МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Єфіменко Мирослав Олегович

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування параметрів постійного магнітного поля для передпосівного обробітку зернових культур

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"
(шифр і назва спеціальності)

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

_____
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Савченко Л.Г.
кандидат історичних наук

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Єфіменко Мирослав Олегович. Обґрунтування параметрів постійного магнітного поля для передпосівного обробітку зернових культур. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В роботі встановлено, що подання насіння як об'єкта електрофізичних впливів з позицій фундаментальних понять термодинаміки дозволило виявити узагальнений потенціал (напруженість магнітного поля), узагальнену координату (електричний заряд), а також виявити основний параметр (питоме водопоглинання), що дозволяє підвищити ефективність передпосівного обробітку насіння в магнітному полі.

Проведений багатофакторний експеримент показав, що час відлежування після обробки насіння в магнітному полі, в межах 1-7 днів не впливає на водопоглинання насіння, що дозволяє регулювати час посіву в цих межах.

Встановлений час обробітку насіння (1...3 с) дозволяє розробляти малогабаритні компактні установки. Зовнішній магнітний вплив робить істотний вплив на поверхневі електричні потенціали насіння. При цьому з плином часу ці потенціали знижуються, практично, по лінійному закону.

Отримані емпіричні залежності, що характеризують зміну поверхневого біопотенциалу і водопоглинання в часі, дозволяють попередньо судити про життєздатність насіння.

Енергія проростання і схожість насіння озимої пшениці збільшуються при обробці його в магнітному полі в діапазоні напружень від 1,0 до 6,0 кА/м.

Ключові слова: магнітне поле, напруження, обробіток, питоме водопоглинання, електричний заряд, струм

ANNOTATION

Yefimenko Myroslav Olehovych. Substantiation of parameters of a constant magnetic field for pre-sowing cultivation of grain crops. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualification work for a master's degree in the specialty 141 "Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

It is established that the representation of seeds as an object of electrophysical influences from the standpoint of fundamental concepts of thermodynamics allowed to identify the generalized potential (magnetic field strength), generalized coordinate (electric charge), as well as to identify the main parameter (specific water absorption). seed treatment in a magnetic field.

The conducted multifactorial experiment showed that the aging time after seed treatment in a magnetic field, within 1-7 days does not affect the water absorption of seeds, which allows you to adjust the sowing time within these limits.

The set time of processing of seeds (1...3 with) allows to develop small-sized compact installations. External magnetic influence has a significant effect on the surface electric potentials of seeds. At the same time, over time, these potentials decrease, practically, by a linear law.

The obtained empirical dependences characterizing the change of surface biopotential and water absorption over time allow to judge the viability of seeds in advance.

The germination energy and germination of winter wheat seeds increase when it is processed in a magnetic field in the voltage range from 1.0 to 6.0 kA/m

Keywords: magnetic field, voltage, treatment, specific water absorption, electric charge, current

ЗМІСТ

ВСТУП……..……5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР…….……..9
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ……17
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ……..…….22
ВИСНОВКИ……..…….29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...……..30

ВСТУП

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур є головною умовою подальшого розвитку сільськогосподарського виробництва. З цією метою проводиться велика робота по вдосконаленню цілого ряду агротехнічних заходів. Основною ланкою в цьому ряду є проблема насінництва.

Насіння – носії біологічних і господарських властивостей рослин, у вирішальній мірі визначають якість і кількість одержуваного врожаю.

Сільськогосподарське виробництво пред'являє до насіння певні вимоги, встановлені державними стандартами.

Виробництво насіння включає ряд технологічних заходів: післязбиральне зберігання, передпосівна обробка, знезараження, посів. На кожній стадії виробництва і зберігання на насіння можливий негативний вплив природно-кліматичних і господарських факторів, які знижують їх якість.

При незадовільних умовах зберігання або вирощування, насіння втрачають природну схожість, заражаються хворобами, пошкоджуються комахами-шкідниками, травмуються при механічній обробці.

Фахівці сільськогосподарського виробництва та вчені постійно шукають способи і засоби для підвищення посівних якостей насіння.

В останні роки для інтенсифікації рослинництва в практику сільського господарства стали впроваджувати електротехнологічні методи впливу на рослини і насіння зернових і овочевих культур з метою їх стимуляції – прискорення росту, підвищення врожайності і поліпшення якості одержуваної продукції.

Відомі численні позитивні досліди з використання теплових, електромагнітних та інших фізичних впливів на насіння з метою збільшення схожості, енергії проростання, підвищення врожайності і якості врожаю.

У наукових лабораторіях і в виробничих умовах випробувані такі стимулюючі впливи, як електричні та магнітні поля, сонячне світло, інфрачервоне і лазерне випромінювання, струми високих і надвисоких частот.

Вплив перерахованих електрофізичних факторів на насіння добре обґрунтовані і багаторазово перевірені в сільськогосподарській практиці і набули поширення в багатьох регіонах України. Однак реакція насіння на один і той же фактор впливу може бути різним у залежності від сорту та якості насіння, тривалості обробки і дози опромінення, часу очікування від моменту обробки до посіву (відлежування), а також від природних факторів і інших обставин. З цієї причини отримання однозначної відповіді про ефективність обробки є важко вирішуваною завданням.

Негативний вплив на посівні якості насіння здійснюють хвороби і шкідники насіння. При електрообробці насіння відбувається стимулювання патогенної мікрофлори, що живе в них, що знижує схожість і інші показники. Основним заходом боротьби з хворобами насіння, в даний час є хімічні методи протруювання. Однак отрутохімікати несуть з собою ряд негативних наслідків для навколишнього середовища, людей і тварин.

Передпосівне опромінення насіння зернових культур і соняшнику дає можливість отримати надбавку урожаю від 1,5 до 3 ц/га. Опромінення насіння культур, вирощуваних на зелену масу, забезпечує прибавку до 15...20%.

Незважаючи на безліч позитивних результатів, передпосівнеактивування насіння електромагнітними полями і іншими фізичними факторами поширення не одержало.

Загальним недоліком всіх існуючих технологій з використанням передпосівної обробки насіння електрофізичними способами є низька повторюваність результатів обробки, і як наслідок цього, неможливість визначити потрібні значення параметрів електромагнітного поля, які забезпечили б стабільний позитивний ефект. Це можна пояснити недосконалістю існуючих технічних засобів і методик дослідження,

відсутністю експрес-методів діагностики і серійних машин, а також відсутністю досить глибоких теоретичних і експериментальних досліджень механізму дії різних фізичних факторів на посівний матеріал.

У багатьох випадках підхід дослідників до проблеми стимуляції насіння залишається чисто емпіричним. Є тільки фрагменти з окремих аспектів проблеми, які не дозволяють управляти цим процесом і гарантувати стабільну надбавку врожаю. Хоча реакція будь-якого об'єкта на стрес залежить від його стану, фізіологічний стан насіння перед передпосівною обробкою контролюється слабо. Дія фізичних чинників на насіння, безсумнівно, сприятливе, але для його реалізації у виробництві необхідні подальші дослідження.

Виходячи з вищевикладеного, ми поставили перед собою завдання поглибити дослідження з використання постійних магнітних полів для передпосівного обробітку насіння зернових культур. В основу цих досліджень покладено вплив напруженості магнітного поля на "стартові" реакції (швидкість водопоглинання) насіння.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської роботи є обґрунтування параметрів постійного магнітного поля, що підвищують ефективність передпосівного обробітку насіння зернових культур.

Відповідно до поставленої мети сформовані наступні задачі:

- Проаналізувати проблеми передпосівного обробітку насіння зернових культур
- Розробити програму і методику експериментальних досліджень;
- Провести та проаналізувати результати досліджень і надати рекомендації по режимах обробки насіння магнітним полем.

Об’єктом дослідження є система: магнітний пристрій – магнітне поле – насіння.

Предмет дослідження: залежності величини біопотенціалу насіння, схожості, енергії проростання і врожайності від напруженості зовнішнього магнітного поля.

Методи дослідження. В роботі використані наступні методи: теоретичні основи електротехніки, фізики, теоретичні основи термодинаміки, методика дослідної справи, теорія планування експерименту, методи теорії ймовірності та математичної статистики.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Єфімов М. О.** Способи передпосівної стимуляції насіння. Збірник тез *V-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції* «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». 28-29 березня 2019 року м. Житомир. ЖАТК. С. 307.
2. **Єфімов М. О.** Системний підхід до вивчення процесу передпосівного обробітку насіння в магнітному полі. Збірник матеріалів і Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції *«Теорія і практика сучасної науки очима молоді»* 26 березня 2020 року (проведено он-лайн 30 квітня 2020 року) м. Харків : ХНТУСГ ім. П. Василенка. С. 69-70.
3. Савченко Л. Г., **Єфімов М. О.** Вплив якості насіння на врожайність кормових культур. Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: IX Міжнародна науково-технічна конференція, смт Глеваха Київської області – м. Київ, Україна, 5-24 жовтня 2020 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2020. С. 83-85.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути впроваджені в сільськогосподарських підприємствах зернового напрямку.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 17 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 31 сторінка комп’ютерного тексту, містить 1 таблицю та 12 рисунків.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

В даний час одним з найважливіших завдань економічного розвитку України є збільшення продукції тваринництва на основі значного підвищення врожайності кормових культур. Отримання високих врожаїв пов'язано з умовами найбільш ефективної взаємодії між собою середовища обробітку (ґрунту) і об'єкта обробітку (насіння). Процес взаємодії між собою цими двома об'єктами представлений на рис. 1.

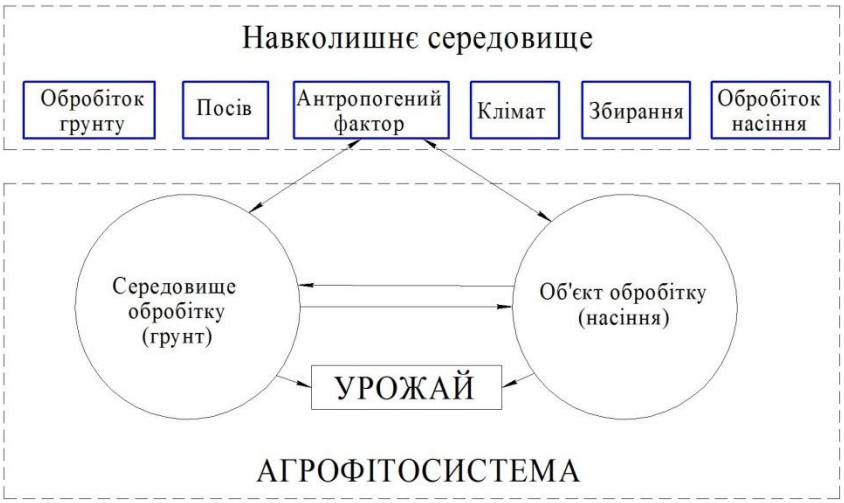


Рис. 1.1 Відкрита термодинамічна система ґрунт – насіння.

Фактори (навколишнє середовище), що впливають на елементи системи призначені для створення найбільш сприятливих умов взаємодії середовища обробітку і об'єкта обробітку. Вся історія кормо виробництва пов'язана з тим, що сільськогосподарські виробники активно займаються підвищенням родючості ґрунту за рахунок різних впливів (оранка, культивація, сівозміни, добриво і т. д.). Що ж стосується насіння, то підвищення їх посівних якостей в даний час здійснюється за рахунок селекції, сортування, очищення і протруювання отрутохімікатами, передпосівної стимуляції різними способами. Але ці операції служать лише для підтримки даного сорту на рівні близькому до стандартного [1-10].

Як показує практика, насіннєвий матеріал надходить з поля некондиційним, з мікротравмами, з різною життєздатністю та заражений хворобами. У табл. 1.1 представлені дані по втраті врожаю від різних факторів.

Якщо вміст насіння третього класу і некондиційного досягає 40%, то це означає, що близько 10% висіяного насіння виключено з процесу формування врожаю. Обумовлений цим недобір врожаю не компенсується ні підвищеної нормою висіву, ні тим більше, надмірною внесенням мінеральних добрив.

До теперішнього часу з поля надходять насіння, 60% яких отримують мікротравми при обмолоті в процесі збирання комбайнуванням.

Таблиця 1.1 – Фактори, що визначають посівні якості насіння

Найменування фактора	Втрати врожаю (середні по країні)
Засміченість	5…6ц/га
Кондиційність	10%
Вологість	5%
Зараженість хворобами	10 млн. тон
Схожість	10%

Підраховано, що кожні 10% мікротравм в цілому знижують врожайність від 10 до 12%. Неоднорідність насіння за вологістю має суттєвий вплив на результати багатьох технологічних операцій (сушка, протруювання і т. д.), що беруть участь в підготовці насіння до сівби та зберігання. При сушінні одне насіння пересушується, а інші не досушуються, що призводить до зниження темпу їх фізичної активності.

При використанні такого насіннєвого фонду, щорічно безглуздо вноситься в ґрунт близько 2,0 млн. тонн високоякісного харчового матеріалу, а недобір продукції становить приблизно 20 млн. тонн. З проведеного аналізу випливає, що заходи в області поліпшення якості насіннєвого матеріалу відносяться до категорії першочергових народногосподарських завдань. Проблема забезпечення високої якості насіння повинна вирішуватися на основі

комплексного обліку і реалізації сукупності всіх факторів, які керують процесом формування якості.

Таким чином, важливе значення набуває завдання не тільки впливу на середовище обробітку, а й на об'єкт обробітку з метою мобілізації потенційних можливостей насіння в конкретних умовах.

Передпосівний обробіток насіння включає дві операції: знезараження і стимуляцію (поліпшення посівних якостей). Основним способом знезараження насіння є застосування водних розчинів різних отрутохімікатів. Однак застосування отрутохімікатів поряд із захистом насіння від насіннєвої та ґрунтової інфекції, а також грунтових шкідників призводить до пригнічення посівних якостей насіння. За результатами численних досліджень встановлено, що втрати врожайності складають від 2,0 до 3,0 ц/га.

В роботі [4] запропоновано спосіб обробки насіння з метою його знезараження відрізняється тим, що для повного знищення поверхневої інфекції і підвищення посівних якостей, насіння витримують в зволоженому стані від 3,0 до 5,0 хвилин, а потім обробляють в полі надвисокої частоти (СВЧ) в діапазоні від 108 до 1010 Гц. Однак при попаданні в ґрун, насіння виявляються незахищеними від впливу комах шкідників і легко заражаються інфекцією з ґрунту і повітря. Надалі цей спосіб був удосконалений за рахунок зволоження насіння розчином мікроелементів із застосуванням клейових речовин. Застосування даного способу дозволяє підвищити врожайність зернових в середньому на 20%. Поряд з цим даний спосіб не знаходить широкого застосування через високу вартість, громіздкість і низької надійності роботи СВЧ-установок.

Способи впливу на насіння з метою їх стимуляції дуже численні і різноманітні. Використання хімічних речовин, для передпосівної стимуляції насіння досить добре досліджено і отримана висока ефективність даного агроприйому. Однак застосування цього способу пов'язано з необхідністю отримання досить цінних хімічних препаратів і жорсткими вимогами до

правильності їх використання, що в значній мірі стримує його впровадження у виробництво.

Мікрокліматичні і механічні дії використовуються в основному для насіння деяких лісових, садових, овочевих і ряду бобових культур. Для здійснення мікрокліматичних впливів використовується традиційна вентиляційна техніка. Однак істотного позитивного ефекту не отримано, так як режими обробки не відрізняються від режимів, що пропонуються стандартними технічними умовами зберігання насіннєвого фонду.

Механічний спосіб застосовується для насіння, що володіють твердою вологонепроникною шкіркою (люпин, конюшина, овочеві культури). У ряді випадків для скарифікації пропонується використовувати перегрітий пар, що вводиться в камеру з насінням під певним тиском. В даний час ці методи в виробничих умовах не застосовуються за різними причинами.

Використання електромагнітних полів (ЕМП) для передпосівної стимуляції насіння вигідно відрізняється широким діапазоном вибору параметрів впливу, простотою конструкції, а також відносної короткочасністю впливу. Розроблено різні варіанти установок на основі коронного розряду. Один з варіантів подібної установки представлений на рис. 1.2.

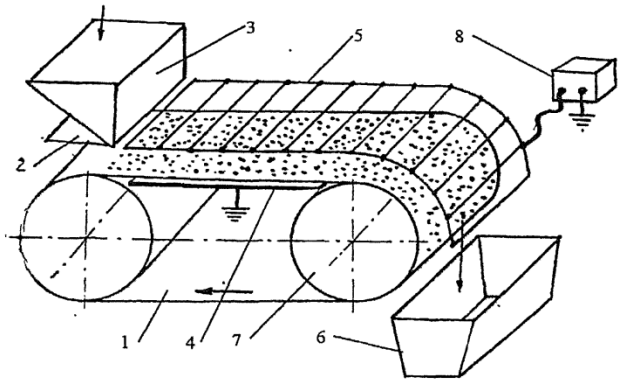


Рис. 1.2. Принципова схема установки на основі коронного розряду: 1 – стрічка транспортера, 2 – регулююча заслінка завантажувального бункера, 3,6 – завантажувальний і прийомний бункера; 4 – підставка конвеєрної стрічки; 5 – електрод; 7 – ведучий барабан; 8 – джерело живлення.

Різні модифікації подібних установок, що відрізняються конструктивними параметрами, представлені в роботах [5-13,]. В роботі [10] розрядні струни прикріплялися до металевого обруча, який охоплює по периметру діелектричну пластину, а в роботах [8,9] змінювалася довжина активної частини коронуючих електродів.

В роботі [6] для підвищення ефективності обробки було запропоновано пропускати через шар зерна іонізоване повітря. З метою спрощення конструкції конвеєрну стрічку виготовляють на неметалевої основи з шаром нанесеного на її поверхню металу [7], в той час як раніше [5] пропонувалося її виконувати цілком металевою. В роботі [6] запропонована конструкція установки без застосування стрічкового конвеєра, а переміщення насіння в робочу зону здійснюється вібруючим лотком.

Незважаючи на досить тривалий період досліджень, обробка насіння в полі коронного розряду не отримала широкого поширення у виробництві. Основною причиною є нестабільність одержуваних результатів обробки.

Метод стимуляції насіння в постійному магнітному полі дає найбільш суперечливі результати. У роботах [7, 8] відзначено наявність позитивних ефектів дії постійного магнітного поля на насіння, їх відсутність і навіть пригнічення. У той же час обробка насіння пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи перед посівом в градієнтному магнітному полі в дослідах дозволила збільшити енергію проростання і схожість насіння високих посівних кондицій до 115%, при цьому маса і розмір проростків зросли до 118%, продуктивна кущистість - до 137%, маса 1000 зерен – від 2 до 8% до контролю. Урожайність з одиниці площі збільшилася за рахунок збереження рослин і підвищення продуктивності. Середня прибавка врожаю склала по твердій пшениці 0,9 ц/га, по ячменю – 2,3 ц / га, вівса – 2,6 ц / га, кукурудзи – 4,2 ц / га [13].

Процес обробки насіння в магнітному полі здійснюється за рахунок комплексу взаємопов'язаних між собою частин, які в певному сенсі представляють замкнуте одне ціле. Така сукупність частин єдиного

технологічного процесу підходить під поняття "системи", вивчення якої має базуватися на системному підході. Системні дослідження передбачають вивчення об'єктів на принципах цілісності, складності та організованості.

Принцип цілісності визначає можливість вивчення окремого об'єкта самостійно, незалежно від інших об'єктів.

Принцип складності передбачає необхідність вивчення об'єктів у зв'язку з внутрішніми і зовнішніми чинниками. Принцип організованості передбачає визначення властивостей об'єктів на основі властивостей, складових елементів, що розширює можливості аналізу і синтезу технології обробки насіння в магнітному полі.

Технологію обробки насіння, як об'єкта досліджень, можна розділити на наступні елементи:

1. Магнітний пристрій, що складається з блоку постійних магнітів, розташованих в діелектричному або металевому корпусі.

2. Магнітне поле з параметрами.

3. Насіння.

Кожен елемент має вхідні і вихідні параметри. Для першого елементу вхідними параметрами є: струм намагнічування $\boldsymbol{I}$ і час намагнічування $\boldsymbol{\tau}$, а вихідними – енергія.

Вихідні параметри першого елементу є вхідними параметрами для другого елемента, а вихідними - магнітна індукція $\boldsymbol{B}$ і час впливу $\boldsymbol{\tau_1}$.

Вихідні параметри ($\boldsymbol{B}$, $\boldsymbol{\tau_1}$.) магнітного поля є вхідними параметрами для третього елементу (насіння), а вихідними параметрами є посівні характеристики насіння (схожість, енергія проростання, врожайність).

Поділ об'єкта на елементи має такі переваги:

- дозволяє вивчати кожен елемент самостійно;

- застосовувати в межах кожного елементу закономірності, отримані в інших областях науки і техніки з метою вирішення поставлених завдань;

- властивості об'єкта отримувати з властивостей складових елементів, що розширює можливості аналізу і синтезу технології, а також конструкцій технічних засобів.

Комплексний характер рішення задач процесу обробки насіння зводиться до аналізу та обліку всієї сукупності факторів, що впливають на цей процес і, відповідно, посівні характеристики насіння.

Тому виникає необхідність проведення досліджень окремих факторів кожного елемента. Основними з них можна назвати наступні фактори:

- магнітний пристрій – вивчення впливу магнітних властивостей сукупності окремих магнітів на енергію магнітного поля;

- магнітне поле – вивчення впливу характеристик магнітного поля на посівні характеристики насіння.

Необхідність системного підходу до дослідження процесу обробки насіння магнітним полем обумовлена не тільки різноманіттям факторів, що впливають на процес, а й істотним впливом цього процесу на економіку отримання продукції рослинництва.

Можливість застосування системного дослідження підтверджується тим, що процес обробки насіння відповідає поняттю «системи» і має всі системоутворюючі ознаки: безліч складових елементів; ієрархічність структури; наявність єдиної мети; цілісність сукупності; внутрішня впорядкованість елементів; безліч зв'язків.

Висновки по розділу 1

Проведений аналіз способів і технічних засобів передпосівного обробітку насіння дозволяє зробити наступні висновки:

1. Відомості про вплив різних впливів на насіння з метою його стимуляції і знезараження носять суперечливий характер.

2. В середньому величина ефекту від передпосівного обробітку різними способами знаходиться в досить великому діапазоні – від 2 до 25%.

3. Технічні засоби мають малу продуктивність і не пристосовані до спільної роботи з серійними машинами (протруювачами насіння, зернонавантажувачами і т. д.).

Невдачі в цьому напрямку досліджень пояснюються наступними причинами:

- неоднаковими ґрунтово-кліматичними умовами;
- недосконалістю оціночних показників;
- енергетичними механізмами.

На наш погляд однією з істотних причин суперечливих результатів передпосівної стимуляції насіння є відсутність досить стрункої теорії, що пояснює виникнення стимулюючих ефектів. Як вже раніше зазначалося, що найбільш суперечливі результати виходять при використанні постійних магнітних полів для передпосівної обробки насіння. Хоча технічні засоби на базі постійних магнітів дуже прості у виготовленні і надійні в роботі. Більшість авторів у своїх дослідженнях схиляється до висновку про позитивний вплив передпосівної обробки магнітним полем.

Незважаючи на те, що багато авторів говорять про позитивний вплив магнітного поля, остаточна думка з цього питання ще не склалося.

Магнітне поле, володіючи, як вважає більшість дослідників, хорошими якостями стимулятора ростових процесів, практично не впливає на ураженість шкідниками і хворобами.

Виходячи з вищевикладеного, можна запропонувати наступну *науковy гіпотезу:* підвищення ефективності передпосівного обробітку насіння зернових культур можна досягти за рахунок вибору напруженості магнітного поля, що збільшує водопоглинання вологого насіння в процесі їх протруювання.

РОЗДІЛ 3
ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У даній роботі були проведені дослідження по з’ясуванню впливу параметрів передпосівної обробки магнітним полем насіння зернових культур на їх водопоглинання, схожість, енергію проростання і врожайність.

Програма виконання експериментальних досліджень:

У лабораторних умовах визначався вплив напруженості і енергії магнітного поля на питоме вологопоглинання насіння зернових культур.

Набирався статистичний матеріал з метою побудови закону розподілу чисельних значень водопоглинання.

Перевірялась узгодженість теоретичного і статистичного розподілу для чисельних значень питомого водопоглинання.

Для перевірки відповідності гіпотези був проведений експеримент по впливу напруженості магнітного поля на відносне питоме водопоглинання насіння озимої пшениці.

Досліджувалось вплив напруженості магнітного поля на поверхневі електричні потенціали насіння напруженості магнітного поля.

Встановлювався зв'язок між поверхневими електричними потенціалами насіння і поглинанням води при його набуханні.

У лабораторних умовах і польових умовах досліджувався вплив напруженості магнітного поля на схожість і енергію проростання насіння зернових культур.

Статистичним методом (планування наукового експерименту) досліджувався вплив напруженості магнітного поля, часу перебування насіння в магнітному полі і часу витримки після обробки до посіву на питоме водопоглинання насіння.

У виробничих умовах досліджувався вплив передпосівного обробітку насіння зернових культур в магнітному полі на інтенсивність росту, глибину залягання вузла кущіння і збільшення врожаю.

При обробці насіння в магнітному полі на швидкість їх водопоглинання впливає велика кількість чинників, основними з яких є: вихідна вологість насіння, напруженість магнітного поля, час перебування насіння в магнітному полі, час витримки після обробки до посіву і т.д. Виходячи з цього дослідження впливу цих факторів на швидкість водопоглинання, найбільш доцільно проводити статистичним методом (планування наукового експерименту). Так як насіння обробляються перед посівом і їх початкова вологість коливається в незначних межах (11% -13%), то цей фактор в дослідженнях ми враховувати не будемо.

На основі літературних даних, а також попередніх досліджень в якості основних факторів приймаємо такі: X_1 – напруженість магнітного поля, кА/м; X_2 – час перебування насіння в магнітному полі, с; X_3 - час відлежування після обробки, доба. Як функцію відгуку використовуємо питоме водопоглинання – *Y*. Граничні умови кожного фактора, центр плану і інтервал варіювання вибираємо також на підставі літературних даних і попередніх досліджень.

Як план експерименту обраний повний факторний експеримент (ПФЕ) типу 2^3.

Дослідне насіння оброблялися на установці (рис. 2.1), що дозволяє створювати магнітне поле різної напруженості (енергії магнітного поля) зміною відстані між магнітами [9]. Розподіл магнітної індукції в установці по перетинах А, В, С (рис. 2.1) при відстані між магнітами рівному L = 160,0 мм представлено на рис. 2.2.

Вимірювання магнітної індукції здійснювалося мікротеслометром типу ТП2-2У. Прилад складається з блоку живлення, блоку індикації (1) і датчика Холла (2), який встановлюється в досліджувану область між касетами з постійними магнітами (рис.2.3).

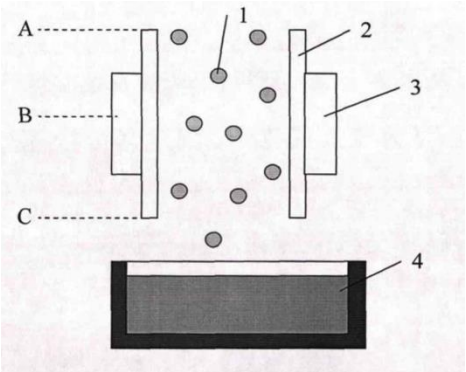


Рис. 2.1 Принципова схема установки для магнітного впливу на насіння: 1 – оброблюване насіння; 2 – металева пластина; 3 – постійний магніт; 4 – чашка Петрі з дистильованою водою.

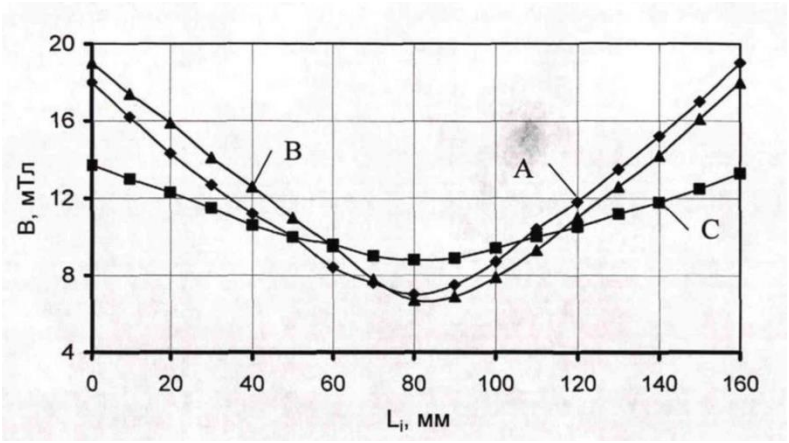


Рис. 2.2. Розподіл індукції магнітного поля в установці по перетинах А, В, С.

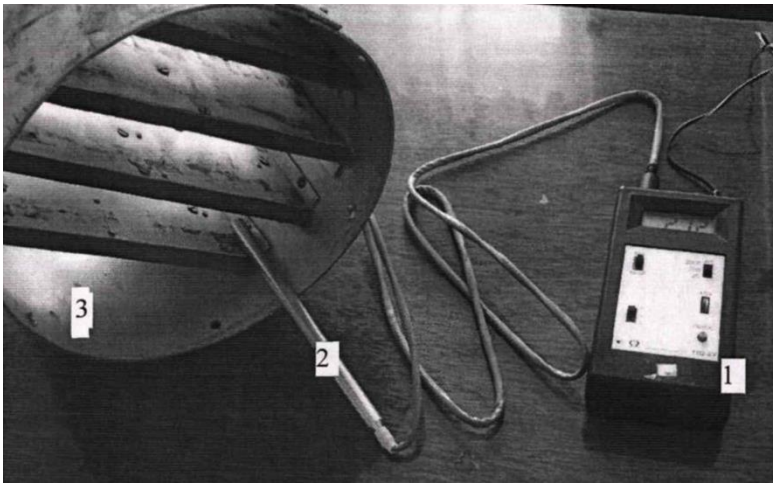


Рис. 2.3. Вимірювання магнітної індукції магнітного поля установки для передпосівного обробітку насіння: 1 – блок індикації, 2 – датчик Холла, 3 – блок касет постійних магнітів установки для передпосівного обробітку насіння.

Процес вимірювання магнітної індукції включає в себе ряд операцій:

1. Підєднують до блоку індикації блок живлення і датчик Холла.

2. Встановлюється на робочому столі блок касет постійних магнітів і визначаються точки для вимірювань магнітної індукції.

3. Вмикається на прогрів протягом 5 хвилин мікротеслометр ТП2-2У.

4. Для установки "нуля" видаляється датчик Холла від блоку касет постійних магнітів на відстань 1,5...2 м.

5. Датчик Холла поміщається в точку для вимірювань магнітної індукції і повертається навколо своєї осі до досягнення максимальних показників.

6. За отриманими результатами вимірювань будуються графіки розподілу магнітної індукції по заданих перетинах блоку касет постійних магнітів.

7. Значення напруженості магнітного поля визначається з відомої формули її зв'язку з магнітної індукції у вакуумі

Схожість – один з показників якості насіння за певний термін і при оптимальних умовах пророщування – температури, вологості, освітлення.

Енергія проростання характеризує дружність появи нормальних паростків за більш короткий термін, ніж термін, встановлений для визначення схожості.

Визначення схожості здійснювали за чотирма пробами по 100 насінин у кожній. Пророщували насіння в чашках Петрі, в які вкладали в 2-3 шари фільтрувальний папір. Папір попередньо зволожували до повної вологоємності шляхом занурення її в воду. Чашки Петрі після того, як в них висіяні насіння, закривають кришками і ставлять в термостат, де підтримують оптимальну температуру, необхідну для пророщування даної культури. Зокрема, для пшениці в перші три дні підтримують рівної 8-12 °С, а в наступні дні – 20 С.

Облік пророслого насіння проводять в терміни, визначені для насіння кожної культури (ДСТУ). Таких обліків два. Перший облік пророслого насіння (3 доби) визначає енергію проростання. Другий облік (6 діб) визначає схожість.

Схожістю вважаються ті насіння, які мають нормально розвинені проростки.

У пшениці до схожих насіння відносять тільки ті, які дали паросток і нормально розвинені корінці; при цьому головний корінець по довжині повинен бути не менше розміру насіння, а паросток не менше половини насіння.

Висновки по розділу 2

В другому розділі магістерської роботи розроблено програму експериментальних досліджень та методики експериментальних досліджень (методика визначення впливу напруженості і енергії магнітного поля на водовбирну здатність насіння; методика проведення багатофакторного експерименту; методика визначення схожості та енергії проростання насіння).

РОЗДІЛ 3
АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Водопоглинання насіння пшениці, досліджували в залежності від енергії і напруженості магнітного поля. На рис.3.1 представлені графічні залежності швидкості питомого водопоглинання насіння озимої пшениці від енергії магнітного поля.

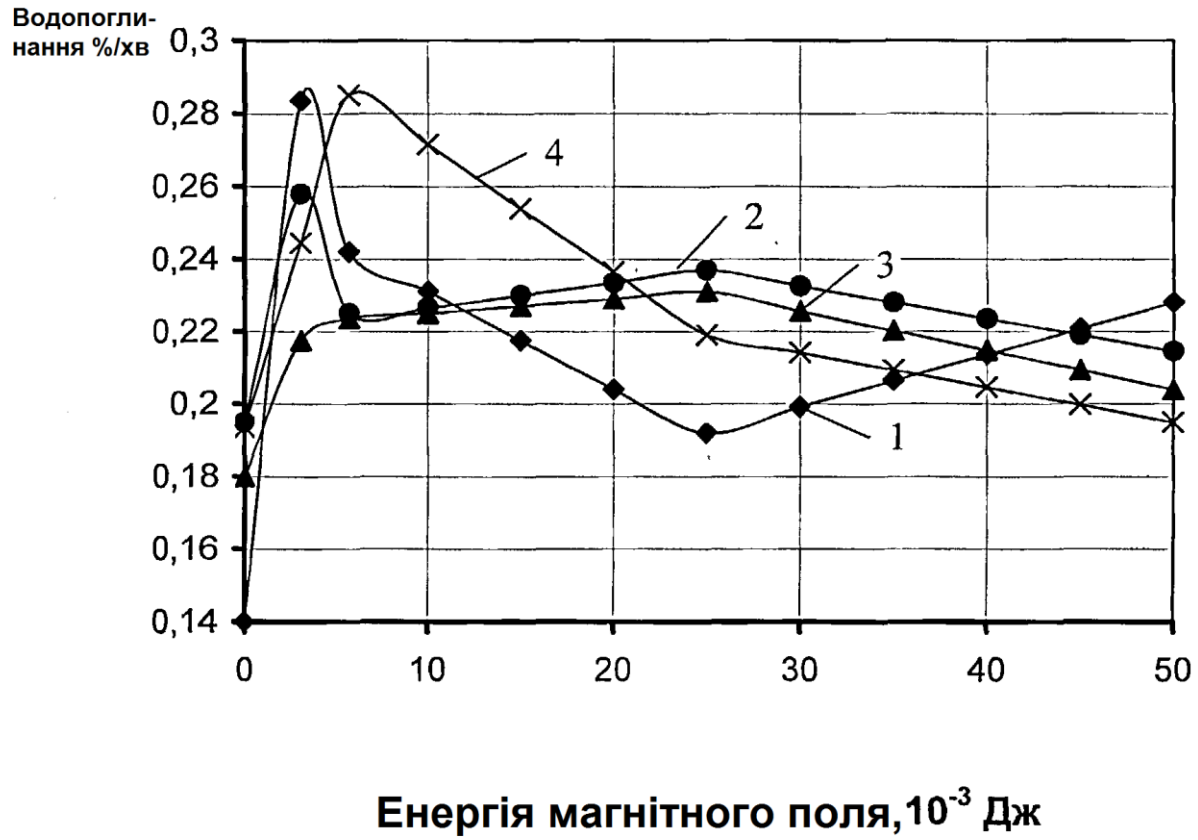


Рис. 3.1. Залежність швидкості питомого водопоглинання від енергії магнітного поля

Аналіз цих залежностей показує, що зміна енергії магнітного поля в діапазоні від 4×10^{-3} до 50×10^{-3} Дж надає стимулюючу дію на швидкість водопоглинання насіння. Але з цього діапазону найбільший вплив знаходиться в області (4... 8,0) $\times10^{-3}$ Дж.

Однак, при цьому необхідно відзначити, що водопоглинання має великий розкид навіть при однаковій енергії магнітного поля і досягає 27...34%.

Це можна пояснити [8] різною життєздатністю насіння навіть одного сорту. У зв'язку з цим нами набирався статистичний матеріал з метою побудови закону розподілу чисельних значень водопоглинання.

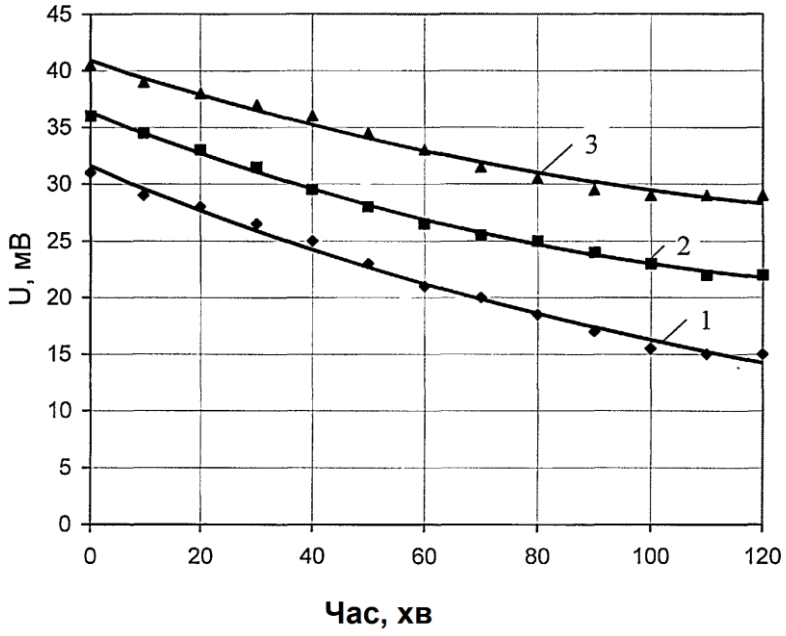
Весь діапазон по питомому водопоглинані (Y_i) насіння озимої пшениці був розділений на 8 інтервалів, в які вносилося кількість значень по водопоглинанню, відповідне цього інтервалу (розряду).

Відомо що фізико-хімічні процеси в біологічному об'єкті тісно пов'язані з його поверхневими електричними потенціалами. В процесі обробки насіння в магнітному полі відбувається зміна їх біологічних електричних потенціалів. Досліджуючи зміну поверхневих електричних потенціалів в результаті обробки в магнітному полі можна з певною мірою, судити про її вплив на фізіологічний стан насіння.

Лабораторні дослідження проводилися в лабораторіяхПоліського національного університету. Насіння, оброблене в магнітному полі, різної напруженості пророщували в термостаті протягом двох діб в чашках Петрі.

Для кожного варіанта досліду бралося по десять, вирівняних за розміром насінин пшениці. Досліди були проведені по вимірюванню в динаміці біопотенціалів між поверхнею насіння і його паростком. При статистичній обробці десяти варіантів враховувалися значення потенціалів, що реєструються протягом двох годин для кожного насіння, через кожні десять хвилин. Підсумкові графічні залежності будуються за середнім значенням. На рис. 3.2 представлені усереднені графічні залежності зміни біопотенціалів насіння озимої пшениці в часі, оброблених при різній напруженості магнітного поля.

Аналіз цих графічних залежностей показує, що зовнішній магнітний вплив робить істотний вплив на поверхневі електричні потенціали насіння. При цьому з плином часу ці потенціали знижуються, практично, по лінійному закону.



1 – ***H***=1,0·кА/м, 2 – ***H***=2,0·кА/м, 3 – ***H***=4,0·кА/м.

Рис. 3.2. Усереднені залежності зміни біопотенціалів насіння озимої пшениці від часу.

Відповідно до понять термодинаміки рушійною силою процесів, що відбуваються в насінні є градієнти потенціалів полів. У зв'язку з цим була поставлена задача встановлення зв’язку між поверхневими електричними потенціалами насіння і поглинанням води при його набуханні. Дослідження проведено на 100 насінинах озимої пшениці. Сухе насіння зважували на аналітичних вагах, а потім замочували в дистильованій воді в чашках Петрі протягом семи (7,0) годин. Вимірювалася різниця потенціалів між «зародком і ендоспермом». Зважування та вимірювання поверхневого електричного потенціалу насіння проводилося через кожні півгодини.

Усереднені залежності зміни збільшення маси однієї зернівки і значення величини електричного поверхневого потенціалу в часі в процесі замочування представлені на рис. 3.3.

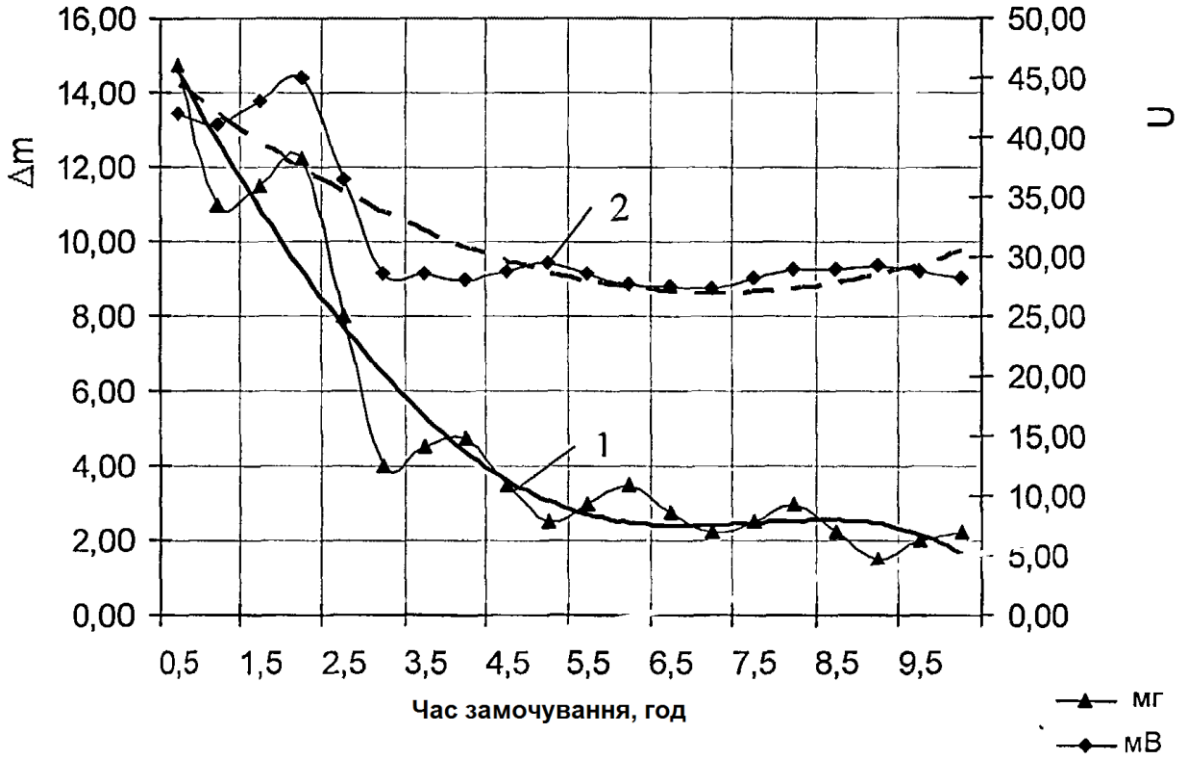


Рис. 3.3. Залежність зміни маси Δm і різниці потенціалів U від часу замочування: 1 – водопоглинання, 2 – різниця поверхневих потенціалів.

Кореляція зміни в часі водопоглинання і різниці поверхневих потенціалів дозволяють попередньо судити про вплив обробки в магнітному полі на життєздатність насіння. Можна припустити, що змінюючи поверхневі електричні потенціали насіння зернових культур можна управляти їх водопоглинанням, а отже і посівними характеристиками.

При обробці насіння в магнітному полі на їх водопоглинання впливає велика кількість чинників, основними з яких є: вихідна вологість насіння, напруженість магнітного поля, час перебування насіння в магнітному полі, час витримки після обробки (час відлежування). Виходячи з цього, дослідження впливу цих факторів на швидкість водопоглинання доцільно проводити статистичним методом (планування наукового експерименту).

Поверхні відгуків і лінії рівнів функції, повно відображають вплив основних факторів на водопоглинання представлені на рис. 3.4 і 3.5

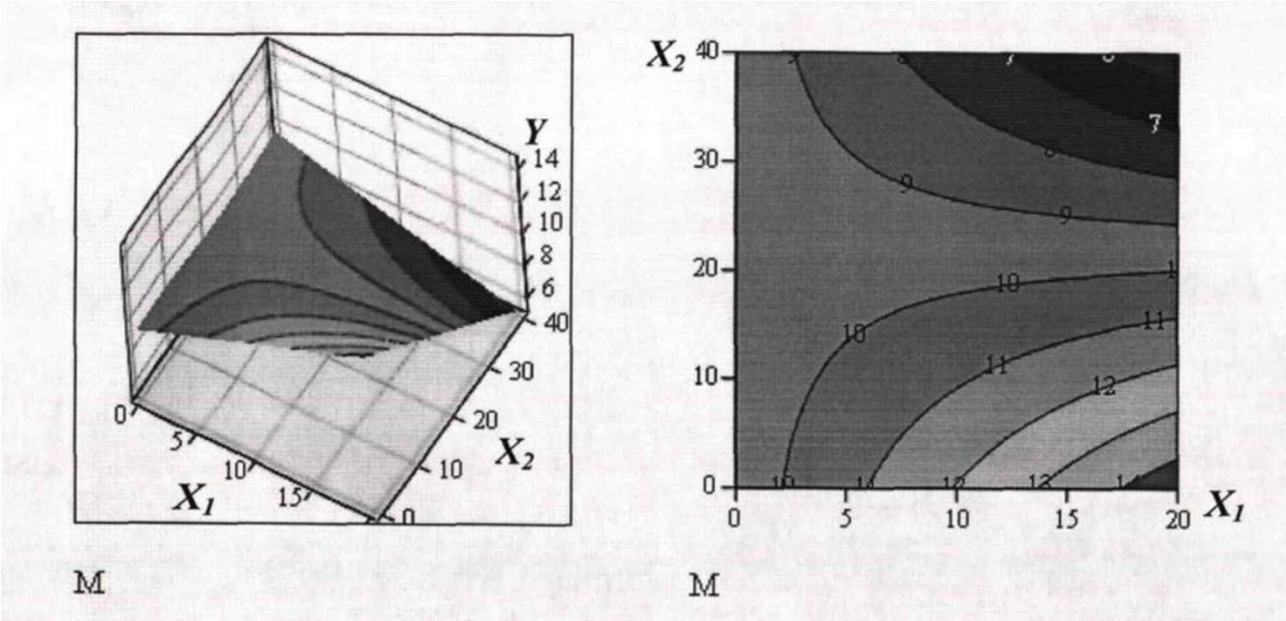


Рис. 3.4. Вплив напруженості магнітного поля *(*X_1) і часу перебування насіння в магнітному полі (X_2) на водопоглинання (Y)

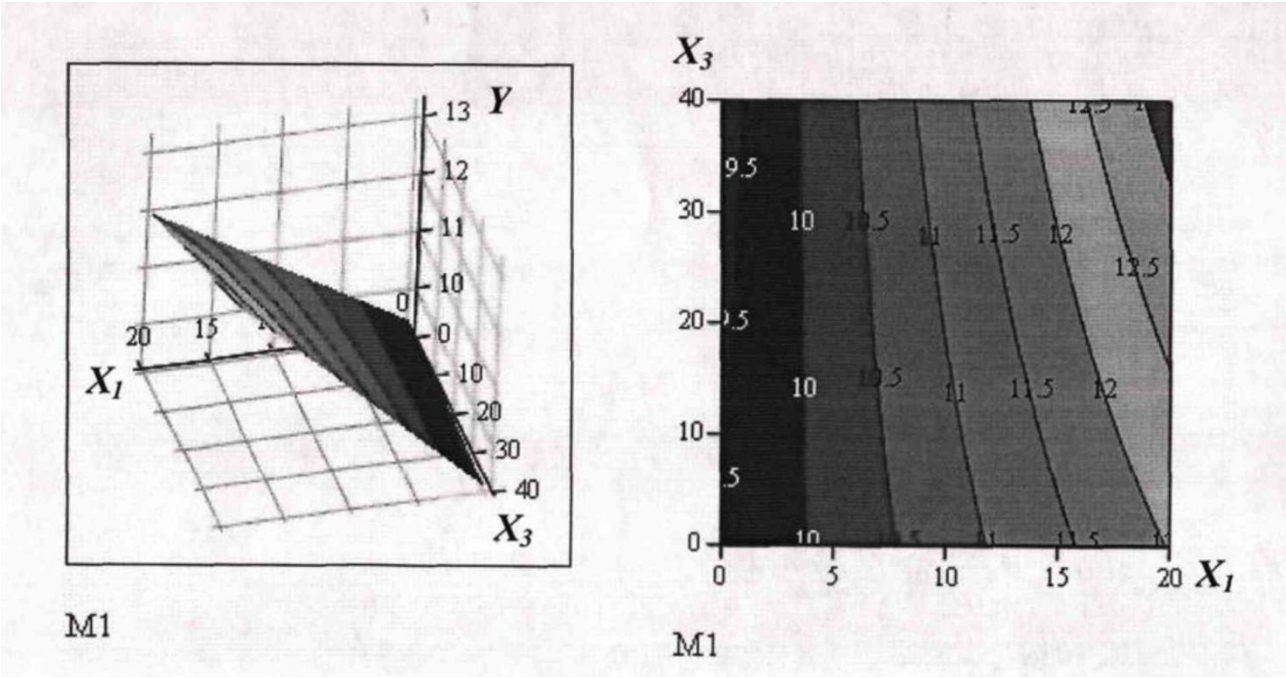


Рис. 3.5. Вплив напруженості магнітного поля *(*X_1) і часу відлежування після обробки насіння в магнітному полі (X_3) на водопоглинання (Y)

За усередненими значеннями були побудовані графічні залежності енергії проростання і схожості насіння озимої пшениці від напруженості магнітного поля для всіх трьох дослідів (рис. 3.6-3.7).

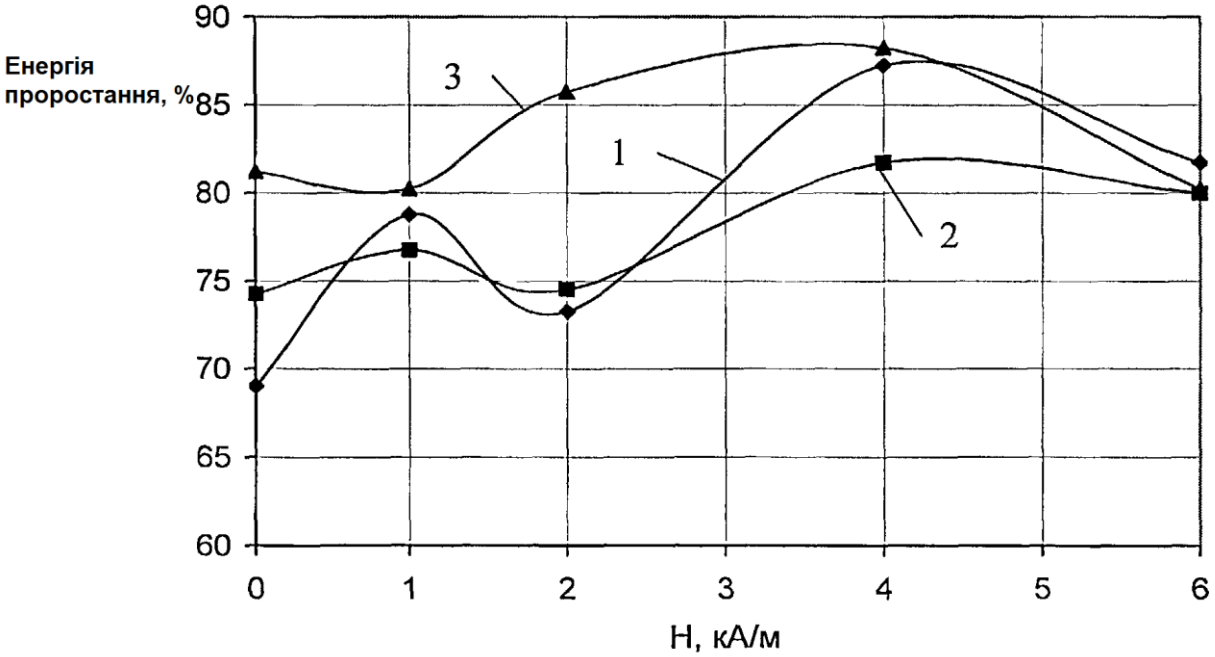


Рис. 3.6. Залежність енергії проростання насіння пшениці від напруженості магнітного поля (1 – дослід 1; 2 – дослід 2; 3 – дослід 3).

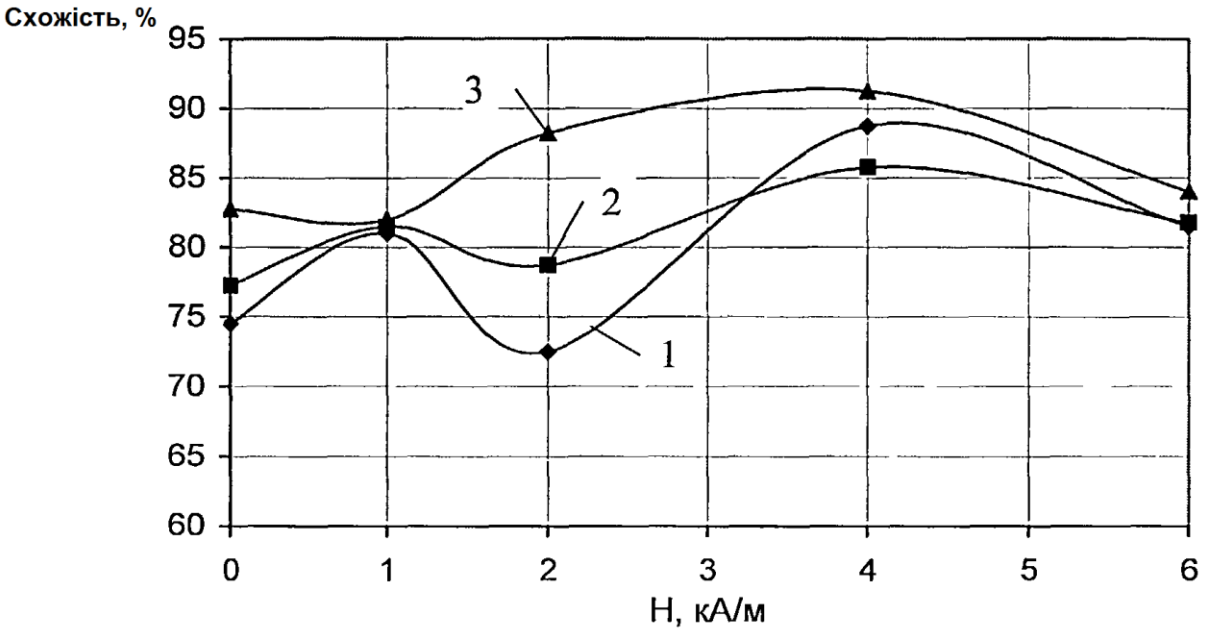


Рис. 3.7. Залежність схожості насіння пшениці від напруженості магнітного поля (1 – дослід 1; 2 – дослід 2; 3 – дослід 3).

Аналіз цих графічних залежностей показує, що енергія проростання і схожість насіння озимої пшениці збільшуються при обробці їх в магнітному полі в діапазоні напружень від 1,0 до 6,0 кА/м.

Висновки по розділу 3

В результаті експериментальних досліджень встановлено:

- водопоглинання насіння збільшується зі збільшенням напруженості магнітного поля і досягає максимуму при $H = 4 \times 10^3$ А/м;

- водопоглинання має великий розкид навіть при однаковій напруженості магнітного поля і підкоряється закону Гаусса;

- електричний поверхневий біопотенціал залежить від напруженості зовнішнього магнітного поля;

- водопоглинання насіння корелює з його електричним поверхневим біопотенціалом;

- напруженість магнітного поля має стимулюючу дію на схожість і енергію проростання і досягає максимального значення при H = 4 кА/м;

- багатофакторний експеримент показав, що час відлежування насіння після обробки в магнітному полі не робить істотного впливу на його водопоглинання.

ВИСНОВКИ

Подання насіння як об'єкта електрофізичних впливів з позицій фундаментальних понять термодинаміки дозволило виявити узагальнений потенціал (напруженість магнітного поля), узагальнену координату (електричний заряд), а також виявити основний параметр (питоме водопоглинання), що дозволяє підвищити ефективність передпосівного обробітку насіння в магнітному полі.

Проведений багатофакторний експеримент показав, що час відлежування після обробки насіння в магнітному полі, в межах 1-7 днів не впливає на водопоглинання насіння, що дозволяє регулювати час посіву в цих межах.

Встановлений час обробітку насіння (1 ... 3 с) дозволяє розробляти малогабаритні компактні установки.

Зовнішній магнітний вплив робить істотний вплив на поверхневі електричні потенціали насіння. При цьому з плином часу ці потенціали знижуються, практично, по лінійному закону.

Отримані емпіричні залежності, що характеризують зміну поверхневого біопотенциалу і водопоглинання в часі, дозволяють попередньо судити про життєздатність насіння.

Енергія проростання і схожість насіння озимої пшениці збільшуються при обробці його в магнітному полі в діапазоні напружень від 1,0 до 6,0 кА/м.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Корко В. С., Городецкая Е. А. Электрофизические методы стимуляции растительных объектов. Монография. Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет (БГАТУ), 2013. 232 с.

2. Тэнэсеску Ф., Крамарюк Р. Электростатика в технике. Москва : Энергия, 1980. 296 с.

3. Гордеев А. М., Шешнев В. Б. Электричество в жизни растений. Москва : Наука, 1991. 160 с

4. Савицкас Р. К., Картавцев В. В. Электротехнологии в животноводстве и растениеводстве. Учебное пособие для студентов специальности 110302 - Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. Воронеж, 2008. 66 с

5. Bundschuh J., Chen G. (Eds.) Sustainable Energy Solutions in Agriculture. CRC Press, 2014. 480 p.

6. Беззубцева М.М., Волков В.С., Зубков В.В. Электротехнологии и электротехнологические установки в АПК. Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2012. 244 с.

7. Курзин Н. Н., Нормов Д. А., Лебедев Д. В., Рожков Е. А. Электротехнологии в сельском хозяйстве. Краснодар : КубГАУ, 2020.

8. Оськин С. В. Электротехнологии в сельском хозяйстве. Учебник. Краснодар: КубГАУ, 2016. 501 с.

9. Гончаров А. В. Физические основы электромагнетизма. Часть 2. Магнитное поле и электромагнитная индукция. Учебное пособие. Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2013.

10. Плетнев С. В. Магнитное поле: свойства, применение. СПб. : Гуманистика, 2004. 624 с.

11. Asai Shigeo. Electromagnetic Processing of Materials : Materials Processing by Using Electric and Magnetic Functions. Springer, 2012. 184 p.

12. Babington James. Basic Electromagnetic Theory. Mercury Learning & Information, 2016. 176 p.

13. Barbara B., Imry Y., Sawatzky G., Stamp P.C.E. (ed.). Quantum Magnetism. Springer + NATO Public Diplomacy Division, 2008, 258 p

14. Холодов Ю. А., Козлов А. Н., Горбач А. М. Магнитные поля биологических объектов. Москва : Наука, 1987. 145с.

15. Adams A. T., Lee J. K. Principles of electromagnetics 2. Dielectric and conductive materials. Cognella Academic Publishing, 2015. 80 p.

16. Бухгольц Г. Расчёт электрических и магнитных полей. Мсква : Иностранная литература, 1961. 712 с.

17. Бинс К., Лауренсон П. Анализ и расчет электрических и магнитных полей. Москва : Энергия, 1970. 376 с.