Тому, перед збиранням досліду, на дослідній ділянці роблять підготовчі роботи, до яких входять [2, 3]:

- прибирання захисних смуг;
- невраховані ділянки;
- точне обмеження облікових площ ділянок;
- визначення виключок, бракувань, які непридатні до обліку ділянок.

З ділянок прибирають захисні смуги, як поздовжні, так і кінцеві за 1...2 дні до початку обліку врожаю. Урожай із цих ділянок вивозиться за межі ділянки.

До виключок належать ті частини облікованої площі ділянки, які були виключені з обліку внаслідок різних пошкоджень. До вибракування відносять площі ділянок, що знаходяться в блюдцях, у пониженнях та в інших місцях з вираженою неоднорідністю ґрунтового покриву.

Можливо вибракована й уся облікова ділянка, у тому разі якщо площа під пошкодженнями та виключками становить понад 20...25% від усієї площі ділянки.

Застосовують два методи обліку врожаю: прямий облік (метод суцільного обмолоту), у даному методі обліковують врожай з усієї площі кожної облікової ділянки з поправкою на виключки та зрідженість та непрямий облік, це коли врожай з облікової ділянки визначають пробами, частинами.

Методи пробного снопа, лінійного метра використовують для рослин суцільного посіву.

Механізоване збирання врожаю дає змогу проводити швидке збирання в оптимальні строки та отримувати одразу показники врожаю зернових культур. При збиранні комбайном площа дослідної ділянки має бути не менше 100 м². Дослідні ділянки мають бути видовженими з шириною, яка перевищує ширину захвату комбайна, для того щоб під час збирання комбайн не міг захопити сусідню ділянку.

Намолочуване зерно з кожної облікової ділянки збирають у мішки, і всередину вкладають етикетку; дублікат етикетки прив'язують до мішка зовні. Урожай зерна зважують на полі. З кожної облікованої ділянки відбирають пробу зерна вагою 0,5 кг для того, щоб визначити вологість і кількість сухого зерна.

Висновки по розділу

З метою визначення найефективнішого способу передпосівного обробітку насіння гуміновими препаратами за впливом на його посівні якості було розроблено методику експериментальних досліджень. Препарати застосовували як із використанням традиційного напівсухого методу, так і за допомогою розробленого обладнання для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження руху швидкості зерна проводилися на кафедрі агроінженерії та сервісу технічних систем Поліського національного університету. Як матеріал дослідження використовувалося зерно ячменю сорту "Біос -1", вологість становила 13% [3].

Початкові випробування матеріалу похилих полиць показали, що полиці зі сталі марки 0,8кп є переважними, тому що у них стабільні показники, мають стійкість до корозії, не стираються [3].

На підставі отриманих експериментальних даних було побудовано емпіричну залежність:

$$v_3 = -1,0187 + 0,0842 \cdot \beta + 0,5015 \cdot x_0 - 0,0008 \cdot \beta^2 - 0,0787 \cdot \beta \cdot x_0 + 0,6428 \cdot x_0^2 \quad (3.1)$$

де v_3 – швидкість зерна під час руху полицею, м/с;

β – кут нахилу полиць, град.;

x_0 – початкове положення зерна, м.

Адекватність цієї моделі дослідними даними становила – 0,888.

На підставі отриманої залежності побудуємо графік, наведений на рис. 1. При зміні кута нахилу полиці від 25 до 40 град. Кінцева швидкість зерна на полиці змінюється в діапазоні від 0,5 до 0,8 м/с. Збіжність теоретичних досліджень із дослідними даними склала 96,4%. Дослідження дослідних даних дало змогу визначити, що на відміну від кута нахилу полиці початкове положення зерна на полиці чинить менший вплив на швидкість руху насіння, на підставі цього для регулювання оптимальної швидкості руху зерна в камері оброблення необхідно передбачити зміну кута нахилу полиць, довжину полиць [3].

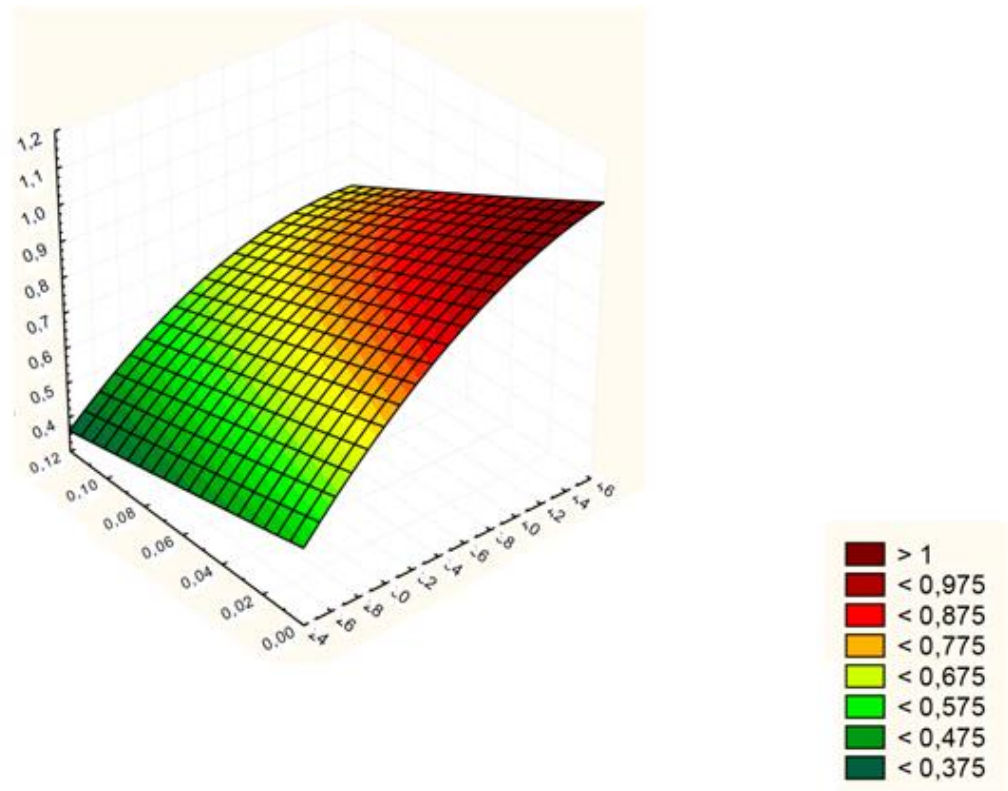


Рис. 3.1. Залежність швидкості зерна по полиці від початкового положення зерна та кута нахилу полиці

Також були проведені дослідження з дослідження параметрів руху зерна в камері обробки, які враховували рух зерна по похилих полицях, політ зерна з полиці на полицю, пружний удар об похилу полицю. Таким чином, нами було отримано дані щодо загальної швидкості зерна в камері обробки та час обробки зерна. Дані параметри дають змогу уточнити продуктивність пристрою для обробки зерна гарячим туманом і уточнити витрату гарячого туману на обробку [3].

На основі експериментальних даних було отримано рівняння регресії, що описує залежність середньої швидкості зерна в камері обробки від кількості полиць та їхнього кута нахилу:

$$v_{з.к} = 1,7513 - 0,0502 \cdot \beta - 0,1316 \cdot n + 0,0006 \cdot \beta^2 + 0,0028 \cdot \beta \cdot n + 0,0008 \cdot n^2 \quad (3.2)$$

де $v_{з.к}$ – середня швидкість зерна в камері обробки, м/с;

n – кількість полиць, шт.

Адекватність отриманої моделі характеризується коефіцієнтом детермінації – 0,071, коефіцієнтом кореляції – 0,84. За даними рівняння отримано поверхню відгуку, представлену на рис. 2 [3].

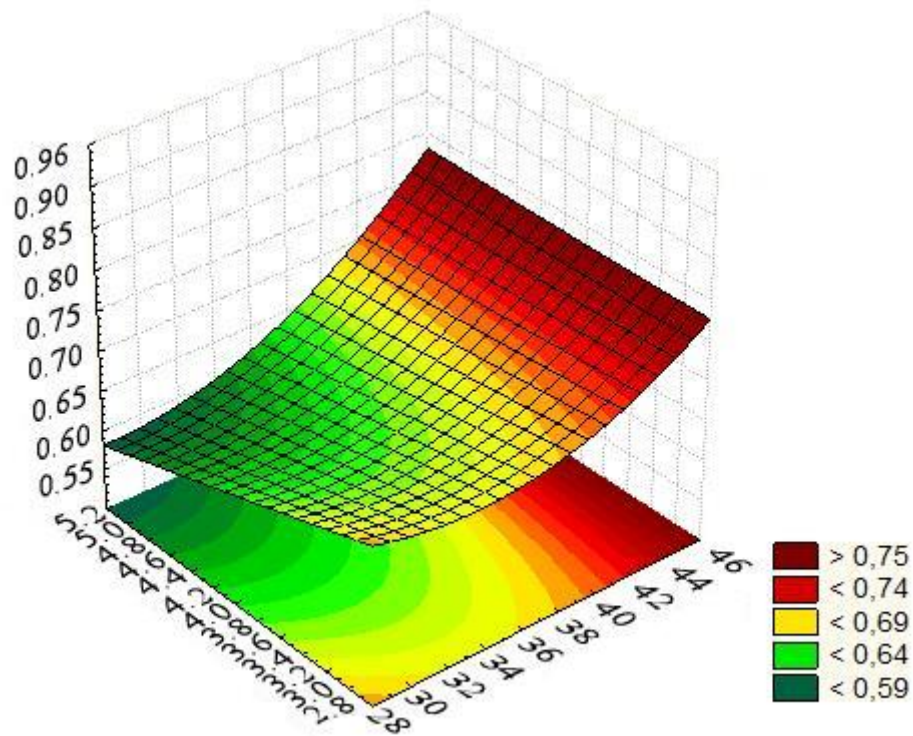


Рис. 3.2. Залежність середньої швидкості зерна в камері обробки від кількості полиць та їхнього кута нахилу

Аналізуючи швидкість руху зерен у камері обробки, встановлено, що мінімальна швидкість спостерігається за кількості полиць 5 і кутів нахилу полиць 30-32°. Середня швидкість руху зерна в камері обробки становить $v_{з,ср} = 0,5693$ м/с за вказаних параметрів [3].

Аналогічно було отримано рівняння регресії залежності часу обробки від кількості полиць і кута нахилу полиць (3), за яким було побудовано поверхню відгуку, що представлена на рис. 3.

$$\tau_3 = -1,9448 + 0,1543 \cdot \beta + 0,875 \cdot n - 0,0018 \cdot \beta^2 - 0,0112 \cdot \beta \cdot n - 0,0461 \cdot n^2 \quad (3.3)$$

де τ_3 – час обробки зерна, с.

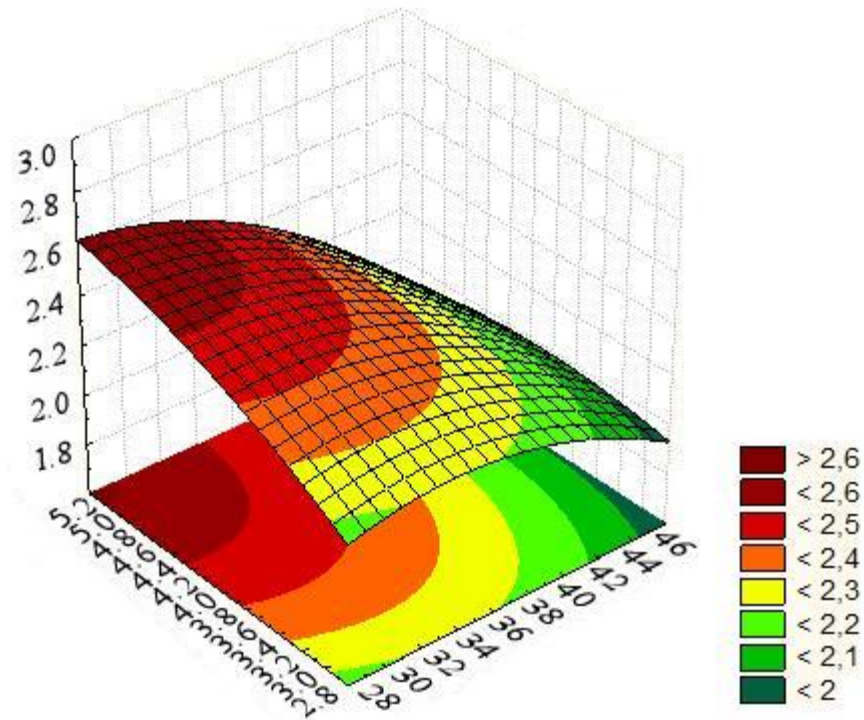


Рис. 3.3. Залежність часу обробки зерна, кількості полиць і кута нахилу полиць

Аналізуючи отримані залежності, нами було уточнено раціональні параметри камери обробітку, в якій необхідно встановити 5 полиць із кутом нахилу полиць 32° . Цим параметрам відповідає швидкість руху зерна в камері оброблення та середній час оброблення $\tau_{з,ср} = 2,5822$ с [3].

Результати дослідження з визначення ефективності способів передпосівного обробітку насіння гуміновими препаратами за впливом на його посівні якості проводилися за температури атмосферного повітря близько $+120\text{C}$, вологість повітря становила близько 62%, зерно мало початкову температуру $+120\text{C}$. Пристрій передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів працював із продуктивністю 10 т/год, витрата пального генератора гарячого туману становила 0,03 л/хв, дозування водного розчину гумінових препаратів здійснювалося зміною подачі розчину у форсунку. Під час проведення контрольних вимірювань температури зерна тепловізором RGKTL-80 встановлено, що температура зерна після обробки становила 13-15 $^\circ\text{C}$ [3].

Отримані результати свідчать, що загалом обробка насіння гуматами сприяла підвищенню посівних якостей незалежно від способу обробки насіння. Відзначено тенденцію сортової чуйності на обробку насіння гуміновими препаратами. Проте найвищі показники були відзначені за використання гарячого туману гумату Екорост. Застосування обробки насіння ячменю гарячим туманом Екороста дало змогу підвищити енергію проростання та схожість сорту Зазерський 85 відносно контролю на 15,2% і 9,1%; сорту Володимир – 12,0% і 6,5%, сорту Маргрет – 5,6% і 6,5%, гібридної лінії Anabellx Ельф – 3,3% і 4,2% відповідно. Дещо поступалася йому обробка насіння гарячим туманом гуматів Агроверм, що можна пояснити нижчим вмістом гумінових кислот у препараті (Екорост – 30 г/л, Агроверм – 12 г/л) [3].

Порівняльний аналіз ефективності застосування гумінових препаратів під час передпосівного обробітку насіння тест-культури гарячим туманом і традиційним напівсухим методом показав, що використання розробленого обладнання дало змогу підвищити ефективність передпосівного обробітку насіння. Застосування гумату Екорост у формі гарячого туману в середньому по сортах ячменю ярого дало змогу підвищити енергію проростання насіння відносно традиційного способу на 2,9 %, схожість -2,4 %; застосування гарячого туману гумату Агроверм – 2,7 % і 2,2 % відповідно [3].

Під час аналізу встановлено, що на всіх варіантах досліду, крім обробки насіння водяною парою, отримані дані статистично значуще перевершували контроль. Спостереження показали, що за варіантами досліду спостерігається різна динаміка темпів проростання насіння [3].

Результати досліджень так само показують, що використання гумінових препаратів у формі парів гарячого туману посилює їхню біологічну активність, що проявляється у збільшенні сили росту та біометричних показників проростків. Сира маса ста проростків на варіантах із застосуванням пари гумінових препаратів істотно перевершувала як контроль, так і варіанти з використанням гуматів у традиційному способі обробки насіння [3].

Даний ефект дуже важливий при вирощуванні сільськогосподарських культур, особливо, за екстремальних умов у весняний період, оскільки забезпечує інтенсивний розвиток сходів рослин після посіву.

Проведення передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гумінових препаратів сприяє інтенсивному накопиченню маси паростків і покращує інтенсивність і спрямованість обміну речовин [3].

Посилення процесів розвитку на ранніх етапах вегетації має вирішальний вплив на подальші стадії розвитку рослин [3].

Таким чином, аналіз результатів експериментальних досліджень засвідчив, що проростання насіння тест-культури свідчить про ефективність використання способу передпосівного обробітку насіння гарячим туманом і розроблюваного обладнання [3].

Під час проведення лабораторних досліджень встановлено, що обробки насіння ячменю ярого гуміновими препаратами мають позитивний ефект як на посівні, так і на врожайні якості насіннєвого матеріалу. Найкращий результат було отримано за обробки насіннєвого матеріалу з низькими посівними якостями, які отримують за збирання насіннєвих ділянок у роки з несприятливими умовами: дефіциті тепла, рясними опадами, а також за порушення технологій збирання та підготовки насіння [3].

Застосування розробленого пристрою для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом дає змогу знизити енергетичні витрати на перемішування насіння в процесі обробки та збільшити ефективність обробки за рахунок використання дрібнодисперсного гарячого туману гумінових препаратів. Крім того, пристрій має високу надійність через невелику кількість рухомих деталей [3].

Під час проведення лабораторних досліджень було встановлено, що застосування розробленого пристрою дало змогу активізувати продукційні процеси тест-культури на ранніх фазах онтогенезу: підвищилися посівні та врожайні якості насіння, збереженість рослин.

Пристрій для передпосівного обробітку насіння гуматами було виготовлено на току. За допомогою транспортера здійснювалася подача насіння. Ячмінь сорту "Біос -1" зверху камери обробки пристрою, яка зображена на рис. 3.4.

Оброблене насіння зсипали на тік, а далі відвантажували за допомогою транспортера в завантажувач ЗСК-10 на базі автомобіля ЗІЛ-432932.

На підставі отриманих у результаті лабораторних досліджень раціональних параметрів пристрою, проводили експеримент із дослідження потоку гарячого туману гуматів усередині камери обробки.

Через те, що в пристрій надходить не тільки гарячий туман гуматів і атмосферне повітря, а й зерно, у процесі досліджень вивчали швидкості потоків, температуру суміші гарячого туману та атмосферного повітря в нижній і верхній частині камери обробітку. Швидкість і температура гарячого туману гуматів визначалися за допомогою термоанометра марки ІСП-МГ4.



Рис. 3.4. Загальний вигляд пристрою для обробки насіння гарячим туманом.

Продуктивність подачі насіння і температура гарячого туману були виправдані в момент теоретичних і лабораторних досліджень. З урахуванням кліматичних умов і властивостей насіння під час обробки остаточно встановлювалися запропоновані раціональні параметри та порядок робіт пристрою. Беручи до уваги, що пристрій може працювати в автономному режимі, було зроблено хронометраж операцій з обслуговування та запуску пристрою для оцінки витрат праці під час її експлуатації.

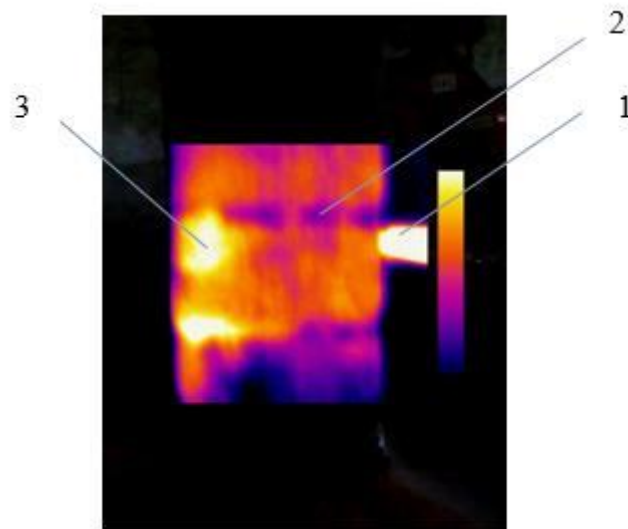


Рис. 3.5. Термограма камери пристрою для обробки насіння гарячим туманом, отримана тепловізором RGKTL-80: 1 – сопло генератора гарячого туману; 2 – розташування полиць у камері обробки; 3 – зона найбільшого нагрівання камери обробки.

Температура навколишнього повітря на момент випробувань становила 12 0С, початкова температура зерна 12 °С, вологість повітря становила 62%.

Продуктивність пристрою по зерну становила 10 т/год, подача палива змінювалася від 0,03-0,04 л/хв, витрата розчину гуматів змінювалася від 0,04-0,06 л/хв, співвідношення води і гумату "Екорост" у розчині становило 1:10.

Нами були прийняті за критерій оптимізації швидкості гарячого туману гуматів і температури на виході з камери обробки.

Також нами за допомогою тепловізора було встановлено температуру насіння після обробки, яка становила 13...15 °С залежно від режимів роботи генератора гарячого туману.

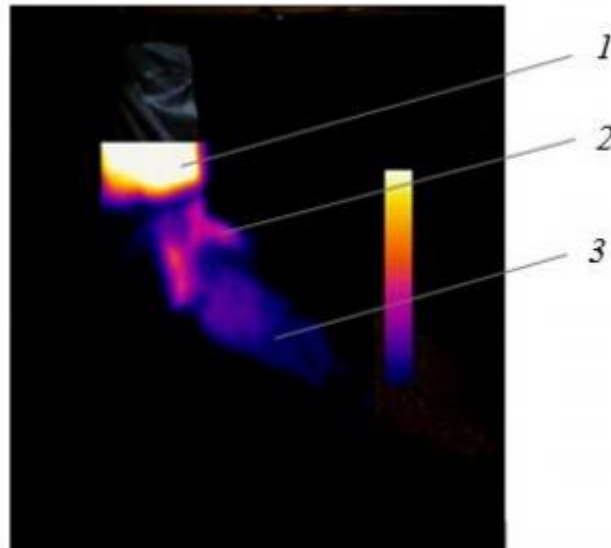


Рис. 3.6. Термограма виходу зерна з камери обробки пристрою для обробки насіння гарячим туманом, отримана тепловізором RGKTL-80: 1 – камера обробки; 2 – вихід гарячого туману з камери обробки; 3 – вихід зерна з камери обробки.

У результаті отриманих даних у програмі STATISTICA_8 було розраховано рівняння регресії для температури гарячого туману гуматів, причому коефіцієнт детермінації – 0,98, а коефіцієнт кореляції – 0,990:

$$T_{н.с} = 81,7824 - 1682,8 \cdot Q_m - 1505,2778 \cdot Q_2 + 22222,2222 \cdot Q_m^2 + 5833,3333 \cdot Q_m \cdot Q_2 + 11555,5556 \cdot Q_2^2 \quad (3.4)$$

де $T_{н.с}$ – температура нагріву насіння на виході з камери обробки, °С;

Q_m – витрата палива (бензину), л/хв;

Q_2 – витрата гуматів, л/хв.

Так само було зображено графік залежності температури нагріву насіння на виході з камери обробки від витрати гуматів і витрати палива (рис. 3.7). Значимість коефіцієнтів рівняння регресії показує, що витрата розчину гуматів у

вигляді гарячого туману має більш важливу значущість, як порівняти з витратою палива. На графіку температури гарячого туману видно, що раціональне значення витрати розчину гуматів становить близько 0,058 л/хв, за витрати палива 0,03 л/хв. Раціональні значення параметрів, які було отримано, відповідатимуть умовам навколишнього середовища.

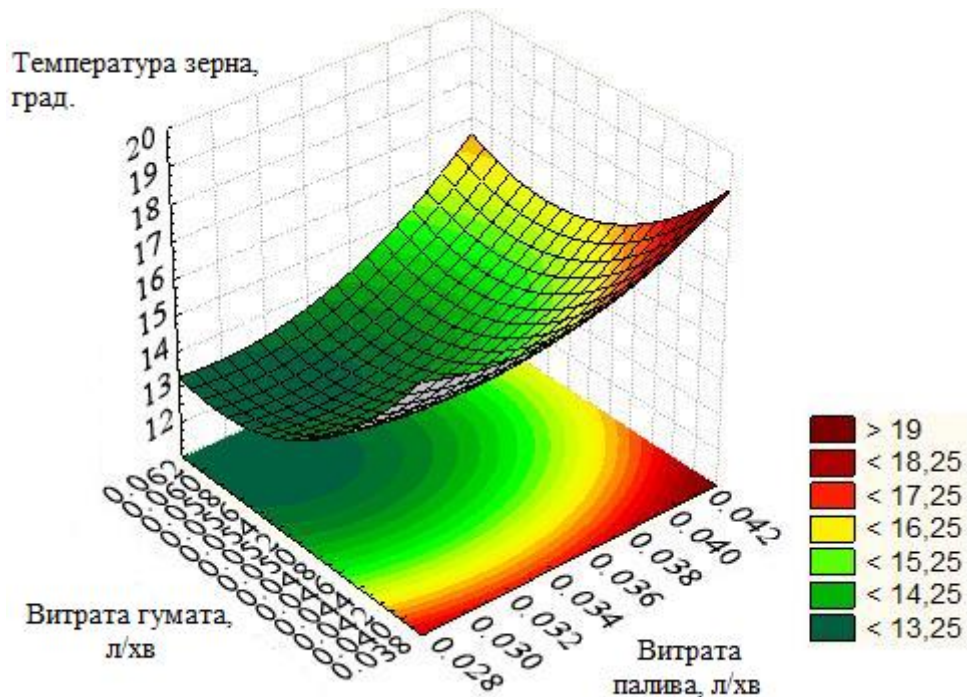


Рис. 3.7. Графік залежності температури нагріву насіння на виході з камери обробки від витрати гуматів і витрати палива

Адекватність побудованої моделі становить коефіцієнт кореляції – 0,796, а коефіцієнт детермінації – 0,877.

Аналіз графіка залежності показав, що значення витрати розчину гуматів становить приблизно 0,058 л/хв, за витрати палива 0,032 л/хв. Своєю чергою встановлено, що витрата розчину гуматів має вищу значущість порівняно з витратою палива.

Зіставивши результати експериментів, можна зробити висновок, що температура насіння більшою мірою залежить від витрати розчину гуматів.

Зазначено, що для даних умов досліджень раціональні значення витрати розчину гуматів становлять від 0,058 до 0,06 л/хв, за витрати палива 0,032 л/хв,

на основі цього температура поверхні обробленого насіння збільшується на 1-3 °С, до температури 13-15 °С.

Пристрій для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів має такі технічні характеристики: продуктивність - 10 т/год; витрата робочої рідини - 0,18-0,67 л/хв; місткість бака для робочої рідини - 6 літрів; витрата пального – 1,3 л/год; місткість паливного бака – 1,5 літра; габарити установки - 2000×1600×500 мм; маса – 30 кг; ефективність обробки – 100%; генератор гарячого туману ВФ-150.

У рамках досліджень із застосування пристрою для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів було проведено польовий експеримент, у рамках якого було проведено висів насіння ячменю, обробленого пристроєм для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів та насіння ячменю, обробленого звичайним протруювачем із гуматом. Висів насіння проводився на полі площею 10 гектар (2 ділянки по 5 гектар). У рамках експерименту було встановлено, що насіння, яке пройшло обробку пристроєм для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматом, дало більш дружні сходи. Так само була проведена оцінка врожайності насіння, так середня врожайність насіння з ділянки поля, обробленого звичайним протруювачем з гуматом, становила 20 ц/га, а на ділянці поля, засіяній насінням, обробленим пристроєм для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматом, врожайність виявилася вищою на 13...14% і становила приблизно 22,7 ц/га.

Пристрій для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів може використовуватися у складі зерноочисних комплексів.

Додаткових заходів щодо забезпечення вибухобезпеки, пожежної та екологічної безпеки не потрібно.

Обробка насіння гарячим туманом гуматів підвищує енергію проростання насіння, що дає змогу отримати більш дружні та вирівняні сходи, а також сформувати необхідну густоту стояння рослин за коротший термін. Підвищення імунітету і зниження захворюваності рослин у 1,5-2 рази. Ефективність

застосування установки для передпосівного обробітку насіння безпосередньо залежатиме від збільшення врожайності культур. У нашому випадку врожайність збільшилася на 13-14 %, а за умови, що витрати на обробіток не значні та становлять менш як 1-2 % від усіх витрат, що припадають на висів і збирання, то дохід від застосування пристрою може збільшитися на ті ж 13 %.

Висновки по розділу

Порівняльний аналіз ефективності застосування гумінових препаратів під час передпосівного обробітку насіння тест-культури гарячим туманом і традиційним напівсухим методом показав, що використання розробленого обладнання дало змогу підвищити ефективність передпосівного обробітку насіння. Застосування обробки насіння ячменю гарячим туманом гуматів Екороста дало змогу підвищити енергію проростання та схожість сорту Вінницька 89 відносно контролю на 15,2 % та 9,1 %; сорту Володимир – 12,0 % та 6,5 %, сорту Маргрет – 5,6 % та 6,5 %, гібридної лінії Anabellx Ельф – 3,3 % та 4,2 % відповідно.

Раціональні значення параметрів, що були отримані, відповідатимуть умовам навколишнього середовища. Зіставивши результати експериментів, можна зробити висновок, що температура насіння більшою мірою залежить від витрати розчину гуматів. Зазначено, що для даних умов досліджень оптимальне значення витрати розчину гуматів становить 0,058 л/хв, за витрати палива 0,032 л/хв, на основі цього температура поверхні обробленого насіння збільшується на 1...3 °С, до температури 13...15 °С.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аерозольна обробка насіння являє собою перспективний напрямок передпосівної обробки. Пропонується пристрій для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів, що складається з камери обробки з похилими полицями та генератором гарячого туману марки ВF-150. У процесі зсіпання насіння по похилих полицях відбувається обробка гуматів у вигляді гарячого туману температурою 50-60 °С. Висока температура гарячого туману викликає активацію фізіологічних процесів насіння і сприяє подальшому випаровуванню води з поверхні насіння.

У результаті експерименту встановлено, що рівномірність розподілу гарячого туману по камері обробки становить від 87% до 94%. Аналіз нагріву насіння показав, що значення витрати розчину гуматів становить приблизно 0,058 л/хв, і витрата палива 0,032 л/хв за продуктивності по зерну 10 т/год. Дослідження розмірів і розподілу крапель гарячого туману показали, що кристали солі рівномірно розподіляються по оброблюваній поверхні - коефіцієнт варіації 7,3%, середній розмір кристалів становить 4,7 мкм, середній діаметр крапель гарячого туману становить близько 14 мкм.

Порівняльний аналіз застосування гуматів під час передпосівного обробітку насіння гарячим туманом із традиційним напівсухим методом засвідчив, що за використання розробленого пристрою з науково-обґрунтованими параметрами в Екороста підвищується схожість сорту Вінницька 89 відносно контролю на 15,2%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **Власюк С.В.** Аналіз пристроїв для передпосівного обробітку зерна. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь», 5 квітня 2023 року Житомир: Житомирський агротехнічний фаховий коледж, 2023. С. 177-180.
2. **Власюк С.В.,** Міненко С. В. Конструктивно-технологічна схема пристрою для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом гуматів. *Збірник тез доповідей XXIV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки"* (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ.. 2023.С. 93-96.
3. Міненко С. В, **Власюк С.В.** Результати дослідження швидкості зерна під час руху за похилим кутом полиці камери обробки пристрою для передпосівного обробітку насіння гарячим туманом. XII Міжнародна науково-технічна конференція «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» (02-20 жовтня 2023 р.). URL: <http://animal-conf.inf.ua/conf.html> (дата звернення 21.11.2023).
4. Bailey A., Chandler D., Grant W., Greaves J., Prince G., Tatchell M. *Biopesticides: Pest Management and Regulation*. CAB International, 2010. 239 p.
5. De Prado R., Jorrín J., García-Torres L. (eds.) *Weed and Crop Resistance to Herbicides*. Springer Science+Business Media Dordrecht, 1997. 340 pp.
6. Inderjit S. (ed.) *Invasive Plants: Ecological and Agricultural Aspects*. Birkhäuser Verlag, 2005. 286 p.
7. Jeschke P., Witschel M., Krämer W., Schirmer U. (eds.) *Modern Crop Protection Compounds*. 3 Volume Set. Third, Completely Revised and Enlarged Edition. Wiley-VCH, 2019. 1734 p.

8. Диченко О.Ю., Писаренко П.В., Кунах О.М., Жуков О.В. Просторова агроекологія як основа прогнозу чисельності шкідників. Навчальний посібник. Дніпропетровськ: ДНУ, 2015. 139 с.
9. Кириченко В.В., Петренкова В.П., Черняєва І.М. та ін. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів. Харків : Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, 2012. - 320 с.
10. Пшениця. Захист від посіву до збирання врожаю. Видання ТОВ "Байєр". 72 с.
11. Станкевич С.В., Забродіна І.В., Васильєва Ю.В. та ін. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 624 с.
12. Федоренко В.П. (ред.) Стратегія і тактика захисту рослин. Том 1. Стратегія. Монографія. Київ : Альфа-Стевія, 2012. 500 с.
13. Бублик Л.І., Васечко Г.І. та ін. Довідник із захисту рослин. Київ : Урожай, 1999. 744 с.
14. Пришляк В.М., Яропуд В.М., Ковальчук О.В., Бабин І.А. Конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2009. 72 с.
15. Стригун О.О. Особливості нормування інсектицидних протруйників насіння зернових культур. Карантин і захист рослин. 2013. № 4. С. 1-4.
16. Горбань Р. Вдале протруювання – просте рішення розкриття потенціалу культури. Агроном. 2013. №1. С. 102-103.