

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
НИІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 631.371:621.31

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження  
проф., д.т.н.

КАПЛУН В.В.

(підпис)

Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки та  
електротехнологій  
доц., к.т.н.

ОКУШКО О.В.

(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ПІДВИЩЕННЯ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ В СИЛЬНОМУ  
ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ»

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко С.М.

(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Чміль А.І.

(ПІБ)

Виконав

Галушко А.І.

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНЖЕНЕРЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

електротехніки, електромеханіки та  
електротехнологій

к.т.н., доц.

(підпис)

Окушко О.В.

2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ

Галушко Антону Ігоровичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Підвищення посівних якостей насіння в сильному електричному полі»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 06.03.2023 № 324'С'

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05.11.2023

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз виробничо-господарської діяльності та стану електрифікації господарства

2. Виконати проектування електрифікації та автоматизації виробничих процесів у господарстві.

3. Провести дослідження системи підвищення посівних якостей насіння в сильному електричному полі.

4. Виконати розрахунок елементів системи електропостачання господарства.

5. Обґрунтувати заходи з монтажу, налагодження та технічної експлуатації у господарстві.

6. Розробити заходи з охорони праці у господарстві.

7. Провести техніко-економічне обґрунтування використання системи підвищення посівних якостей насіння в сильному електричному полі.

Дата видачі завдання 07.03.2023

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_

Чміль А.І.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

Галушко А.І.

(підпис)

(ПІБ)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається з 94 сторінок, 30 рис., 13 табл., 29 джерел.

Об'єкт дослідження – процес передпосівної обробки насіння в електричному полі високої напруженості.

Мета роботи – розробка наукових принципів застосування енергозберігаючих електротехнологій та технологічного обладнання для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур, що дозволить підвищити врожайність сільськогосподарських культур та якість продукції.

Методи дослідження та апаратура: - моделювання, методи математичної статистики, теорії планування експерименту та ін.; кіловольтметр, мікроамперметри, вольтметри.

За рахунок застосування технологій з використанням сильних електричних полів в обробці насіння сільськогосподарських культур, на 15-20% підвищити врожайність, можна на 10-15% підвищити зберігання зернових культур, покращувати використання мінеральних добрив та мінеральний склад рослин.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження з обробки насіння сільськогосподарських культур в електричному полі високої напруги. Встановлено, що при відповідному значенні напруженості електричного поля в насіннєвій масі виникають іонізаційні процеси. Визначені залежності питомої характеристики іонізаційних процесів та концентрації озону від напруженості електричного поля. Встановлено, що електрична обробка насіння позитивно впливає на посівні якості рослин.

Галузь застосування – рослинництво.

ПЕРЕДПОСІВНА ОБРОБКА, ЕЛЕКТРИЧНІ ПОЛЯ ВИСОКОЇ НАПРУГИ, ПИТОМА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ, ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЯ.

# НУБІП України

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії;

M - момент;

# НУБІП України

$\omega$  - кутова швидкість;

J - момент інерції;

t - час;

V - об'єм;

# НУБІП України

H - тиск;

$\gamma$  - щільність повітря;

$\lambda$  - коефіцієнт тертя;

d - діаметр повітропроводу;

E - освітленість;

# НУБІП України

$K_z$  - коефіцієнт запасу;

z - коефіцієнт запасу;

S - площа;

v - швидкість руху;

# НУБІП України

$\rho$  - питома густина;

$h_p$  - висота підвісу світильника;

$\Phi$  - світловий потік лампи;

$K_0$  - коефіцієнт одночасності;

# НУБІП України

I - електричний струм;

$i_n$  - кратність пускового струму;

r - активний питомий опір;

x - індуктивний питомий опір;

P - потужність;

# НУБІП України

U - напруга;

ПЗА - пускозахисна апаратура;

ККД - коефіцієнт корисної дії.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА	
ГОСПОДАРСТВА ТА СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ .....	9
1.1. Виробничо-господарська характеристика господарства .....	9
1.2. Стан електрифікації господарства .....	10
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ	
ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ .....	13
2.1. Використання високої напруги у сільському господарстві .....	13
2.2. Застосування електричного поля високої напруженості постійного струму для електрофізичної обробки с.-г. культур .....	24
2.3. Застосування магнітного поля для обробки сільськогосподарської продукції .....	23
2.4. Застосування оптичного випромінювання для обробки сільськогосподарської продукції .....	39
РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В НАСІННЕВІЙ МАСІ ПІД ДІЄЮ СИЛЬНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ .....	
3.1. Теоретичні дослідження механізму впливу сильного електричного поля на електрофізичні властивості окремих насінин .....	44
3.2. Теоретичні дослідження електрофізичних властивостей насінневої маси сільськогосподарських культур в сильному електричному полі .....	52
3.3. Теоретичні дослідження іонізаційних процесів у повітряних включеннях насінневої суміші під дією сильного електричного поля .....	56
3.4. Методика та дослідна установка для дослідження відносної інтенсивності розрядних процесів у насінневі масі .....	62

РОЗДІЛ 4. ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ . . . . . 71

4.1. Порівняльні характеристики методів обробки насіннєвої маси сільськогосподарських культур . . . . . 71

4.2. Закономірності зміни посівних якостей насіння сої залежно від режимних параметрів обробки . . . . . 73

4.3. Закономірності зміни посівних якостей насіння крути'яних культур залежно від режимних параметрів обробки . . . . . 82

ВИСНОВКИ . . . . . 90

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ . . . . . 92

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

НУБІП України

Мета роботи – розробка наукових принципів застосування

енергозберігаючих електротехнологій та технологічного обладнання для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур, що дозволить підвищити врожайність сільськогосподарських культур та якість продукції.

НУБІП України

Об'єкт дослідження – процес передпосівної обробки насіння в електричному полі високої напруженості.

НУБІП України

Предмет дослідження – режимні параметри обробки посівного матеріалу в сильному електричному полі

Основними проблемами агропромислового виробництва в Україні є питання з підвищення врожайності сільськогосподарських культур та економії ресурсів та енергії.

НУБІП України

З впровадженням енергозберігаючих процесів в сільськогосподарському виробництві важливе місце належить питанню поліпшення урожайності сільськогосподарських культур. Проте, поточна оцінка технологій підтверджує

НУБІП України

необхідність ретельної уваги до оновлення сільськогосподарських ресурсів України, це зумовлено рядом факторів, в тому числі відсутність сучасного аграрного обладнання, зниження родючості ґрунту, надлишок добрив, різні техногенні забруднення.

НУБІП України

Існування цих проблеми пов'язано зі значною технологічною затримкою в сільськогосподарському секторі в порівнянні з розвиненими країнами світу, особливо в створенні безвідходних технологій виробництва, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. Пряме відношення до вирішення

НУБІП України

проблем і питання забезпечення мінімальних енергетичних та технологічних збитків (мінімізація витрат електроенергії на одиницю продукції, втрат врожаю на всіх стадіях аграрного виробництва тощо).

Вирішення даних проблем має здійснюватися шляхом створення технологічної бази, на основі нових знань, які можуть бути рушійною силою для підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва в Україні.

Розвиток сучасних технологій, в тому числі електротехнологій, повинен істотно скоротити споживання енергії, створити високопродуктивну техніку і технології для високоякісної переробки сільськогосподарську продукцію її виробництво і зберігання, знизити питомі витрати на опалення, водопостачання, ремонт і технічне обслуговування сільськогосподарської техніки.

Ефективність електротехнологій сільськогосподарського виробництва залежить не тільки від його ергономічності і економічної діяльності, а також активізацією та стимуляцією на біологічні об'єкти електромагнітних полів та електромагнітного випромінювання, струмів високої і надвисокої частоти а

також постійного струму та інших видів енергії. Це відбувається головним чином за рахунок передпосівної обробки насіння і рослин, їх знезараженням перед посівом і під час зберігання, захисту та підживлення рослин на всіх етапах виробництва сільськогосподарської продукції.

Застосування електротехнології у сільськогосподарському виробництві, що мають принципово різне призначення і кінцевий результат, вимагає глибокого уваги до аналізу якісної і кількісної дії на «біологічний ефект» і енергетичної ефективності різних джерел енергії, вони потребують у поглиблення досліджень

вже сьогодні, в тому числі і фундаментальних знань, так як головними об'єктами є найдосконаліші і, на жаль, недостатньо досліджені частки природи — живі організми, рослини, насіння і т.д.

У зв'язку з цим, можна сказати, що розробка і використання нової вітчизняної електротехнології дозволить країні різко знизити залежність від іноземних технологій, сприяти змінам в вітчизняної сільськогосподарської продукції в високоефективну галузь та вирішення існуючих на сьогоднішній день проблем.



## РОЗДІЛ 1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА ТА СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

### 1.1. Виробничо-господарська характеристика господарства

Підприємство СТОВ «Антонівське», що знаходиться в селі Антонівка Варвинського району Чернігівської області розташоване за 25 км від районного центру смт. Варва. Господарство розміщене в зоні помірного клімату. Середня температура повітря зимою  $-14^{\circ}\text{C}$ , літом  $19^{\circ}\text{C}$ , середня швидкість вітру для даної території  $9\text{ м/с}$ .

Основне виробниче напрямлення господарства – свиновідгодівля та хліборобство.

В господарстві працює 213 чоловік. Основні економічні показники господарства наведені в таблицях 1.1-1.2

Таблиця 1.1

Землі у користуванні господарства на 01.01.15

Назва угідь	Площа, га
Загальна земельна площа	4526
Всього	3815
із них: Рілля	2950
Багаторічні насадження	93
Перелogi	58
Землі в резерві	500
Захисні лісосмуги	114

Таблиця 1.2

## Основні економічні показники

№	Показники	2013	2014	План на 2015
1.	Валова продукція, тис. грн..	3010	3020	2920
	По спів ставних цінах. У тому числі			
	По рослинництві, тис. грн..	1620	1590	1405
	По тваринництві, тис. грн..	1390	1430	1515
2.	Кількість с. г. працівників зайнятих у с. г. виробництві, чол.	256	243	266
3.	Всього затрат праці, тис. грн.	620	628	610
4.	Вироблено В.П. на одного працівника, грн.	11757	12427	10977
5.	Вироблено В.П. на 1 люд/год., грн.	32,51	35	30,92
6.	Всього затрат на виробництво, тис. грн.	3895	3985	3864
7.	Прибуток господарства, тис. грн.	200	195	210
8.	Рентабельність, %	5,13	4,89	5,43

З таблиці 1.2 видно, що в 2015 році рівень рентабельності господарства збільшився на 5,43% при зменшенні затрат на виробництво на 67 тис. грн.

## 1.2. Стан електрифікації господарства

Електрообладнання зернотоку живиться від КТП потужністю 250 кВА, повітряною лінією 0,4 кВ, проводом марки А25.

Проектом передбачається встановлення на зернотоку наступного електрообладнання та установок: зерносушарка, зерноочисні агрегати, ваги для автомобілів. Перелік електрообладнання та їх марки наведені в таблиці 1.3 перелік електрообладнання зернотоку.

Таблиця 1.3

Перелік електрообладнання зернотоку		
Назва обладнання	Кількість, шт	Марка
Зерносушарка	1	C-20
Зерноочисні машини	5	ОВС-25
	2	СОК-25
Автомобільні ваги	1	ВАТ-40/8А

У своєму підпорядкуванні господарство має 55 електродвигунів, загальна

потужність яких 249,1 кВт.

За організацію технічної служби та правильність експлуатації несе відповідальність керівник господарства, на балансі якого перебувають ці

електродвигуни. А вже за їх справність, а також за правильний ремонт і технічне

обслуговування відповідає інженер енергетик, а також електромонтери, що

виконують обслуговування електрообладнання. З даними про стан

електрифікації господарства можна ознайомитися в таблиці 1.4

Таблиця 1.4

Дані про стан електрифікації господарства					
Найменування об'єкта обладнання	Одиниця виміру	Кількість обладнання	Коефіцієнти переклад.	Коефіцієнти зневаживши	Всього умовних одиниць
1.	2.	3.	4.	5.	6.
1. Повітряні лінії електропередач	км.	2	3,93	1	
2. Електропривод з АД					
2.1 в сухих і вологих приміщеннях до 1,1 кВт	шт.	5	0,44	0,85	1,87

Продовження таблиці 1.4

від 1,1 до 10 кВт	шт.	11	0,61	1	6,71
2.2 у сирих і запилених приміщеннях					
до 1,1 кВт	шт.	17	0,92	1	15,64
від 1,1 до 10 кВт	шт.	20	0,61	0,85	10,37

У таблиці 1.5 наведено споживання електроенергії господарством.

Таблиця 1.5

Дані про споживання електроенергії

Покази	Кільк. тис. кВт·год
Отримано електроенергії	1988
В тому числі в рамках ліміту	1345
Всього	1987
На виробничі потреби	1456
На освітлення і побутові потреби	232
Підприємства зв'язку, охорони здоров'я, торгівлі, загального харчування	158
Іншими організаціями і підприємствами	186
Втрати електроенергії в мережах і трансформаторах	24

## РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

### 2.1 Використання високої напруги у сільському господарстві

Електричне поле змінного струму високої напруженості. У практиці сільського господарства широкого застосування можуть знайти, як вважають И.С. Смирнова і інші дослідники, лише ті способи використання електричної енергії, які не потребують великих затрат на установку для обробки насіння.

До них можна віднести способи обробки насіння променевою енергією й електричними полями.

У 1959 р. в лабораторії спеціальних видів застосування електроенергії у технологічних процесах сільського господарства були розпочаті дослідження по виявленню ефективності дії електричного поля змінного струму високої напруженості на посівні якості насіння. Лабораторно - польові досліди показали, що змінний струм ( $f = 50$  Гц) високої напруженості є сильнодіючим фактором і може спричиняти як стимулюючу, так і негативну дію на насіння в залежності від параметрів обробки (напруженості електричного поля й експозиції), а також від фізіологічного стану насіння і біологічної особливості культури й сорту. Установлено, що насіння різних груп сільськогосподарських культур потребує для отримання позитивного ефекту неоднакових режимів обробки, а також різного періоду „обробка - висів”.

Лабораторні досліди показали, що вплив електричного поля змінного струму підвищує швидкість проростання насіння соняшника на 15- 20 %, а сої на 28- 34 %, при цьому за енергією проростання й схожістю оброблене насіння мало чим відрізнялося від необроблених.

Імпульси високої напруженості. Одним із способів електрофізичної передпосівної обробки насіння є обробка імпульсами високої напруженості.

Обробка насіння імпульсами високої напруженості відрізняється від інших

методів режимом і способом впливу. М.Н. Калантаров і інші дослідники вказують, що цим методом обробляється не сухе насіння, яке знаходиться в стані спокою, а зволожені й пробуджені до життя посівні матеріали.

Встановлено, що біологічний вплив електричного струму проявляється у двох протилежних напрямках: пригнічення мікроорганізмів (бактерицидний ефект); стимулювання життєдіяльності ферментів і мікроорганізмів. Той або інший ефект залежить від параметрів струму, режимів обробки, видів мікроорганізмів. Бактерицидний ефект проявляється вже при діапазоні температур 16...40 °С і призводить до інтенсивної загибелі деяких мікроорганізмів, тоді як при інших способах нагріву при цих температурах мікроорганізми інтенсивно розмножуються.

Електричний струм сприяє підвищенню обміну речовин у насіння, яке проростає, підвищенню інтенсивності дихання, активності гідролітичних ферментів, прискоренню процесів розщеплення складних органічних речовин (жири, крохмалі) до більш простих (моноцукри), які йдуть на живлення зародка. Встановлено, що короткочасна дія електричного струму призводить до припинення стану спокою, сприяє прискоренню розвитку й підвищенню врожаю.

## 2.2 Застосування електричного поля високої напруженості постійного струму для електрофізичної обробки с.-г. культур

З самого початку, зародження, а потім в процесі всього розвитку живі організми на Землі завжди знаходилися під безпосереднім впливом електричних і магнітних полів. Рослини розвивалися в електричних полях Землі, які характеризуються безперервним перенесенням аероіонів. З вершин рослин стікають електрони, а назустріч їм на листя йде потік позитивних аероіонів, які рослини поглинають, нейтралізують і в такому вигляді накопичують. У рослині більшість молекул поживних речовин перетворюються в іони і рухаються в

протилежних напрямках: негативні - уверх до листків, а позитивні – вниз до кореню. І чим більше рослина отримує іонів з атмосфери, тим швидше вона розвивається. [1]

Електричні поля і струми впливають на рослину, це було виявлено в вісімнадцятому столітті. У 90-х роках позаминулого століття було виявлено, що електростатичне поле є зміною вмісту шкідливих речовин в злакових і коренеплідних культурах. Після обробки, електростатичним полем зернових, наприклад, процентний вміст білка збільшилася на 19,3%, а відсоток цукру цукрових буряків – на 13,4%. Постійне електричне поле може модифікувати білковий комплекс (клейковину) зерна

У 90-х роках XIX ст І. Мічурін вивчав вплив статичного розряду електрики на пилок і вказав на можливість використання електроенергії для гібридизації.

Експерименти з пилом плодових дерев показало, що електростатичне поле високої напруги може бути використаний в якості біологічних стимуляторів властивостей пилку.

З 1954 року Челябінський інститут механізації та електрифікації сільського господарства (ЧИМЭСХ) розглядав питання про використання електронно-іонної технології в сільському господарстві, де увага була приділена питанням про теорію і прикладних областях постійне електричне висока напруга для очищення, сортування та попередньої обробки зернових

В. П. Крадьонов і інші дослідники [4] вивчали вплив електростатичних полів на розвиток культур. Вони вважають, що найкращий режим обробки, який сприяє росту клітин і накопичення біомаси кормових дріжджів, є електростатичне поле напруженістю 3 кВ / см в 1200 с часу обробки.

В даний час, було доведено, що кожна жива клітина має біоелектричні потенційні зміни які змінюються за величиною так і за знаком в залежності від взаємодії з навколишнім середовищем і процесів, що відбуваються в клітині.

Д. Сабінін вказує на те, що плазматичні утворення клітин є носії зарядів. Поляризованість граничних шарів протопласту в клітині викликають електростатичні сили. Електричний потенціал цього шару, десятки мілівольт.

використання електроенергії для безпосереднього виконання виробництва або прискорювати біологічні процеси, дає можливість уникнути проміжних і не потрібних перетворень енергії в інші види.

Спільні дослідження „НИМЭСХ” і „УралНИИ” показали, що електричне поле постійного струму високої напруженості не чинить негативного впливу на насіння зернових культур при обробі останніх на електрозернових машинах, так як у насінні зберігається його схожість.

На процеси інтенсивності першого проростання характеризується збільшенням сили початкового росту. Зелена маса рослин, які були вирощені з одного і того ж насіння пшениці „Діамант”, оброблених в електричному полі, важила 5,67 г, необробленого – 4,69 г. Початкова інтенсивність росту обробленого насіння була на 21 % більша, ніж необробленого.

Насіння, яке знаходиться у стані часткового покою з пониженою енергією проростання й схожістю, можна вивести з цього стану, обробляючи його в електричному полі.

В результаті експериментальних досліджень повідомлялося про позитивні ефекти електричного поля на проростання насіння. Рослини, які обробляються різними методами електричного поля протягом періоду вегетації, темпи зростання перед контролем. під час лікування вони отримали опір середовища. У ньому говориться, що найкращі результати виходять з сертифікованої вологості насіння 13-15%.

Н.В. Ксенз і інші дослідники вказують, що на схожість насіння вирішальну роль відіграють «стартові» продукти реакції і проміжного метаболізму, що відбувається з зародком. Так як обмін речовин відбувається в рідкому або колоїдному середовищі, вони досліджували вплив електростатичного поля на водопоглинаючу здатність насіння й врожайність пшениці Зерноградка 8..



Автори встановили, що коли електричне поле має напруженість 4,5 ... 6,0 кВ / см з'являється позитивний ефект. Також досліджувалися залежність біопотенціалів насіння і часу впливу в різній напруженості поля. Спостерігаються зміни ефекту при 10 ... 60 хвилин, а далі змін не було. Залежність біопотенціалу від напруженості поля, як повідомляють дослідники є екстремальною в природі, що відповідає максимальній інтенсивності 5,0 кВ / см, і збігається з найбільшим впливом на питому водопоглинаючу здатність.

Ф.Я. Изаков та В.А. Окулова досліджували вплив обробки насіння електричними полями на посівні і врожайні якості протягом декількох поколінь [9, 10]. Дослідження показали, що насіння першого покоління, які отримали з насіння оброблених електричним полем коронного розряду, можна висівати в наступному році без додаткового електричного стимулювання до посіву. Насіння оброблене електростатичним полем, має незначний залишковий ефект, тому в наступному році його не можна висівати без додаткової обробки.

В результаті цього дослідження, В. А. Окулова зазначила, що всі піддослідні рослини після обробки з високою інтенсивністю електричного поля (ЕІВН) постійного струму, росли швидше, ніж у контрольній групі. Випередження складало від 5,3 до 13,3%. Довжина колосу і кількість колосків у колосі було також вище в експериментальних зразках. Кількість колосків у колосі виросла до 10,4 шт. проти 8,6 шт. контрольних. Маса 1000 зерен у всіх варіантах дослідів була вищою, ніж в контролі. Число рослин, які виживають до збору урожаю, у оброблених було вище, ніж у контролі, і було 102-113%.

В.Н. Шмигель, В.Г. Рахманін і ін. дослідники також відзначають, що обробка насіння постійного електричного поля з високою інтенсивністю – в полі коронного розряду і електростатичного – дає позитивний вплив на якість зернових і насіння після збору врожаю. Причому, обидва електричних поля мають рівну ефективність. Автори провели дослідження по електричній обробці багатопшарового розміщення зерна. Випробування показали, що найкращі результати обробки насіння електростатичного поля, отриманих у всіх режимах електричного розм'якшується після обробки протягом чотирьох тижнів перед

посівом. Сходи випробувальних ділянок були дружніми і рівномірними. На стадії кушіння рослини виділялися рівномірним, високим і густим стеблом. У результаті отримали колос із більшою кількістю зернин.

Ці дослідники відмічають що найкращі режими обробки насіння в електричному полі: напруга прикладена до робочих електродів 20 або 28 кВ при товщині шару насіння відповідно 2 або 3 см і повітряному зазорі між верхнім електродом і шаром насіння в 1 см. При таких режимах напруженість електричного поля в зерні 3,5 і 2,9 кВ/см, а в повітряному зазорі 17,5 і 14,3 кВ/см.

Великий інтерес не тільки кількість, але і урожай зерна, отриманий в результаті попередньої обробки насіння електричного поля. У «ЧИМЭСХ» провели експерименти з вивчення вмісту білка в зерні. Експерименти проводилися в пшениці сорту Весна з тієї ж середньої інтенсивності ( $E = 5 \text{ кВ/см}$ ) часу експозиції електричного поля (5с), нормі висіву (840 зерен на  $1\text{м}^2$ ).

Обробка насіння використовує два типи електричних полів, однорідне і неоднорідне (поле коронного розряду).

Аналіз результатів дослідження. Дослідники прийшли до висновку, що одним з основних параметрів, що впливають на вміст білка є напруженість електричного поля. Щоб довести цей факт, зерно поміщають в герметично закритій пробірці, що виключає використання зерном ефекту іонів і різко скоротило струм корони. В цьому випадку, вміст білка збільшилася з 14,96% до 15,48%. Однорідне електростатичне поле струму коронного розряду присутнє, але зарядка зерна можливо шляхом дотику до електрода. Для того, щоб відключити заряд в цьому випадку досить, щоб покрити електрод, де лежить зерно ізолюючим шаром. В результаті обробка зерна на поліхлорвініловій ізоляції відсоток білка збільшилася до 15,92%. Різницю в результатах між обробкою в полі коронного розряду і в електростатичному, автори пояснюють неоднорідністю поля коронного розряду, завдяки чому напруженість біля електрода відрізняється від середньої напруженості поля.

Дослідники вказують, що негативний заряд сприяє накопиченню білка в насінні. Протилежний ефект має позитивний заряд. При обробці в статичному

полі на позитивному електроді наявність ізоляції перешкоджає отриманню позитивного заряду, тому відсоток білка при наявності ізоляції більший, ніж без ізоляції.

Порівняння ефектів електричної обробки на врожайність і вміст білка зерна показує, що дві цифри узгоджуються з тими ж законами. Проте, існує значна різниця. Електричне поле, яке забезпечує об'ємний вміст білка зерна, не є оптимальним з точки зору урожайності і навпаки режим, що забезпечує високі врожаї, не призводить до істотного збільшення частки білка в зерні. Таким чином, насіння і товарне зерно повинні бути оброблені в різних режимах.

Другою особливістю впливу поля на посівні якості насіння і відсотковий вміст білка білка полягає в тому, що ці показники по – різному залежать від знака заряду зерна. Якщо позитивний заряд завжди зменшує ефект електричного поля

на вміст білка, його вплив на врожайність при малих дозах (однапівперіодне випрямлення) не поступається впливу негативного заряду. При великих значеннях заряду зерен (згладжена напруга) вихідна потужність знижується в порівнянні з оптимальним режимом, але все ще вище, ніж в контролі. Таким чином, автори відзначають, зарядні знаки впливають на відсоток білка і врожай

зерна значно менше.

Ф.Я. Изаков і А.П. Блонская вказують, що передпосівна обробка насіння культур електричним полем забезпечує стабільне збільшення врожайності на 10-15%. Але механізм впливу електричного поля на якості насіння поки не відомі.

Щоб визначити механізм впливу електричного поля, були проведені дослідження, в ході якого вивчали роль електричного поля розмір і знак заряду, які отримані зерном, форму кривої сигналу випрямленої напруги. На думку авторів дослідження був зроблений висновок про те що напруженість поля є вирішальним фактором, що призводить до збільшення посівних властивостей насіння. З напруженістю понад 5 кВ / см ефект обробки знижується.

Також досліджувалась структура врожаю в залежності від форми кривої напруги при обробітку насіння в статичному полі напруженістю 5 кВ/см на

установках АКІ – 50 (однонапівперіодне випрямлення), ТУ – 180 (двонапівперіодне випрямлення) і на установці “Челябєнєрго” (яка працює за схемою множення із згладжуванням). Усі основні характеристики рослин

зростають при переході від однонапівперіодної схеми до двохнапівперіодної і зменшуються у схемі із згладжуванням напруги. При великій напруженості

позитивні заряди краще втримуються на зерні, що несприятливо позначається на його розвитку. Поліхлорвінілова ізоляція на позитивному електроді захищає зерно від позитивного заряду. Тому при тих же параметрах поля досягаються

більш висока виживаність рослин і врожайність.

В. А. Окулова показує, що різні пристрої з випрямлення при електрообробці насіння виявлення позитивної дії електричним полем не має особливої ролі, а краще - пульсуючий форму.

У цій статті було показано, що і при відсутності зарядки зерна електричне поле діє на біологічну активність насіння і призводить до підвищення врожаю. У той же час було відзначено, що іонізація повітря в електричному полі і інтенсивна зарядка насіння підвищують врожайність в ще більшому ступені. З

метою виявлення впливу на насіння іонізованого потоку повітря поза електричним полем проводили дослідження В.І. Нечаєв та інші дослідники В

дослідах потік іонізованого повітря з розрядного проміжку подавався на зерно пшениці "Весна", яке перебувало на діелектричній сітці. Результати досліджень показали, що зміна питомої концентрації носіїв струму від  $50 \cdot 10^7$  л / см<sup>3</sup> до  $98 \cdot$

$10^7$  л / см<sup>3</sup> при відсутності електричного поля впливає практично на силу початкового росту.

Порівняльні дослідження впливу електричної обробки на зерно, яке було проведено у середовищі повітря, азоту і кисню показав, що найбільш стимулюючий вплив на урожай пшениці і його структура обробляється з зернового азоту (табл 2.1.).

Дослідники вказують, що позитивний ефект відбувається через наявність негативних іонів азоту.

Таблиця 2.1

# НУБІП УКРАЇНИ

Залежність врожаю і його структури від середовища, у якому знаходилося зерно під час обробки

Середовище	Весняно – літня виживаність у % до контролю	Продуктивність однієї рослини у % до контролю	Абсолютна вага, г	Середній врожай, ц/га
Повітря (без обробки)	100	100	26,1	20,6
Повітря	111,1	107,7	27,5	27,1
Азот	113,7	120,2	27,9	29,8
Кисень	97,6	102,2	25,8	22,2

Дослідження по обробці насіння, із забезпеченням зарядки зерна була проведена в Уфі (БГАУ). Результати показали, що, незважаючи на значне поширення хвороб, бактерій, збереження рослин залишається на тому ж рівні.

Автори пояснюють це тим, що рослини після електрошокової терапії краще розвиваються і виживають.

А. І. Сальников та ін. досліджували обробку повітряно-сухого насіння сортів гречки «Немчиновская» і насіння різних сортів огірка за допомогою електростатичного поля постійного струму. Насіння засипали на кругових стаціонарних мідних листах, покритих нікелем (один електрод) шаром 2 ... 3 насіннини. Другий електрод того ж діаметру, що і перший, можна переміщувати, що дозволяє змінювати відстань між електродами і створити необхідну напруженість поля. Найкращі результати: насіння гречки в електричному полі 1

кВ / см опромінення протягом 90 с і 5 кВ / см для протягом 30 і 60 с; для насіння огірків сорту „Перосимый 40”, „ВНР-517”, „Майский” – напруженість 3 кВ/см, експозиція 60 с, „Марфинский” – напруженість 3 кВ/см, експозиція 90 с.

Позитивні результати обробки в електростатичному полі високої інтенсивності насіння овочевих культур вказують О.Г. Долгових [16]. Насіння були поміщені між електродами конденсатора, до якого було прикладено напругу 1,5 кВ. З ростом всхожості: такі як гірчичне зерно «Листовая», підвищення виходу зеленої маси в 30% в порівнянні з контролем.

Таким чином, при обробці насіннєвого матеріалу (ЕПВН) постійного струму має ряд переваг в порівнянні з іншими електрофізичними ефектами: - відсутність обробки з летальною дозою [17] (при досягненні напруги пробую установка вимикається негайно). , При обробці насіння з іонізуючим випромінюванням, імпульсу світла, ультразвуку, змінного струму, струмів високої частоти та інших встановлено наявність летальних доз - рослин, вирощених з насіння, обробленого електричним полем без будь-яких пошкоджень, - обробка насіння з постійним струмом електричним полем споживає невелику кількість енергії; - обробка насіння постійного електричного поля найбільш перспективним з точки зору мінімальної вартості обробки і можливості для механізації та автоматизації всіх видів діяльності для обробки насіння.

Особливості застосування електронно-іонної технології в сільському господарстві залежить від характеру оброблюваного матеріалу, який являє потенційно живі частинки або частки які впливають на живі матеріали. Електронно - іонна технологія в сільському господарстві стане реальною необхідністю, особливо якщо, вивчивши механізм вплив електричних полів на насіння різних культур, бульб картоплі та інших полів, можна буде повністю контролювати процес їх розвитку. Таким чином, дослідження впливу електричних полів на якість продукції, а також доходи від зернових і інших культур, що вирощуються з обробленого насіння, необхідно приділяти велику увагу.

Але тепер з великою кількістю експериментальних даних результати мають часто суперечливий характер, у дослідників не існує єдиної думки про шляхи і методи обробки. Для обробки насіння, без урахування його електричних

властивостей. Електростатичне поле високої інтенсивності використовується для стимуляції біологічних процесів і електростатичний сепаратор для поділу рослинних і зернових культур.

На кафедрі електропривода й електротехнологій Костромської „ГСХА” розроблена і апробована в Удмуртській республіці частина електростатичних сепараторів і стимуляторів насіння. Таких як електростатичний решітковий комбінований сепаратор (СЭРК) із змінними блоками (ЭССБР і ЭССБТЛ) і напругою 15 і 20 кВ, відповідно, електростатичний сепаратор плаский (СЭП), стрічковий електростатичний трієр (ЛЭТ).

Продуктивність електростатичного сепаратора СЭРК зі змінними блоками складає на насінні вівса: - ЭССБР – 0,056 т/год, ЭССБТЛ – 0,078 т/год, овочевих культур – СЭП – 0,5 кг/год, ЛЭТ – 2 кг/год.

### 2.3. Застосування магнітного поля для обробки сільськогосподарської продукції

Проведені дослідження із обробки сільськогосподарської продукції у знакомінному магнітному полі показали стійке підвищення врожайності і покращення вегетації рослин.

На відміну від інших електричних елементів чутливих до пилю, установки обробки в градієнті магнітного поля (ГрМП) повністю нечутливою до нього. Низький рівень споживання енергії ГрМП обробки, відсутність шуму магнітного поля поза зоною обробки (індукція 0,01 мТл відстані 0,5 м від областей обробки), що робить ці установки повністю безпечними для співробітників, до яких не вимагають високої кваліфікації. ,

Обробка проводиться без шкоди для людини, тварин і навколишнього середовища. Індукція магнітного поля у відомих установках для магнітної обробки сільськогосподарської продукції коливається від 0,006 до 0,04 Тл. Після декількох років польових випробувань було встановлено, що обробка

магнітним полем ячменю, пшениці, кукурудзи, сої збільшує врожайність на 10-15%. Було поліпшення проростання і подальшого росту томатів, перцю, огірка як при нормі, так і при більш низьких температурах.

На основі способу магнітної обробки покладено гіпотезу, що біологічні ефекти магнітного поля, викликані не абсолютним значенням напруженості, а зміною магнітного потоку у просторових координат чи часі.

Проведене агробіологічне дослідження із передпосадкової обробки картоплі обробки зі знако змінним магнітним полем з магнітною індукцією 2-6 мТл

У зв'язку зі зміною цих біологічних параметрів, пов'язаних з різними сторонами метаболізму, збільшення ваги і листя, кількість хлоропластів в клітині і вміст хлорофілу.

Дані показують, що, відповідно до ГрМП можливо прискорити перетворення крохмалю в гексози, «пробудження» великої кількості вічок. В результаті зміни в обмінних процесах є передумовою при інших більш високому виході. Експерименти збільшення виходу повинні бути прийняті був низьким - 8,1 ц / га, при урожайності на контролі 185,8 ц / га, а частка насіння збільшилася на 7,8%, але дрібна частка знизилася до 9%.

Вихід крохмалю був 27,28 ц / га, збільшення на 11,1% в порівнянні з контролем, тому з точки зору використання якісних показників застосування для обробки бульб даного типу обробки виправдано [25].

Дослідження, які мали місце в науково-дослідному інституті білоруської картоплі і садівництві показали, що завдяки передпосадковій обробці бульби повнота сходів зроста на 1,8 - 4,1%, сходи з'явилися на 1-3 дні раніше, бутонізації 1-5 розквітає - 2-7 днів раніше, щільність посіву до збору збільшилася на 2,0 - 2,3 тис кущ / га, висота рослин - від 2,9 до 3,9 см.

При обробці насіннєвих бульб продуктивність рослин збільшилися на 18-20% маса ринкових бульб - 3,5 - 6,0%. Підвищує стійкість рослин до хвороб. Фітофтора з'являється на 5 - 7 днів пізніше, коли він поширення досягає 8 - 15%



на 15 - 20% нижче ураженість ризоктонізом: у бульбах підвищений вміст крохмалю, білка і вітаміну С. збільшується «лежкість» картоплі в осінньо-зимовий період, за законом збільшення товщини захисної шкірки бульбо в збиральний період, а не під час зберігання Це призводить до різкого зниження втрат при зберіганні з 25 - 30% до 4 - 5%.

Всі дослідження були проведені у магнітному потоці розсіювання, при незначній магнітній індукції, використуваної в даній установці (постійні магніти, розташовані над конвеєрною стрічкою) зробили неможливий створити високу індукцію магнітного поля. Таким чином, оптимальні схеми обробки були встановлені, хоча спостерігаються позитивним вплив на ріст і розвиток рослин, урожайність та термін зберігання картоплі.

Магнітна обробка сільськогосподарських рослин були розроблені в постійних магнітів, електромагнітів і структур, які є постійними і електромагнітами. Класифікація установок для магнітної обробки сільськогосподарської продукції показана на рис.2.1.



Рис.2.1 – Класифікація установок для електромагнітної обробки сільськогосподарської продукції

Перевагою установок з постійними магнітами є простота конструкції, низькі експлуатаційні витрати, відсутність необхідності в електропроводці. Вони не споживають електроенергію, не створюють негативного впливу на навколишнє середовище і є безпечними для обслуговуючого персоналу.

Установки із електромагнітами є складнішими за конструкцією, мають вищу вартість і експлуатаційні витрати, але дають можливість отримувати і регулювати більші магнітні індукції.

У ННЦ "ІМЕСГ" розроблений електромагнітний стимулятор для підвищення енергії проростання насіння, який може застосовуватися для обробки будь-яких сільськогосподарських культур. Стимулятор складається із соленоїда (рис. 2.2), який отримує живлення від мережі однофазного струму напругою 220 В частотою 50 Гц. [27].

Напруженість магнітного поля на осьовій лінії соленоїда визначається за формулою:

$$H = \frac{IW}{2} (\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1), \quad (1.1)$$

де  $H$  – напруженість магнітного поля, А/м;

$W$  – кількість витків у соленоїді, шт.;

$I$  – струм, що проходить через соленоїд, А;

$\alpha_1, \alpha_2$  – кути, згідно рис. 1.3, рад.

Густина енергії магнітного потоку у даній установці змінюється як у радіальному, так і аксіальному напрямі. Питома споживана потужність установки – 5 Вт/кг.

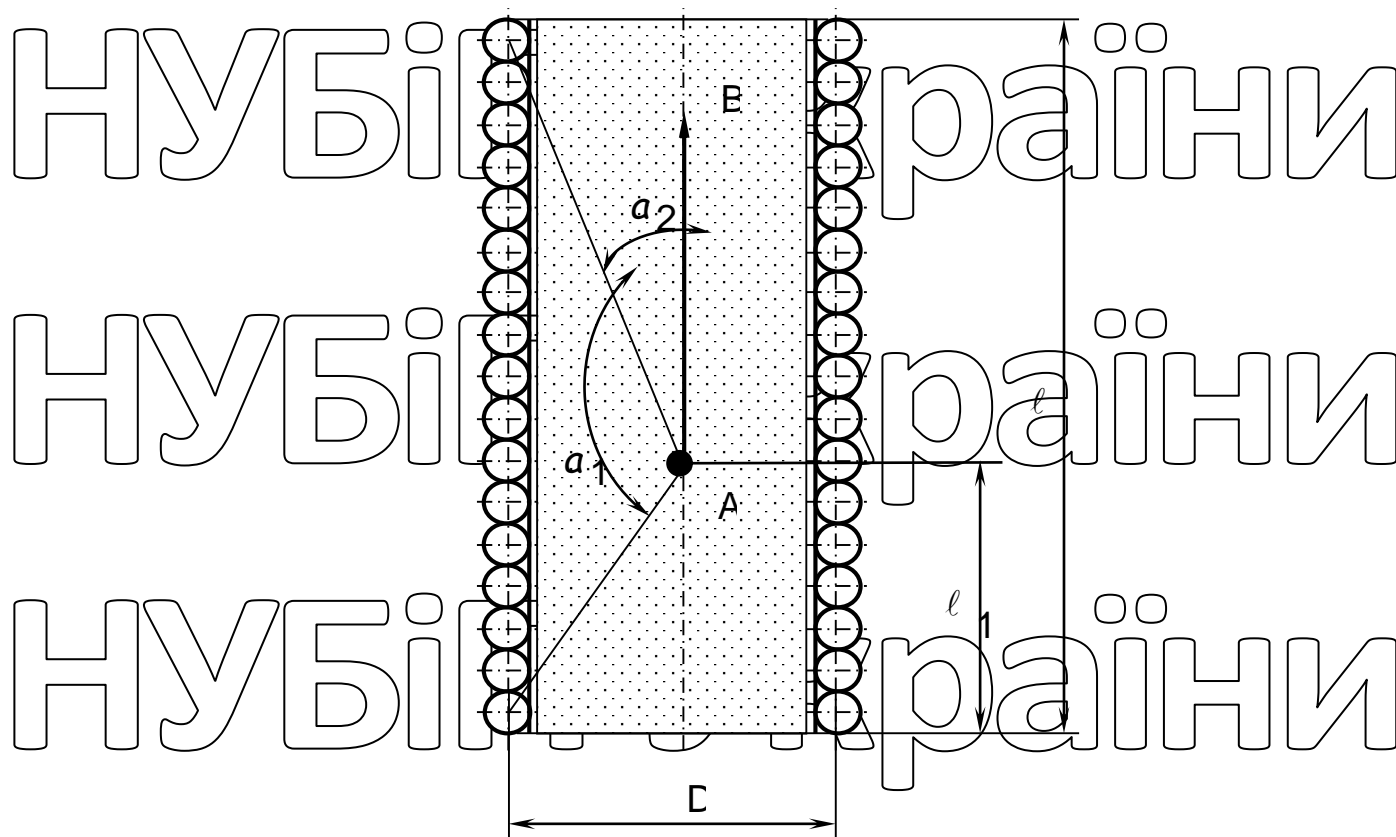


Рис. 22 – Схема робочого органу електромагнітного стимулятора

Застосування стимулятора сприяє підвищенню урожайності на 15 – 25 % як зернових культур, так і коренебульбоплодів, зеленої маси тощо. Продуктивність установки від 10 кг/рік (для насіння овочевих культур) до 1000 кг/рік.

Також були проведені дослідження по передпосівній обробці насіння при живленні соленоїда від генератора частоти звуку ГЗ-33 з частотою струму 20 кГц.

Установка, розроблена в Кубанському державному аграрному університеті складається з котушки соленоїда 500 витків і діаметру дроту 1,2 мм. Котушка намотана на фанерній рамі з діаметром 60 см, що дозволяє помістити в нього мішок з насінням будь-якої рослини або просипати насінням через соленоїд. Було встановлено, що оптимальний час експозиції обробки нерухомого насіння 4...5 хвилин для всіх досліджених культур.

Розроблено обладнання, щоб стимулювати життєві процеси біологічних об'єктів при впливі електромагнітних полів  $1 - 1000 \text{ E}$  і одночасно проходження електричного струму  $1 - 400 \text{ мкА}$  в інтервалі часу від 10 секунд до 2 годин.

Підключення за допомогою електродів до біоб'єкта, електроенергії та впливу електромагнітного поля з використанням котушки, включений в коло електродів і розміщені на одному з них. На електроди подають напругу від мережі змінного струму через знижуючий трансформатор з можливістю регулювання напруги у діапазоні  $3 - 12 \text{ В}$ .

Прикладна точка зростання рослин в імпульсному магнітному полі, коли число імпульсів менше, ніж 100. Для того, щоб зробити це правильно орієтували два магнітних індуктора (феритовий тороїд) із синхронізацією імпульсів запуску. Магнітне поле в індуктор було  $0,26$  і  $0,72 \text{ Тл}$ , а тривалість обробки - 40 сек.

Пристрій для попередньої обробки насіння за допомогою електромагнітних хвиль низької частоти, оброблюване насіння розміщували у середині котушки і витримували у магнітному полі при певних для кожної культури частоті поля й експозиції обробки. Недоліком цього методу обробки є низька продуктивність за рахунок внутрішніх розмірів котушки і малий ефективний вплив на насіння електромагнітного поля.

Для підвищення ефективності обробки на насіння перед посівом впливали постійним магнітним полем з напруженістю  $200 - 900 \text{ А / м}$ , в той час як частотно-модульовані коливання вкрай низької частоти на 40 - 60 хвилин при напруженості поля  $120 - 1400 \text{ А / м}$ .

Для цієї машини був використаний, генератор ГЗ-148 частотомір Ф5041, генератор несучої частоти ЛЗ1, який також здійснював функцію частотно-модульованого пристрої осцилографа С1-69, контрольованої вихідна напруга підсилювача, підсилювач «Амфитон» 25В-202С, який є багат шаровою котушкою, ємності для завантаження насіння та постійного магніту.

Використовуваний котушка випромінювача з 2500 витками, внутрішній діаметр  $3 \text{ см}$  і площею поперечного перерізу  $30 \text{ см}^2$ , активним опором  $130 \text{ Ом}$ . Постійний

магніт створює напруженість поля  $250 \text{ А / м}$ . Частота несучої дорівнює  $1 \text{ кГц}$  частота модульованої напруги у край низькочастотного діапазону підбиралася для кожної культури окремо. Що ж стосується ємності, для завантаження насіння використовувалася камера, виконана з магнітного матеріалу

Синусоїдальні коливання надзвичайно низькою вихідній частоти генератора до підтримки і підтримки частоти несучої частоти генератора, причому частота зміни електричних коливань. Вихідна частота генератора несучої осциляції, представлений підсилювач і вихідний підсилювач для випромінюваче устаткування.

При обробці насіння девіація частоти становила  $250 \text{ Гц}$ , індуктивність випромінювача була  $0,3 \text{ Гн}$ , середнє значення напруженості магнітного поля  $660 \text{ А/м}$ , тривалість опромінення насіння  $50 \text{ хв}$ . Схожість насіння збільшувалася порівняно з контролем на  $27\%$ .

Розроблений в якості пристрою для передпосівної обробки насіння низької частоти електромагнітного поля, в якому зберігаються низькочастотних електромагнітних хвиль і електрично зв'язаного випромінювача, електромагнітного випромінювання, спрямованого на насіння.

Джерело низьких електромагнітні хвиль в частотно-регульованому в діапазоні від  $8$  до  $19 \text{ Гц}$  і форми відповідного випромінюваного сигналу що відповідає інтраглобулярним перетворенням у даному оброблюваному посівному матеріалі, і потужності випромінювання.

Обладнання містить також пристрій керування роботою регульованого джерела, вихід якого за допомогою шини електрично зв'язаний з регульованим джерелом, і комп'ютер, вихід якого за допомогою шини з'єднаний із входом засобу керування. Обладнання працює в трьох режимах: А завдання частоти й форми сигналу без його випромінювання; Б випромінювання сигналу; В пряме завдання й випромінювання сигналу. Устаткування, розроблене для обробки насіння імпульсних електромагнітного поля, і електрогідролічний ефект (рис. 2.3).

Насіння, що підлягає обробці, разом з розчином мікроелементів 1 розміщують у ванні 2, виконаній з діамантного матеріалу (нержавіючої сталі), із зовнішньої сторони якої розміщена обмотка 3, з'єднана послідовно з електродами 5 випромінювача 4, наповненого водою і встановленого у нижній частині ванни 2. Обмотка 3 і електроди 5 випромінювача 4 послідовно підключаються до джерела імпульсного струму 6.

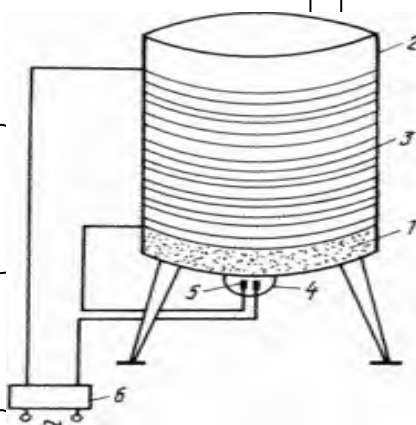


Рис. 2.3 – Пристрій для обробки насіння імпульсним електромагнітним полем і електрогідралічним ефектом

При вмиканні джерела імпульсного струму 6 у випромінювачі 4 виникає електрогідралічний ефект, при цьому одночасно через обмотку 3 проходить потужний імпульс струму, внаслідок чого в корпусі ванни 2 виникають значні механічні коливання, а усередині корпуса ванни 2 утворюється імпульсне електромагнітне поле. Таким чином, ванна 2 зазнає механічних коливань за рахунок роботи електрогідралічного випромінювача 4 і за рахунок магнітоімпульсної обробки внаслідок проходження імпульсу струму обмоткою 3. У результаті такого комплексного впливу амплітудний і частотний діапазон коливань ванни 2 значно розширюється, що сприяє глибшому проникненню мікроелементів у поверхневі шари насіння, а це у свою чергу підвищує якість обробки. Крім того, оскільки ванна виконана з діамантного матеріалу,

відбувається обробка насіння електромагнітним полем, що також сприяє підвищенню якості обробки.

Обладнання для передпосівної обробки насіння у магнітному полі (рис. 2.4) та ультрафіолетовими променями складається з корпусу 1, виконаного циліндричним, що складається із двох секцій, одна із секцій 2 виконана з діамагнітного матеріалу, інша нижня секція 3 металева, а обмотка складається з декількох зустрічно увімкнених ідентичних котушок 4, розташованих на секції 2 корпусу 1. Обладнання також має джерело 5 ультрафіолетового випромінювання, яке встановлене всередині корпусу уздовж його поздовжньої осі 6 металевої секції 3 за допомогою кріплення 7. На внутрішній полірованій поверхні 8 корпусу розташовані в шаховому порядку металеві штирі 9, а зовнішня поверхня корпусу 10 виконана ребристою. Крім того, корпус 1 зовні охоплений запобіжним кожухом 11. Зверху розташований накопичувальний бункер.

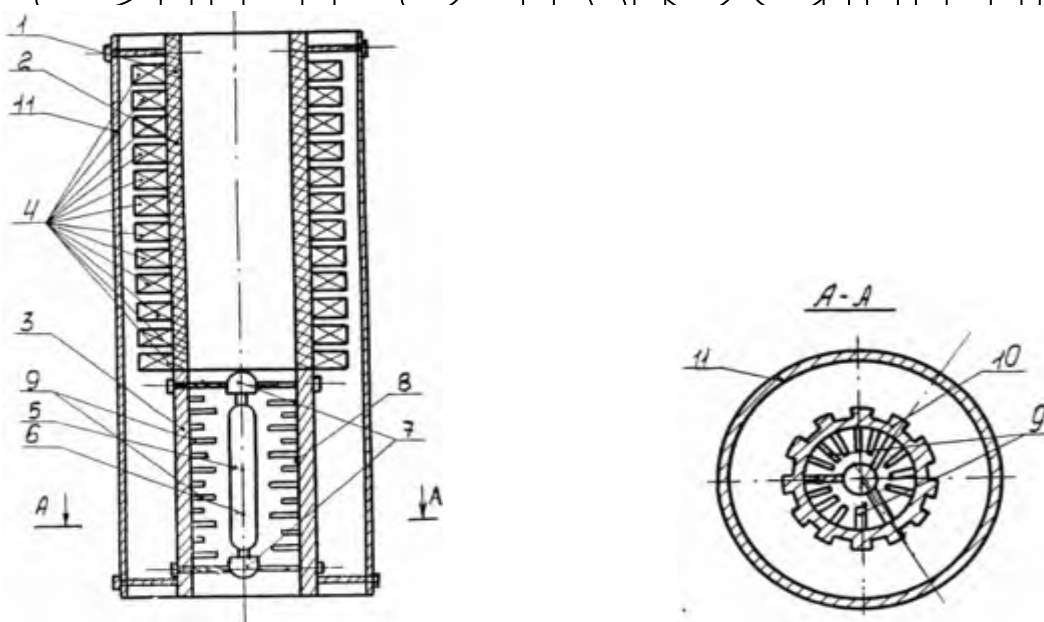


Рис. 2.4 – Установка для передпосівної обробки насіння у магнітному полі та ультрафіолетовими променями

Обмотка, що складається з котушок 4 і джерела 5 ультрафіолетового випромінювання, підключається до джерела змінного струму. У верхній секції 2 корпусу встановлюють накопичувальний бункер, з якого насіння

самопливом надходить спочатку у порожнину діамантної секції 2 корпусу 1, потрапляючи при цьому в зону дії поздовжнього пульсуючого магнітного поля,

створюваного котушками 4, а потім у порожнину металеві секції 3 корпусу 1, потрапляючи в зону опромінення ультрафіолетовими променями. Для того, щоб опромінення було рівномірним, на внутрішній поверхні 8 секції 3 розташовані

металеві штирі 9, стукаючись об які насіння змінює своє положення у просторі

опромінення. Крім того, для опромінення використовується відбите світло від полірованої внутрішньої поверхні 8.

Послідовно-зустрічне вмикання кількох котушок на змінну напругу істотно покращує ефективність магнітної активації під час обробки посівних матеріалів.

Це призводить до посилення неоднорідності і підвищення просторового градієнта магнітного поля, що є основним чинником ефективності впливу на біологічні об'єкти, зокрема на насіння

Під час такого підключення котушок градієнт магнітної індукції уздовж руху насіння досягає 10-15 мТл/см. Необхідна індукція поля забезпечується за рахунок живлення котушок змінною напругою.

Установка для передпосадкової обробки бульб картоплі в обертовому електромагнітному полі (рис. 2.5) має завантажувальну ємність 1, установлену

над транспортером 2 з натяжним механізмом 3. При цьому під приводним валом

транспортера розташований прийомний бункер 4, а вантажонесуча стрічка

транспортера 2 розміщена в порожнині статора трифазного електродвигуна 5, що є джерелом створення електромагнітного обертового поля. На зовнішній

поверхні корпусу електродвигуна 5 встановлена діелектрична П-подібна

пластина 6 із закріпленими на ній позитивним 7 і негативним 8 гнучкими електродами, покритими гумою. Транспортёр 2, що подає картоплю,

приводиться в дію від електродвигуна 9 через клинопасову передачу



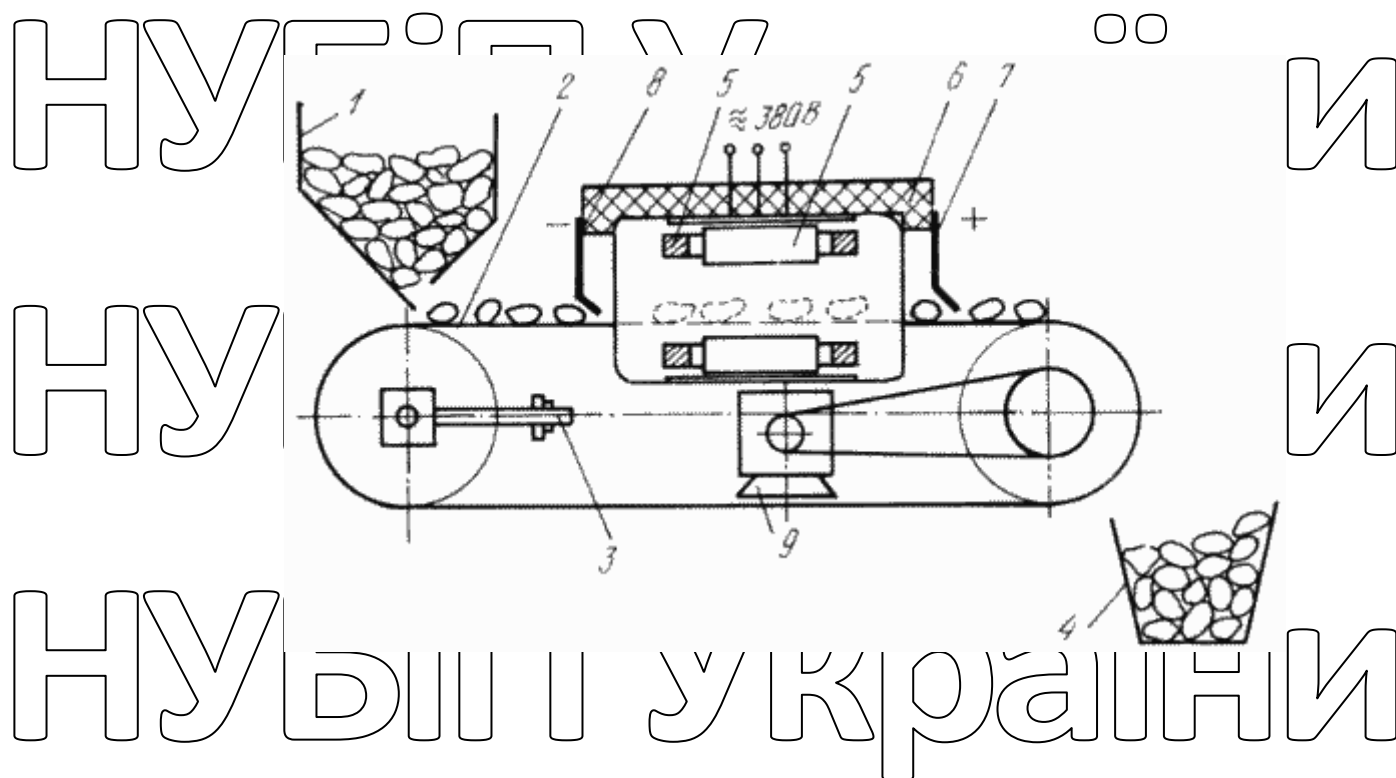


Рис. 2.5 – Установка для передпосадкової обробки бульб картоплі в

обертовому електромагнітному полі

Посадковий матеріал (бульби) із завантажувального бункера 1 надходить на транспортер 2, який подає бульби в порожнину статора трифазного електродвигуна 5, в якій утворюється поле постійного струму (між електродами 7 і 8) із одночасним накладанням на нього обертового електромагнітного поля статора електродвигуна, тобто зазнає спільної дії поля постійного струму і обертового електромагнітного поля. При виході бульб з порожнини статора електродвигуна 5 вони скидаються в прийомний бункер 4.

Передпосадкова обробка картоплі в напруженості поля постійного струму 1 кВ/см з використанням обертового електричного поля зі швидкістю  $3000 \text{ хв}^{-1}$  та інтенсивності 150 А / м може збільшити продуктивність на 10 - 12%. Обробка бульби також стимулює вплив на процес проростання бульб, ріст і розвиток рослин, прискорює процес утворення бульб.

Ефективність стимулювання бульб в обертовому електричному полі залежить від напруженості поля і тривалості впливу на бульбі.

Недолік електромагнітних пристроїв для обробки продуктів сільськогосподарських продуктів здійснюється в середині соленоїда малого діаметра, і, отже, продуктивність дрібних рослин і може бути використані правда, тільки насіння. Збільшення діаметра соленоїда призводить до зменшення магнітної індукції, що знижує ефективність обробки.

У застосуванні імпульсним магнітним полем і вищою або нижчою частоти струму до живлення соленоїда потрібен спеціальне джерело живлення. У багатьох випадках обробка тільки в електромагнітному полі виявилася неефективним, тому завжди доповнюється іншими видами (ультрафіолетом, струмом, полем коронного розряду). Внаслідок цього вартість установок з електромагнітів значно вище систем з постійними магнітами. Крім того, відбувається збільшення експлуатаційних витрат і енергоємність процесу обробки.

Тому більш поширеними є магнітні установки для магнітної обробки сільськогосподарської продукції з постійними магнітами

Проста установка складається з двох постійних магнітів, що створює знакозмінне магнітне поле

Американські компанії, що виробляють інструменти для магнітної обробки насіння сільськогосподарських культур. Намагнічене насіння, так як вони кажуть, зберігає свої властивості необмежений час, різниця між контролем і обробленим насінням, яке висіє через 11 років, була такою, як і зразу після обробки.

Рекомендована індукція магнітного поля складає 30 Гаус.

Установка для обробки сільськогосподарської продукції невеликого об'єму за допомогою постійного магнітного поля що має велику неоднорідність із градієнтом 105 - 107 Е / см при обробці об'єкти розміщуються в області полів розсіювання, що створюються над зазорами (1 - 10 мм) кругову магнітну система індукція насичення феромагнетика 404 Гс.

В Росії розроблено обладнання для обробки бульб картоплі перед посадкою, при завантаженні насіння в транспортні засоби шляхом установки над стрічкою вивантажного конвеєра ТКА-30 6 пар магнітних модулів на відстані 110 мм один від одного і від конвеєрної стрічки, швидкість руху бульб в області магнітного поля – 1-1,3 м/с при напруженості 20 Е.

Магнітний модуль складається з двох касет по два магніти кожен. Касети з магнітами за допомогою коромисла й фіксатора кріпляться до кронштейна

На рис.2.6 представлено обладнання для електромагнітної обробки розсади сільськогосподарських культур або їх насіння

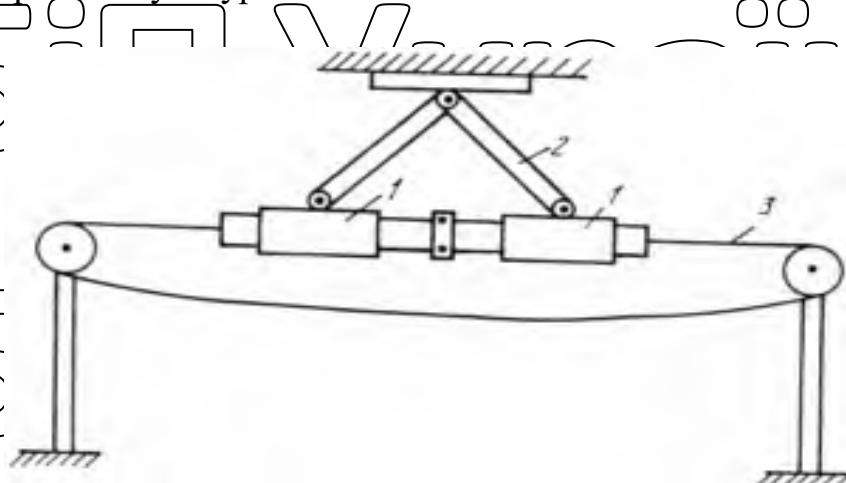


Рис. 2.6 – Установка електромагнітної обробки розсади сільськогосподарських культур або їх насіння

Магнітні модулі 1 виконані з ферито-барієвого сплаву і мають полюси із плоскою поверхнею. За допомогою кронштейна 2 магнітні модулі 1 установлені з полярністю полюсів, що чергуються. Магнітне поле діє поперек стрічки транспортера 3, якою розсада або насіння подаються на висадження. Кількість магнітних модулів 1, встановлених на кронштейні 2, залежить від необхідної кратності магнітної обробки для конкретного посівного матеріалу.

Оптимальний режим магнітної обробки має місце при величині магнітної індукції в активній зоні обладнання 30-120 мТл.

Для обробки бульб картоплі у ЦНДІМЕСГ Нечорноземної зони розроблена установка, яка складається з 6 пар магнітних модулів, установлених над стрічкою завантажувального транспортера картоплі ТЗК-30. Відстань між модулями – 110 мм, від модуля до стрічки транспортера – 150 мм. Модулі встановлюються з полярністю, що чергується. Проходячи в магнітному полі, бульби зазнають стимулюючого впливу, який проявляється у збільшенні проникності мембрани, перегрупованню іонів у клітинах, появі електричного поля в результаті переміщення рідини й часток у магнітному полі тощо.

Передпосадкова обробка цибулі-ріпки у знакозмінному магнітному полі забезпечує виведення цибулин зі стану спокою, збільшення кількості біомаси при конвеєрній вигонці цибулі на зелену продукцію в овочівництві захищеного й відкритого ґрунту протягом всього року.

Пристрій для обробки посадкового матеріалу ріпчастої цибулі перед висадкою містить шість модулів. Кожен модуль (рис. 2.7) складається із касети з магнітами 1, коромисла 2, кронштейна 3, пальця стопорного 4 і кріпильних болтів 5.

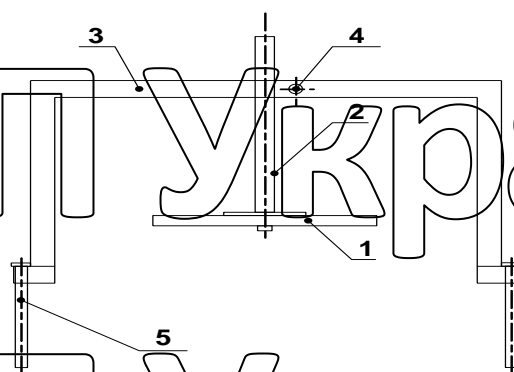


Рис. 2.7 – Модуль установки для обробки посівного матеріалу. Вид збоку

Модулі монтується на завантажувальний картопляний транспортер ТЗК-30 (рис. 2.8) із дотримання відповідного чергування полярності магнітів. Відстань від них до стрічки транспортера повинна складати близько 100 мм.

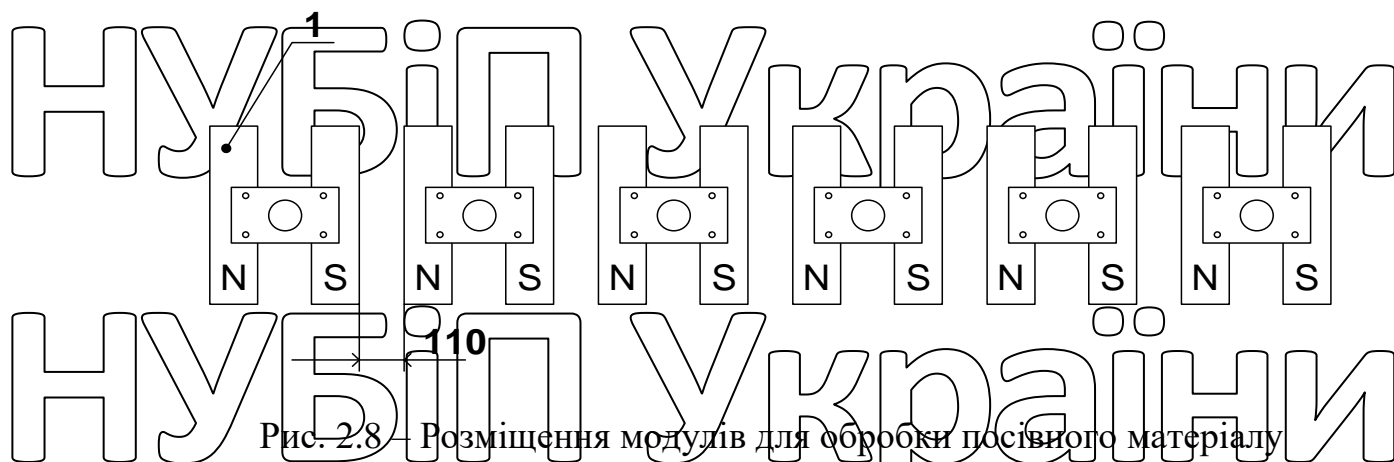


Рис. 2.8 Розміщення модулів для обробки посівного матеріалу

Сухі здорові цибулини 1 (рис. 2.9) діаметром 15–50 мм із накопичувача 2 переміщуються стрічкою транспортера 3 зі швидкістю 1–1,3 м/с, проходячи через область знакозмінного магнітного поля. Продуктивність установки до 25 т/рік. Обробка цибулі у знакозмінному магнітному полі забезпечує отримання врожаю вигонки на 3–5 днів раніше, ніж без застосування обробки, і збільшення зеленої стандартної продукції з 3,1 до 4,2 кг/м.

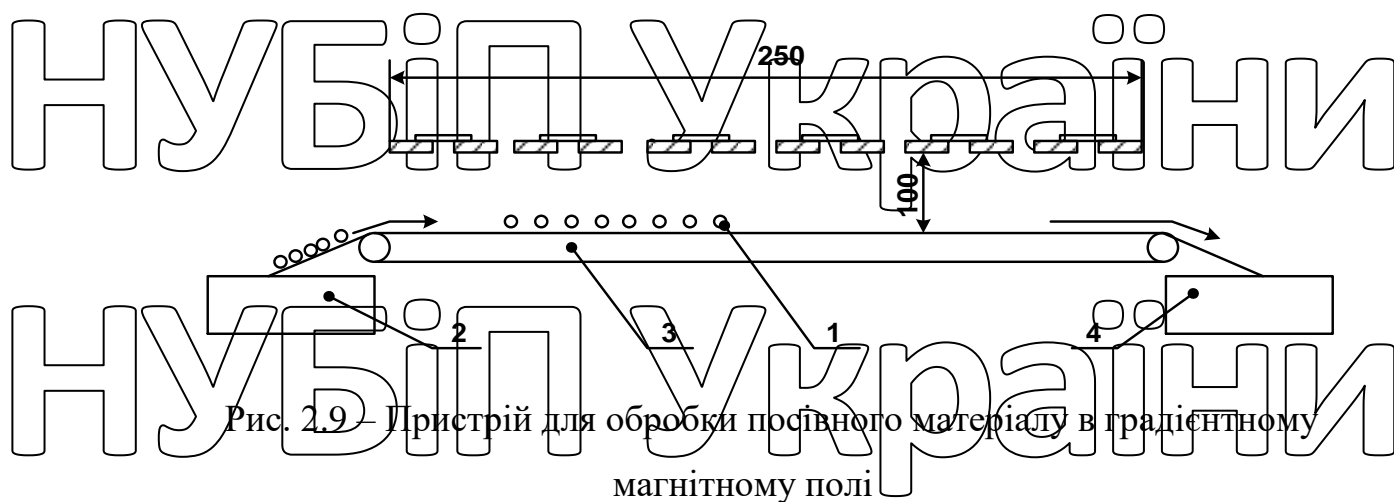


Рис. 2.9 Пристрій для обробки посівного матеріалу в градієнтному магнітному полі

Установка для обробки насіння соняшника складається з бункера, засувки й магнітного модуля. Магнітний модуль являє собою циліндр, усередині якого за допомогою болтів та діелектричних вставок закріплені циліндричні магніти. Завдяки отворах у циліндрі кількість магнітів і відстань між ними може змінюватися. У результаті експериментальних досліджень були визначені такі параметри установки для обробки насіння соняшника у знакозмінному магнітному полі: градієнт 0,88 мТл/мм, 2 магніти, відстань між магнітами 8 см, рух насіння від північного до південного полюса. Збільшення врожайності

соняшника сортів "Козачий", "Майстер" і гібрид "Сигнал" складо від 1,9 до 2,6 ц/га залежно від сорту.

Установки для магнітної обробки сільськогосподарської продукції є простими за конструкцією, енергоощадними і не потребують для обслуговування спеціальної кваліфікації обслуговуючого персоналу. Магнітна обробка сільськогосподарської продукції за допомогою систем на постійних магнітах у порівнянні з іншими методами не пов'язана із трудомісткими, дорогими й нерідко шкідливими для обслуговуючого персоналу операціями (наприклад, хімічною, радіоактивною або електричною обробкою) і є технологічним процесом.

Таким чином, аналіз установок для електромагнітної обробки сільськогосподарської продукції показав, що передпосадкову обробку картоплі найдоцільніше здійснювати машинами транспортерного типу у знакозмінному магнітному полі із застосуванням постійних магнітів.

#### 2.4. Застосування оптичного випромінювання для обробки сільськогосподарської продукції. Технічні засоби

Фотосенергетичні методи – це використання сфокусованого імпульсного лазерного випромінювання, сонячного світла, інфрачервоного випромінювання та ультрафіолетового випромінювання

Лазерне випромінювання є одним з найбільш ефективних способів фотосенергетичної обробки. Лазерне стимулювання застосовують в біологічних і медичних цілях, але природа і механізми дії таким чином, в повному обсязі не розкриті. Основні властивості лазерної стимуляції – це селективність лазерного впливу (зміни відбуваються тільки в «хворих» біосистемах, на «здорові» вплив не поширюється). Слід також зазначити, що ефект відбувається тільки в дуже малій інтенсивності і енергії, поглиненої дози.

Під час лазерного опромінення основним є інформаційний вплив. Лазер приводить в дію різні біомеханізми, що позитивно чи негативно впливають на об'єкт. Використовуючи той же лазер, з просуванням діяльності, найбільшу вигоду з економічної точки зору, оскільки вони створюють максимальний ефект, використовуючи найменшу потужність електромагнітного поля. [26]

Випробуваннями було встановлено, що лазер діє як на структуру біологічних клітин, так і на самі клітини відповідно. Однак, намагаючись встановити відповідність між енергетичними рівнями атомів або молекул і енергією існуючих квантів світла і знайти світлочутливий агент в біотканині не привів до позитивних результатів, через недостатнє врахування ступеня «відкритості» біологічних систем. Відкриті системи, на відміну від ідеалізованих замкнених систем, обмін з проблемою навколишнього середовища, енергетики та, найголовніше, інформація. Біологічні системи не є відкритими тільки вони складаються з активних дрібних речей, що структура складна і погано визначена. Дійсно, поняття специфікації товару такі активні відкриті системи в значній мірі залежить від завдання і слід розглядати як складну взаємодію в процесах самоорганізації, на відміну від використання терміна " макромолекула «, що, за визначенням, включає в себе більшість хімічних властивостей речовини.

Існують деякі пояснення вибіркості лазерної стимуляції. Порушення функціонування клітини викликає, в першу чергу, накопичення зайвих продуктів біологічних реакцій і їх виведення за межі клітини реалізується збільшенням поверхневої площі мембрани, що виявляється як виникнення опуклостей клітинної мембрани. Біомакромолекула, що потрапила у такий стан, неминуче змінює форму, стає переважно двомірним утворенням, що веде до збільшення її власного дипольного моменту. Ріст дипольного моменту в молекулі призводить до збільшення її світлочутливості. Іншими словами, «хвороба» сенсibilізує клітину і забезпечує селективність до лазерної біостимуляції. Можна зауважити, що клітини, які спеціалізуються на фото-рецепції, мають у своєму складі саме плоскі структури типу дисків. Це також підтверджує необхідність зміни структури молекули для підвищення її світлочутливості.

Використання лазерного опромінення є економічно вигідним. Енергоспоживання квантових генераторів складає 60–200 Вт. Технологія використання є нескладною. Конструкція квантових генераторів дозволяє в широких межах змінювати потужність випромінювання, концентрацію енергії, в широких межах (від мільярдів Вт/см<sup>2</sup> до мкВт/см<sup>2</sup>) модулювати параметри сигналу (тривалість імпульсів, періодичність впливів, резонансність дії).

Стимуляція насіння лазерним випромінюванням дозволяє підвищити схожість і енергію росту в межах 20 % і, як наслідок, одержати прибавку врожаю на 11–12 % за низьких енергозатрат. Промислові лінії, створені на базі лазерних установок, мають вихідну потужність 90–110 мВт і забезпечують продуктивність 300–500 кг/год. Однак слід зазначити ряд недоліків: нестабільність одержаних результатів, висока вартість промислового обладнання, недостатня вивченість процесів дії.

Використання сфокусованого імпульсного сонячного світла також позитивно впливає на насіння – збільшується енергія росту, на 12–15 % підвищується схожість, покращується пропускна здатність клітинних мембран і, як наслідок, підвищується поглинання речовин. Метод не набув практичної реалізації через складність такої технології (створення фокусуючих поверхонь, імпульсних систем подачі світла, неможливості використання в похмуру погоду). [23]

Інфрачервоне випромінювання можна віднести як до фотоенергетичних, так і до термічних методів оскільки промені цього діапазону мають високу проникну здатність і спричиняють нагрівання насіння. Позитивним ефектом від такої обробки є підвищення схожості й енергії росту на початкових етапах розвитку рослин в межах 11 %. Перевагами такого обробки є конструктивна простота обладнання (ІЧ-лампи, теплоелектронагрівачі) та дешевизна методу. Останнім часом використовується мало через високу енергоємність обладнання.

Ультрафіолетове опромінення насіння і рослин набуло широкого вжитку, особливо в умовах закритого ґрунту. Метод використовується для знезараження насіннєвого матеріалу, повітря, ґрунту, боротьби з хворобами рослин, продовження світлового дня. За рахунок використання ультрафіолету,



підвищення врожайності може досягати 10–15%. Обладнання є нескладним і недорогим. Енергоємність – невисока, потужність ультрафіолетових ламп, що використовуються в сільському господарстві, складає 15–30 Вт, експозиція під час знезаражування – 5–30 хвилин. Харківська електротехнічна компанія ХЕЛКО випускають установки для передпосівної обробки насіння с.г. культур УФ випромінюванням наприклад: установка АУФ-1К (рис.1.4), установка СН-100 УФ (рис.1.5. а- загальний вигляд, б- схематичний вигляд).



а)



б)

Рис.2.10. Установка СН -100УФ для передпосівної обробки насіння  
а- загальний вигляд; б- схематичний вигляд.

В середину барабана насіння завантажується через спеціальний люк. Коли барабан приводиться в рух, автоматично включається і розташоване всередині нього джерело ультрафіолетового випромінювання. Розташування ультрафіолетових ламп і швидкість обертання самого барабана сприяють тому, що завантажене в барабан зерно опромінюється рівномірно. Керувати роботою такої установки можна з шафи управління.

Установка АУФ-1К призначена для передпосівної активації насіння с.г. культур УФ випромінюванням для збільшення врожайності та стійкості до захворювань і несприятливих кліматичних чинників



Рис.2.11. Установка для для передпосівної обробки насіння АУФ-1К

Установка СН -100 УФ - призначена для обробка насіння ультрафіолетовим випромінюванням дозволяє збільшити врожай с.г. культур на 10-50% без застосування хімії . при цьому збільшується схожість та енергія проростання, зменшується термін досягання на 3-15 діб, збільшується стійкість врожаю до впливу навколишнього середовища. Продуктивність- 500 кг/год. Енергоспоживання -0.5 кВт/год.

## РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В НАСІННЕВІЙ МАСІ ПІД ДІЄЮ СИЛЬНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

### 3.1. Теоретичні дослідження механізму впливу сильного електричного поля на електрофізичні властивості окремих насінин

Важливе значення в сільськогосподарському виробництві при реалізації комплексу заходів із покращення посівних якостей насіннєвого матеріалу має передпосівна обробка. Відомо біля ста способів такої обробки і в тому числі – за допомогою електротехнологій з використанням електрофізичних факторів [12]. Сучасною наукою розроблена значна кількість електротехнологічних способів і технічних засобів для стимуляції життєдіяльності рослини, зокрема, насіннєвого матеріалу, які дозволяють збільшувати кількість і покращувати якість сільськогосподарської продукції.

Електротехнологічні методи обробки й технології з використанням електричних полів високої напруженості, як найбільш малоенергоємні, відносно легко здійснюються і є екологічно чистими, можуть і повинні знайти широке застосування в рослинництві.

Але, як відмічалось в першому розділі цієї роботи, механізм впливу електричних полів високої напруженості на біологічний об'єкт недостатньо вивчено, відсутні математичні моделі і достатньо обґрунтовані гіпотези. А не знаючи механізму впливу й шляхів дії, неможливо розробити ефективні режими обробки насіннєвого матеріалу різних сільськогосподарських культур. Тому в підрозділах цього розділу розглянемо процеси, які відбуваються в окремій насініні та зерновій масі під впливом електричних полів високої напруженості.

Розглянемо зерно з електрофізичної точки зору. Електричні заряди, які є в зерні, мають в основному іонний характер. Їхньою особливістю є те, що проявляються як іони вони тільки в розчині. Не в розчиненому стані вони мають нейтральний стан. Тому зерно в абсолютно сухому стані має дуже низьку електропровідність та діелектричну проникність. У цьому стані воно є хорошим діелектриком.

У такому стані воно практично не чутливе до впливу різних полів. Завдяки цьому воно може зберігатися протягом дуже довгого періоду, практично не втрачаючи своїх попередніх біологічних якостей. Таким чином природа захистила зерно в сухому стані від різних магнітних і електричних аномалій які можуть виникати в природних умовах. При зберіганні в хороших умовах насіння може не втрачати життєздатність протягом тривалого часу, свідченням тому є повідомлення про насіння, знайдене при археологічних розкопках і яке не втратило схожості. Так насіння сімейства бобових не втрачає схожості і біологічних якостей 100...150 років, 133 роки зберігали схожість насіння вівса і ячменя, які зберігалися в трубках замурованих у фундамент будівлі в Нюрнбергу. 5000 років пробувши у вічній мерзлоті у норах лемінгів дало схожі насіння люпину.

З цього приводу цікавим є висновок Ф.Э. Реймерса, щодо вимоги зберігати в стані анабіозу насіння, сортові якості якого представляють цінність. Він указує, що зберігати його треба висушеним до граничної для виду вологості і при низьких температурах. А як відомо, саме вологість і температура є важливими параметрами, які впливають на електрофізичні показники зерна.

Н.А. Аскоченская відмічає, що кількість води в сухому насінні коливається від 4 до 14 %. Наприклад, у ячмені, навіть у найсухішому, міститься 8 – 10% вологи, яка необхідна для утворення клітин і тканини. В останній час у сільськогосподарській практиці ці показники стали знижувати, вважаючи, що найбільш оптимальна вологість при зберіганні не повинна перевищувати 3...5 %

[10].

Зовсім іншого стану набуває зерно коли воно адсорбує вологу. Вихід із покою проковується для значної кількості насіння суттєвим збільшенням вологості. Для проростання зерна необхідно підвищити вміст вологи до 30 – 50%. Під дією води його електропровідність і діелектрична проникність значно зростають.

Але і в цьому стані зерно захищене від впливу природних зовнішніх полів. І важливу роль тут відіграє вода та розчинені в ній різні речовини завдяки тому, що кожна клітина знаходиться в середовищі міжклітинної рідини, тобто добре

електропровідного розчину солей. Ця електропровідна оболонка захищає клітини зерна як екран. Розглянемо окрему зернину у зовнішньому електричному полі. З метою спрощення представимо поперечний перетин зерна у вигляді еліпсоїда (рис. 2.1).

При внесенні зернини (достатньої вологості) в електричне поле носії зарядів будуть приходити в рух: позитивні в напрямку вектора  $E$ , негативні – у протилежному напрямку. У результаті на протилежних сторонах зерна виникають заряди протилежного знака, які називають індукованими зарядами.

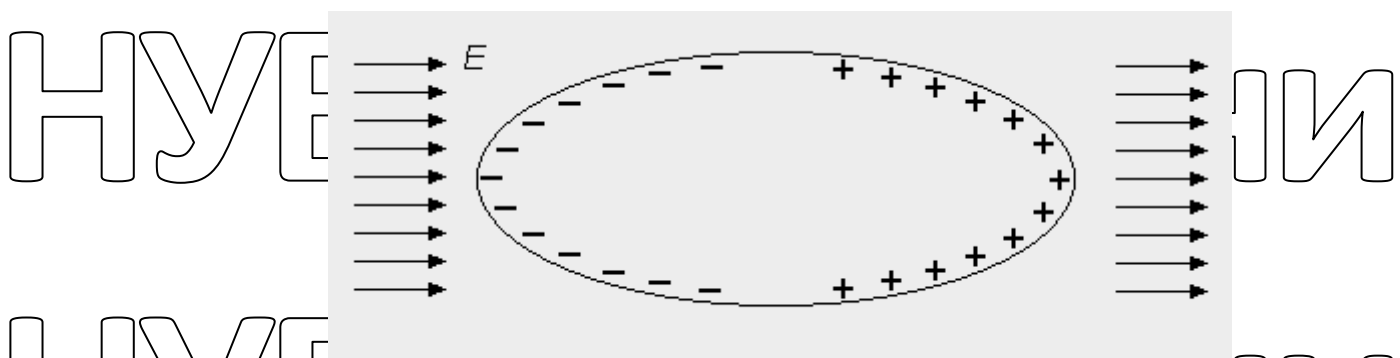


Рис. 3.1. Зерно в електричному полі.

Поле цих зарядів направлено протилежно зовнішньому полю. Таким чином, накопичення зарядів на протилежних сторонах зерна призводить до послаблення дії зовнішнього поля в ньому. Перерозподіл носіїв зарядів відбувається до тих пір, поки не буде скомпенсована дія зовнішнього електричного поля всередині зерна. За такою схемою відбуваються процеси у провіднику, який знаходиться в електричному полі. В зернині ці процеси мають місце завдяки міжклітинній рідині, яка насичена солями розчинених у ній речовин і відноситься до провідників другого роду.

Тому безконтактне до електродів розміщення насіння при обробці в електричному полі не дасть видимого ефекту, що і підтверджується експериментальними дослідженнями.

Розглянемо будову насіння на прикладі зерна ячменя. З ботаничної точки зору зерно ячменя є зернівка, яка складається із трьох основних частин: зародка, ендосперму й оболонки, кожна з яких має своє спеціальне призначення (рис. 2.2).

Зародок і ендосперм ззовні покриті оболонкою, яка складається з декількох клітинних слоїв, у яких розрізняють насінну, плодову і полов'яну оболонки (рис.

2.3). Насінна оболонка (теста) у природному стані являє собою напівпроникну перетинку, яка пропускає всередину зерна воду й утримує розчинені в ній речовини. Ця оболонка також не допускає вилугування розчинених речовин із

середини зерна. Наприклад, вона затримує 10% розчин сірчаної кислоти, соляна

кислота проникає крізь неї у незначній кількості. Але недисоційовані органічні

кислоти, навпаки, дифундують через оболонки всередину зерна. З цієї точки зору

оболонки виконують дуже важливу функцію у житті зерна. Вважається, що

напівпроникність оболонок характерна взагалі для усього насіння[27].

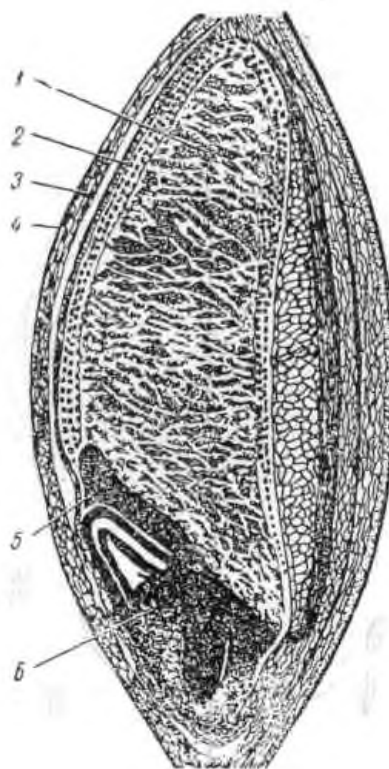


Рис. 3.2. Поздовжній переріз ячмінного зерна: 1 – ендосперм; 2 –

алеуроновий шар; 3 – плодова оболонка; 4 – насінна оболонка; 5 – щиток;

6 – зародок.

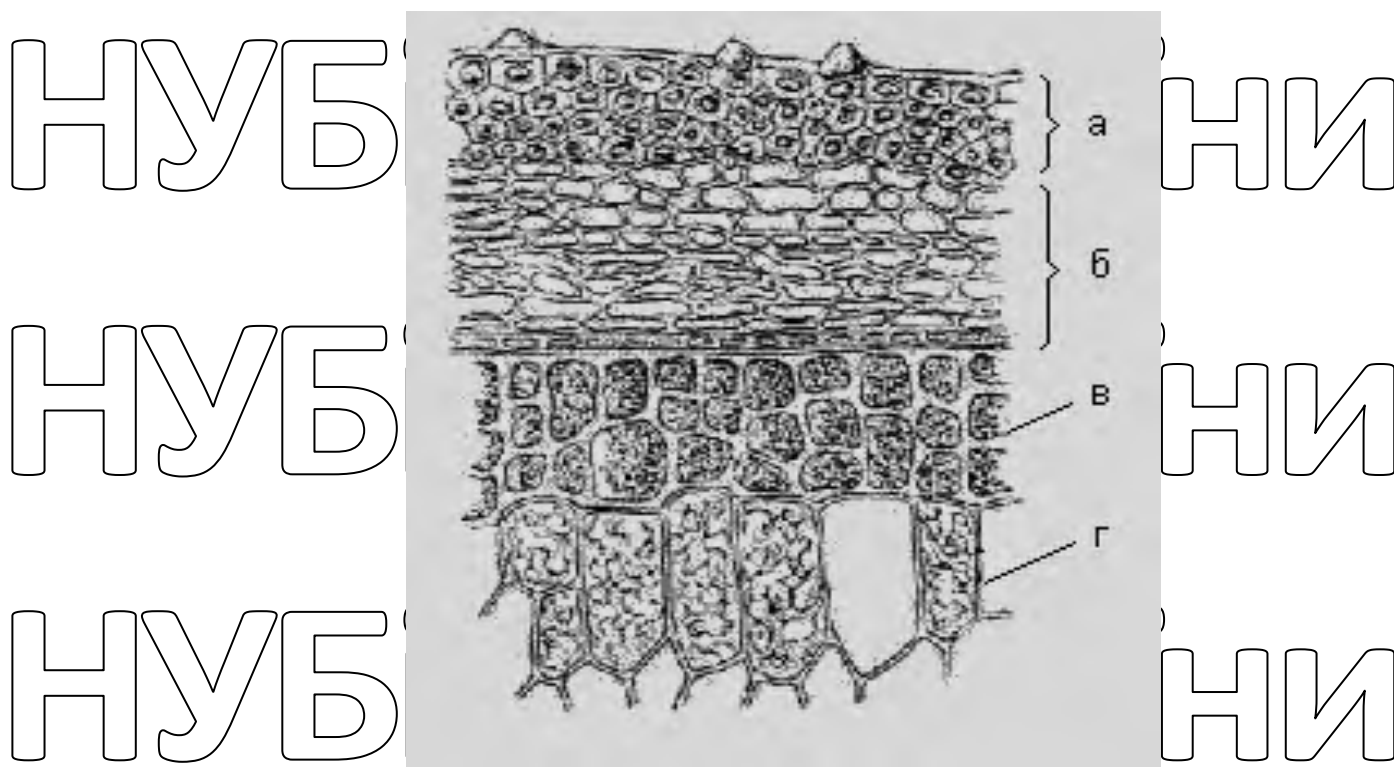


Рис. 3.3. Будова оболонки ячмінного зерна: а - полов'яна оболонка; б –

плодова й насінна оболонки; в – шар алейронових клітин;

г – крохмальні зерна ендосперму.

Але не все насіння виявляє одну і ту ж ступінь напівпроникності. Так,

наприклад, насінна оболонка *Xanthium* такі речовини, як хлористий натрій,

сірчанокисла мідь, гліцерин, цукор і  $\text{HCl}$ , пропускає дуже повільно; насінна

оболонка сонячника й персика чинить проникненню цих речовин менший опір;

найменший же опір чинить оболонка квасолі.

Іони ж можуть проникати всередину зерна і впливати на його клітини через

тріщини насінної оболонки. Насінна оболонка ззовні покрита плодовою

оболонкою, яка щільно зрощена з нею. Плодова оболонка, у свою чергу, покрита

полов'яною оболонкою. Полов'яна оболонка в період розвитку й дозрівання

слугує захистом внутрішніх органів зерна від механічних пошкоджень. Вона не

повністю охоплює все зерно і не закриває обох його кінців. Зрілі ж насінна й

плодова оболонки не мають отворів і повністю покривають зерно.

У зерні кожна клітина оточена мембраною, яка має відповідний опір та

поверхневу ємність. Внаслідок активного транспорту іонів натрію й калію

утворюється різниця концентрацій цих іонів по обидві сторони мембрани і, відповідно, різниця потенціалів. Ряд дослідників зазначає, що у стані спокою внутрішня частина клітини заряджена негативно по відношенню до зовнішньої.

Д.А. Сабинин указує, що такі явища відносяться до спрощених концепцій. Зі спостережень над переважним поглинанням катіонів було зроблено висновок про негативний заряд, тобто електричний стан поглинаючої поверхні рослинних клітин, який найбільше зустрічається. У тих випадках, коли відбувалася десорбція катіонів або спостерігалось поглинання аніонів, протопласту

приписували позитивний заряд, який виникає в результаті перезарядки поверхні клітини. У вказаних концепціях розглядається знак заряду поверхні протопласта, як єдиного цілого. Усій пограничній поверхні протопласта приписується заряд відповідного знаку й величини в залежності від стану клітини й іонного складу оточуючого середовища.

Протопласт складається переважно з молекул білків і ліпідів. А молекулу білка автор розглядає як багатозарядний двоїстий іон. У залежності від складу амінокислот, які входять до складу білкової молекули, від участі карбоксильних і амінних груп в утворенні амідпептидних зв'язків у білку будуть переважати

вільні кислотні або основні угруповання. Величина заряду цих угруповань визначається відповідними константами дисоціації. В результаті кожна заряджена область білкового іону стає місцем скупчення іонів солей і інших електролітів. Але достатньо статися зміні сольового складу або концентрації водневих іонів оточуючого середовища, щоб змінився й електричний стан

білкового утворення [27]. Останній факт має важливе значення при подальшому розгляді обробки зернового матеріалу в електричних полях високої напруженості. Після припинення дії високої напруженості напівпроникна оболонка зерна знову стає непроникною для речовин. Тому в середині зерна міжклітинна рідина залишається зі зміненою концентрацією речовин. Це

призведе до зміни електричних потенціалів між клітинами та міжклітинним середовищем, тобто до зміни трансмембранного потенціалу. Таким чином, нормальна життєдіяльність клітин, обумовлена цими процесами, порушується



[8]. Щоб перейти у новий стабільний стан (стан спокою), у зерні повинні будуть пройти біохімічні зміни (у клітинах і міжклітинній рідині).

Перед тим, як розглянути наступні процеси, згадаємо, що протоплазма – рідке середовище, яке знаходиться у суцільній молекулярній пограничній плівці.

Тому взаємодія протопласта з іонами зовнішнього середовища носить характер процесів, які протікають на поверхні розділу середовищ. І всяка зміна в середовищі, яка позначається на величині й знаку заряду поверхні розділу, викликає глибокі зміни адсорбції іонів. Також процес адсорбції іонів дуже чутливий до зміни іонного складу середовища, звідки відбувається адсорбція.

Тепер розглянемо процеси, які будуть відбуватися після дії обробки.

Припустимо, що всередині клітки є багато вільних іонів якого - то елемента, наприклад, натрію, а із зовні таких іонів (у результаті електрофорезу) стало

менше. Тоді іони  $\text{Na}^+$  почнуть виходити із клітини, де їх багато, назовні (будуть

рухатися по градієнту концентрації, дифундувати). Разом із ними буде

виноситися із клітини їх позитивний заряд (рис. 2.4). У середину клітки через

мембрану буде проходити мало іонів, так як, із зовні них небагато. У результаті

на мембрані буде виникати різниця потенціалів: із зовні клітини – „плюс”, а

всередині – „мінус”. Ця різниця потенціалів буде гальмувати рух нових

позитивних заряджених іонів натрію назовні і збільшувати потік цих іонів усередину.

На рис. 3.4 змодельована мембрана клітини, де (а) показано стан після

обробки: усередині іонів натрію (чорні крапки) багато, назовні мало, але і там, і

там заряди іонів натрію компенсуються негативними зарядами аніонів. На (б)

показано кінцевий стан динамічної рівноваги, коли частина іонів натрію

проникла через напівпроникну мембрану, назовні позитивних іонів стало більше,

ніж негативних, всередині навпаки. Аніони тягнуть іони натрію назад, в

результаті потоки іонів натрію через мембрану в ту і в іншу сторону стають

рівними.

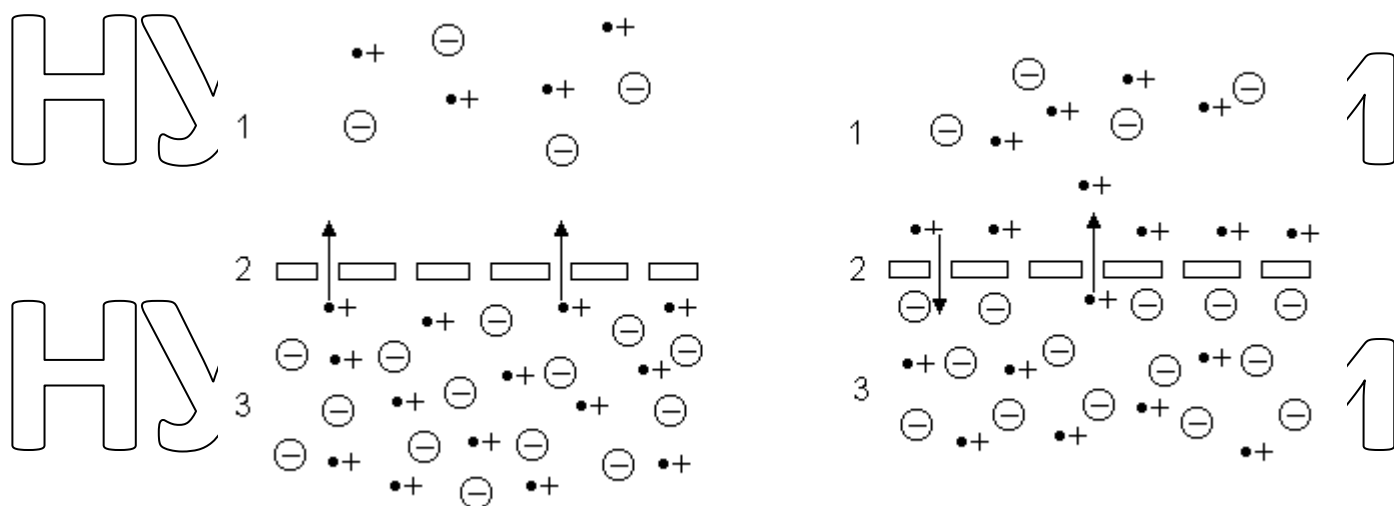


Рис 3.4. Процес відновлення стабільного стану між клітиною та міжклітинною рідиною: а – стан після обробки; б – кінцевий стан динамічної рівноваги; 1 – розчин міжклітинної рідини з низькою концентрацією іонів; 2 – напівпроникна мембрана; 3 – розчин із високою концентрацією іонів усередині клітки.

Після періоду стабілізації зерно, завдяки властивостям насінної оболонки не пропускати речовини, буде в подальшому знаходитися в такому стані.

Запропоноване пояснення механізму дії електричних полів високої напруженості на насіння узгоджується з молекулярним механізмом „паранекрозу” – неспецифічної реакції клітин на зовнішні впливи. У зв'язку з цим клітина може розглядатися як об'єм, у якому завдяки координованому активному транспорту всіх субстратів по клітині в ній установлюється динамічна рівновага між дифузійними процесами, які ведуть до вирівнювання концентрацій, і відтворення концентраційної гетерогенності. Суттєву роль тут мають електричні заряди, які утворюють загальну картину електрогенезу клітини. Відомо, що і фаза ядра, і фаза цитоплазми складно організовані і містять багато структур, які утворюють упорядковані неоднорідності з відповідною електричною поляризацією.

Відомо, що і фаза ядра, і фаза цитоплазми складно організовані і містять багато структур, які утворюють упорядковані неоднорідності з відповідною електричною поляризацією.

Відомо, що і фаза ядра, і фаза цитоплазми складно організовані і містять багато структур, які утворюють упорядковані неоднорідності з відповідною електричною поляризацією.

Відомо, що і фаза ядра, і фаза цитоплазми складно організовані і містять багато структур, які утворюють упорядковані неоднорідності з відповідною електричною поляризацією.

Відомо, що і фаза ядра, і фаза цитоплазми складно організовані і містять багато структур, які утворюють упорядковані неоднорідності з відповідною електричною поляризацією.

Будь-які, фізичні або хімічні агенти, котрі змінюють швидкість процесів, які підтримують цю гетерогенність, викликають зсув указаної рівноваги. В залежності від потужності процесів активного транспорту і від амплитуди відхилення від норми ці процеси або зупиняються, на якомусь рівні і, поступово нейтралізуються функцією мембран, або – при значних впливах – вони призводять до незворотного ушкодження й загибелі клітки.

Для того, щоб інгібування було зворотнім, необхідно відновити просторову гетерогенність кліткових субстратів за допомогою активної функції мембран.

Природно, що повернення до норми є складною функцією ступеня й виду впливу, структурної організації клітини, температури і інших факторів.

### 3.2. Теоретичні дослідження електрофізичних властивостей насінневої маси

сільськогосподарських культур в сильному електричному полі

Джеймс Клерк Максвелл зазначає, „що, коли електрорухома сила діє на діелектричне середовище, вона викликає в середовищі стан, який отримав назву електричної поляризації і яке ми описали як електричний зсув усередині середовища в напрямленні, в ізотропному середовищі співпадаючим із напрямленням електрорухомої сили, яке супроводжується появою поверхневого заряду на кожному з елементів об'єму, на який, як ми можемо завбачати, розбито діелектрик. Поверхневий заряд, позитивний на тій стороні, у напрямку, до якої діє електрорухома сила, і негативний на тій стороні, від якої вона діє.

Якщо електрорухома сила діє на провідне середовище, вона також викликає, те, що називається електричним струмом. Але діелектричні середовища, за невеликим виключенням, є також більш або менш недосконалі провідники, і багато середовищ, які не являють собою хороших діелектриків, виявляють явище діелектричної індукції”.

Зернова маса якраз і є таким середовищем, яке має ці властивості. Таким чином, нам необхідно розглядати такий стан середовища, у якому одночасно мають місце індукція й прокодження струму.

Зерно можна віднести до діелектриків з іонною поляризацією. Наявність у таких діелектриках вільних зарядів призводить до виникнення слабких за величиною струмів провідності (наскрізних струмів). При підведенні до діелектрика постійної напруги після завершення процесів поляризації через діелектрик проходить тільки струм провідності. Час установлення іонної поляризації близько  $10^{-13}$  с.

Оскільки при визначенні абсорбційних струмів навіть уповільнених видів поляризації виникають деякі труднощі, опір діелектрика розраховують як частку від ділення напруги на струм, який вимірюють через одну хвилину після вмикання напруги і який приймається за струм провідності [29].

Але зернова маса являє собою гетерогенну систему, тобто двокомпонентну суміш (насіння – повітря). При прикладенні до неї відповідної величини напруги у повітряних проміжках зернової маси будуть проходити розрядні струми.

Розрядний струм визначається наявністю вільних зарядів у повітряному проміжку та на поверхні насінин і також струмопровідного цилу. Тому повний струм у зернової масі можна представити як суму струму провідності і розрядного струму. Для густин струмів можна записати:

$$J_{zc} = J_n + J_p, \quad (3.1)$$

де  $J_{zc}$  – повний струм у зернової масі;

$J_n$  – струм провідності;

$J_p$  – розрядний струм.

Виходячи з виразу (3.1), рівняння безперервності густини струму провідності можна представити у вигляді:

$$J_{zc} = E_{zm} \gamma_{zm} + E_n \gamma_n, \quad (3.2)$$

де  $E_{zm}$  і  $E_n$  – напруженість електричного поля відповідно в зернової масі й повітрі;  
 $\gamma_{zm}$  і  $\gamma_n$  – питомі електропровідності відповідно зернової маси і повітря.

Величина питомої електропровідності зернової маси, як і інші електричні параметри, не є строго визначеними й незмінними, а залежать від цілого ряду факторів: біологічного складу, вологості, температури, забрудненості насіння, величини прикладеної напруги. Питому електропровідність можна представити в загальному вигляді:

$$\gamma_{zm} = f(BC, W, T, Z, E) \quad (3.3)$$

де  $BC$  – біологічний склад;

$W$  – вологість;

$T$  – температура;

$Z$  – забрудненість;

$E$  – напруженість електричного поля.

З другої сторони електричну провідність зерна можна розділити на дві складові, які необхідно розрізняти як поверхневу й об'ємну електропровідність.

Поверхнева електропровідність визначається адсорбційними властивостями зерна. Утворення адсорбційної плівки вологи залежить від фізико-механічних властивостей зерна і від стану його поверхні. Шорсткувата або забруднена поверхня може мати значну поверхневу провідність. На величину поверхневої електропровідності зерна значно впливає також вологість оточуючого повітря. Це пояснюється тим, що на поверхні зерна утворюється тонкий шар вологи, завдяки осіданню вологи з повітря на зерно. У результаті цей шар вологи може мати значну електропровідність за рахунок домішок у воді (забруднення зерна), які дисоціюють на іони.

У випадку, коли на поверхні зерна нема адсорбційної електропровідної плівки, поверхнева провідність складатиме зовсім незначну частину об'ємної провідності. Але достатньо появи на поверхні тонкої плівки адсорбованої домішки (наприклад, води), щоб його поверхнева провідність значно зросла і перевищила об'ємну.

Друга складова - це провідність безпосередньо зерна, його об'єму. На величину об'ємної електропровідності буде впливати біологічний склад зерна, його вологість і температура.

При стандартних умовах обробки й зберіганні насіння, при однаковій вологості й температурі, поверхнева провідність для однієї культури буде знаходитися в одних межах. А об'ємна електропровідність при вказаних однакових умовах може відрізнятися навіть у межах однієї культури за рахунок різниці біологічного складу насіння. В залежності від сорту, району вирощування, ґрунту і кліматичних умов хімічний склад зернової культури значно коливається. Особливо великий вплив на вміст загального азоту і на співвідношення окремих фракцій білку мають кліматичні умови. Уміст білку в хлібних злаках у великій мірі залежить від водного режиму ґрунту під час вегетації рослин.

Указані вище фактори, впливаючи на електропровідність зерна, безумовно, будуть впливати на режим обробки зернової маси, а відповідно і на кількісні та якісні показники результату електрофізичного впливу. Тому не може бути одного режиму обробки, який підходив би для різних партій зернового матеріалу навіть однієї сільськогосподарської культури.

Параметри режиму обробки повинні відповідати електрофізичним властивостям кожної конкретної зернової партії, а вони можуть змінюватися в широких межах.

Як було показано в огляді літературних джерел, цей важливий фактор попередні дослідники практично не враховували. Рекомендовалися режими обробки для різних культур без врахування їхніх електричних характеристик.

Тому результати обробок не мали чіткої повторюваності, і ці методи не знайшли широкого застосування.

Для досягнення максимального біологічного ефекту обробки необхідно встановити критерії, які б характеризували параметри процесу впливу в залежності, наприклад, від питомої електропровідності зернової суміші.

### 3.3. Теоретичні дослідження іонізаційних процесів у повітряних включеннях насінневої суміші під дією сильного електричного поля

Значення питомої електропровідності повітря  $\gamma_n$  (при низькій напруженості електричного поля) має мале значення. Електропровідність повітря обумовлена наявністю в ньому деякої кількості заряджених частинок. У нормальних умовах число заряджених частинок (іонів газів або твердих і рідких домішок, які знаходяться у зваженому стані) в  $1\text{ м}^3$  атмосферного повітря не перевищує  $10^{13}$ .

Питома провідність повітря в слабких полях за даними Г.И. Скандави дорівнює  $\gamma_n \approx 0,8 \cdot 10^{-15} \text{ 1/(Ом см)}$ .

При малих значеннях напруженості зовнішнього електричного поля густина струму в повітрі прямо пропорційна напруженості прикладеного поля і в цих умовах дотримується закон Ома (ділянка OA на рис. 2.6).

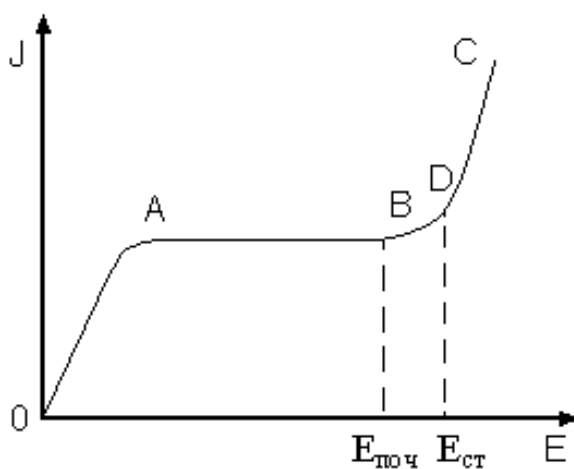


Рис. 3.5. Залежність густини струму через повітря від напруженості електричного поля (схематично).

При зростанні напруженості поля закон Ома вже не виконується. В повітрі буде мати місце струм насичення, який не збільшується з ростом напруженості поля й густина якого дуже мала (ділянка АВ на рис. 2.6). Для повітря й очищених газів  $J_{нас}$  не перевищує  $10^{-16} \dots 10^{-14}$  А/м<sup>2</sup>.

При подальшому збільшенні напруженості поля виникає можливість генерації заряджених часток в електричному полі за рахунок розвитку ударної іонізації, так званій самостійний розряд, і крива залежності  $J$  від  $E$  починає знову різко підніматися (ділянка ВС на рис. 2.6). Напруженість поля  $E_{поч}$ , яка відповідає початку розвитку ударної іонізації, для нормальних умов, знаходиться біля 10 кВ/см, а за даними Н.П. Богородицького її початок для повітря відповідає напруженості зовнішнього поля біля 30 кВ/см.

Іонізація повітря зв'язана з важливим явищем, із фізико-хімічними процесами, які полягають у тому, що частина кисню  $O_2$  переходить у його видозмінну форму – озон  $O_3$ , а також утворюються окисли азоту й атомарний азот (присутні, негативні іони азоту).

При обробці зернової маси в електричних полях високої напруженості постійного струму цей процес набуває важливого значення [24]. В результаті того, що зернова маса являє собою суміш зерна з повітрям, при умовах природної засипки зернової суміші коефіцієнт заповнення об'єму зерном має значення  $K=0,5 \dots 0,7$ . При такому заповненні об'єму можна сказати, що практично кожна зернина знаходиться в контакті з оточуючим повітрям.

Розглянемо зернову масу, розміщену між двома паралельними пластинчастими електродами, до яких підведена висока напруга постійного струму рис. 3.6.

У даному випадку при значеннях напруженості електричного поля у повітряних включеннях рівних  $E_{поч}$  або більших по всьому об'єму зернової маси у повітряних включеннях будуть відбуватися часткові розряди, що супроводжуються іонізаційними процесами. В результаті чого, у всьому об'ємі зернової маси, яка знаходиться між електродами, буде утворюватися  $O_3$  (озон) і все зерно буде ним рівномірно оброблятися. Крім того, часткові розряди будуть



призводити до додаткового нагріву зерна та буде відбуватися бомбування поверхонь зерна електронами й іонами, які будуть виникати при цих розрядах.

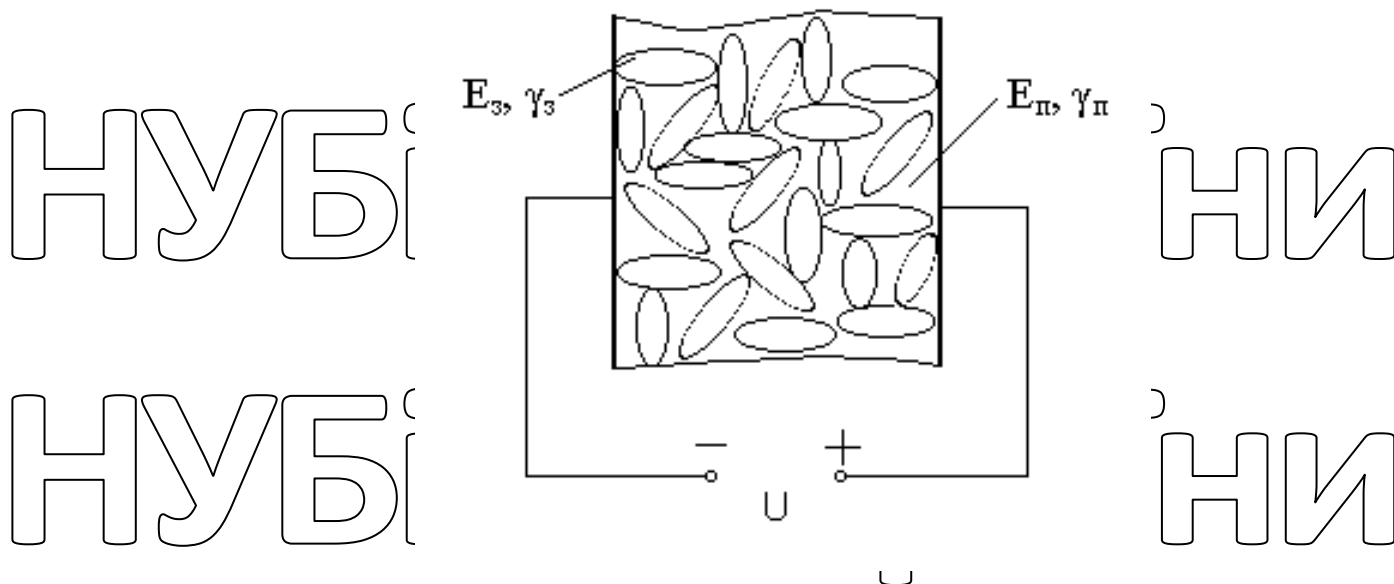


Рис. 3.6. Конденсатор із двокомпонентним діелектриком (зерно – повітря).

Завдяки властивостям озону зерно буде піддаватися бактерицидній дії. Озон є одним із найсильніших окислювачів. Він здатен вступати у взаємодію з більшістю органічних молекул, у тому числі і з основними компонентами мембран – білками й ліпідами, а також амінокислотами, азотистими основами, цукром. Згідно сучасним уявленням, механізм озонної токсичності на рівні клітин комплексний. Він може включати утворення вільних радикалів і активних інтермедіатів, ініціацію реакцій перекисного окислення ліпідів, окислювальну інактивацію функціональних груп і ферментів, зміну мембранної проникності й функцій мембранозв'язаних ферментів, інактивацію вторинних процесів [27].

При аналізі дозових залежностей заслуговує на увагу висока чутливість репродуктивної функції бактерій до концентрації озону (*Erw. Carotovora*, *Ps fluorescens*) рис. 3.7.

Аналогічні результати були отримані і для інших видів бактерій. Але чутливість представників однокліткових організмів до озону різна. Вона може помітно варіювати навіть у межах однієї таксономічної групи.

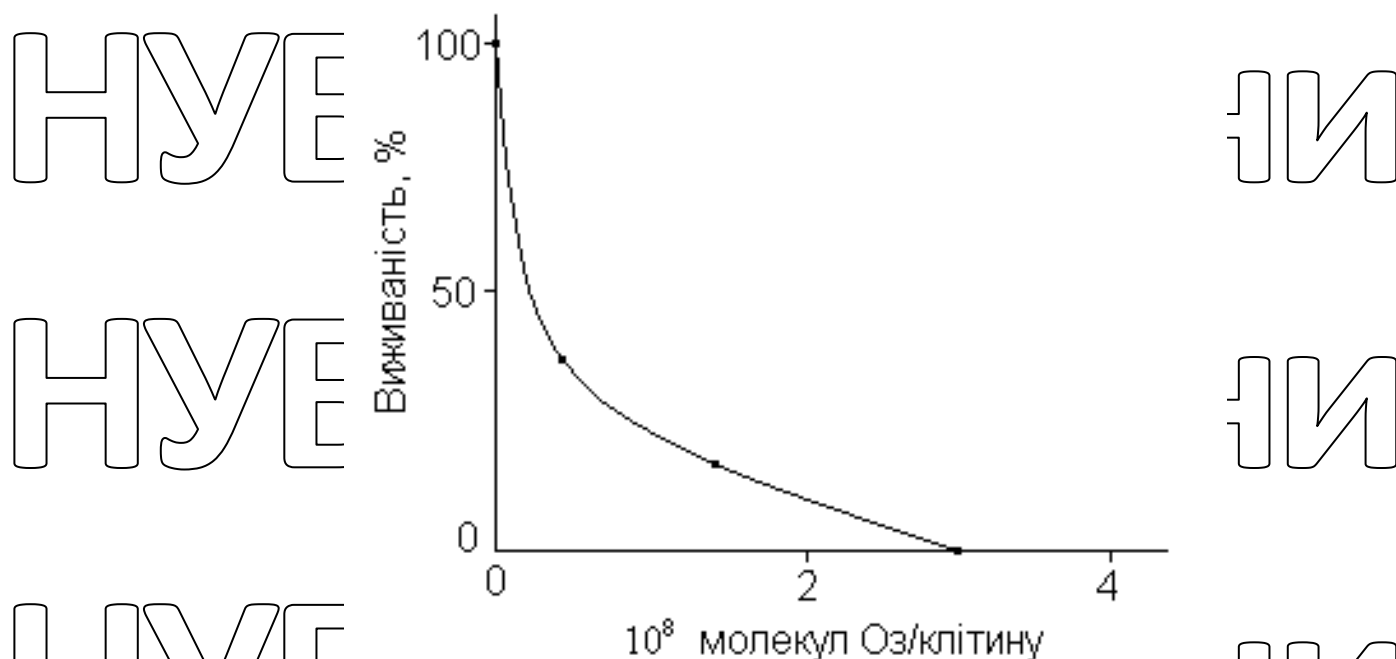


Рис. 3.7. Вплив концентрації озону на виживаність бактерій.

Важливим фактором є той факт, що окислювальна дія озону підвищується при наявності у повітрі окислів азоту та атомарного азоту, які є біокатализаторами усіх хімічних процесів. Разом вони діють у 20 разів сильніше, ніж порізно. А.Б.М. Тареев вказує, що ці речовини, особливо у присутності навіть малих кількостей вологи, діють як сильні окислювачі на органічні речовини. Ця властивість є дуже важливою з точки зору бактеріцидної обробки насіння різних сільськогосподарських культур.

Крім того, відомо, що покращення процесів росту, розвитку рослин і підвищення їх продуктивності є не тільки результатом дії електричних полів високої напруженості, а і за рахунок іонізації повітря. Електрофізична обробка насінневого матеріалу в середовищі окислів азоту та атомарного азоту дає збільшення позитивного ефекту.

Враховуючи, що озон є одним із найсильніших окислювачів приймаємо його концентрацію головним фактором знезаражуючої дії при запропонованому способі обробки.

Таким чином із сказаного вище можна зробити висновок, що бактеріцидна ефективність обробки зернового матеріалу продуктами розряду у повітряних

включеннях буде залежати від концентрації озону, часу обробки та вологості насіння:

$$BE = f(K_o, \tau, W) \quad (3.4)$$

де  $K_o$  – концентрація озону;

$\tau$  – час знаходження зернової суміші під дією електричного поля;

$W$  – вологість насіння.

Розглянемо іонізаційні процеси в повітряних включеннях зернової суміші. Іонізаційні процеси можна поділити на неінтенсивні й інтенсивні [52].

Неінтенсивна іонізація характеризується нестійкістю процесу, вона то зникає, то з'являється знову. Інтенсивні іонізаційні процеси, які розвиваються при більш високій напрузі, є стійкими.

Напруга початкової (нестійкої) іонізації  $U_{пoc}$  – це найменша напруга, при якій у зерновій масі можуть існувати іонізаційні процеси слабої інтенсивності (відповідає  $E_{пoc}$ ).

Напруга стабільної (стійкої) іонізації  $U_{cm}$  – це найменша напруга, при якій у зерновій масі можуть розвиватися іонізаційні процеси значної інтенсивності (відповідає  $E_{cm}$ ).

На процес розряду в повітряних включеннях зернової суміші також буде впливати форма зернин (наприклад, горох – кругла, і ячмінь – еліпсоїдна з тонкими закінченнями, які можуть виконувати роль коронуючих електродів).

Таким чином інтенсивність іонізаційних процесів у повітряних включеннях зернової суміші і відповідно концентрація озону будуть залежати від величини підведеної напруги до електродів, між якими знаходиться зернова маса, питомої електропровідності зернової суміші та форми зернин:

$$K_o = f(U, \gamma_{зс}, \Phi_z), \quad (3.5)$$

де  $\Phi_s$  – геометрична форма зернин;

$\gamma_{zs}$  – питома електропровідність зернової суміші.

Напруга початкової іонізації  $U_{поч}$  є важливим параметром, якій необхідно

знати при обробці зернового матеріалу в електричних полях високої напруженості. Перевищення напруги над початковою буде визначати інтенсивність процесу іонізації.

У загальному вигляді напругу початкової іонізації можна представити виразом:

$$U_{поч} = f(H, W, \Phi_s, \delta), \quad (3.6)$$

де  $H$  – товщина шару зернової маси;

$\delta$  – відносна густина повітря

Таким чином із викладеного вище можна зробити висновки, що під дією електричних полів високої напруженості у зерновій суміші, яка розташована між пластинчастими електродами, при відповідній нарузі починають відбуватися часткові розряди. В результаті цих часткових розрядів, які проходять у повітряних включеннях, зерно підлягає впливу хімічних продуктів іонізації (хімічно активний озон), так і безпосередньо електричних розрядів (іонне бомбардування зерна). Крім того, буде відбуватися додаткове нагрівання зерна.

Указані процеси є одними з визначальних параметрів у режимі обробки насінневого матеріалу при запропонованому електрофізичному способі впливу.

#### 3.4. Методика та дослідна установка для дослідження відносної інтенсивності розрядних процесів у насінній масі

При обробці насіння сільськогосподарських культур у електричних полях високої напруженості, коли матеріал знаходиться безпосередньо між

пластинчастими електродами, одним із важливих факторів режиму обробки є електричні розряди, що супроводжуються іонізаційними процесами, які відбуваються в повітряних включеннях суміші (підрозділ 3.3). Інтенсивність процесу іонізації при атмосферному тиску буде визначатися в основному напругою, прикладеною до електродів, вологістю зерна, вологістю та запиленістю повітря і геометричною формою насіння. На теперішній час ці електрофізичні процеси в зерновій масі, під дією електричних полів високої напругеності, не були розглянуті в наукових роботах дослідників, тому для забезпечення ефективних режимів обробки необхідно дослідити й установити закономірності зміни інтенсивності розрядних процесів у залежності від указаних факторів та їхній вплив на насіння.

Розглянемо насінневу суміш за аналогією з ізоляційними матеріалами зі сторонніми включеннями. При підключенні постійної напруги ділянку насінневої суміші можна представити еквівалентною схемою (рис. 3.8).

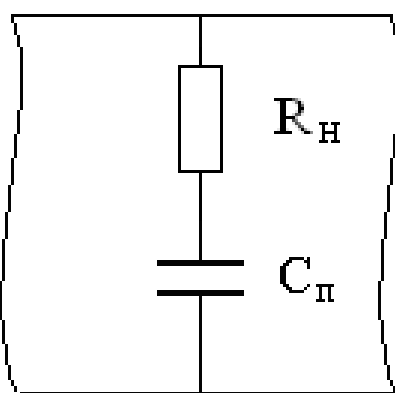


Рис. 3.8. Еквівалентна схема ділянки зернової суміші:  $R_n$  – опір насіння;  $C_n$  – ємність повітряного включення.

При підведенні напруги до пластинчатих електродів, між якими знаходиться об'єм насіння, протягом деякого часу буде відбуватися зарядка ємності повітряного включення. При збільшенні напруги до відповідного значення настає частковий або повний розряд цієї ємності. Час розряду буде дуже короткий (близько  $10^{-8}$  с), потім розряд згасає. Таким чином, іонізаційні процеси в насінневі масі будуть являти собою ряд одиночних часткових розрядів

(імпульсів) малої тривалості в повітряних включеннях усього об'єму матеріалу, який обробляється. Тому одними з визначальних параметрів режиму обробки, при запропонованому способі впливу, є напруга початкової (нестійкої) іонізації  $U_{поч}$  і напруга стабільної (стійкої) іонізації  $U_{ст}$ . Для дослідження цих параметрів

була розроблена лабораторна дослідна установка. Функціональна схема установки наведена на (рис. 3.9)

Відомі різні методи реєстрації іонізаційних характеристик в ізоляційних матеріалах [13]. Найбільш широко використовують схеми, які мають електричний зв'язок з об'єктом, наприклад схема з конденсаторами зв'язку або

мостова схема при умові наявності рівноцінних реєстраторів (підсилювачів і детекторів). Одним із методів, який використовується, є метод тангенса кута діелектричних втрат. Цей метод засновано на тому принципі, що при підвищенні

напруги у зв'язку зі збільшенням інтенсивності розрядів збільшується  $\text{tg } \delta$ . Тому

точку перегину залежності  $\text{tg} \delta(U)$  вважають початком розрядів, а напруга, яка їй відповідає, початковою напругою часткових розрядів.

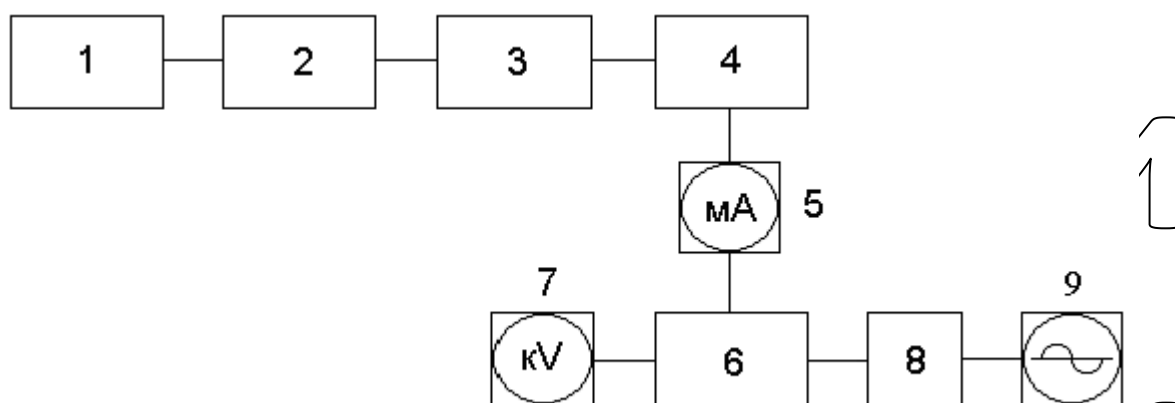


Рис. 3.9. Функціональна схема дослідної установки: 1 – джерело живлення; 2 – автотрансформатор; 3 – трансформатор високовольтний; 4 – випрямляч селеновий; 5 – мікроамперметр; 6 – камера з діелектричного матеріалу; 7 – кіловольтметр; 8 – індуктивний датчик для реєстрації часткових розрядів; 9 – осцилограф.

Але ці методи мають ряд недоліків. Основними з яких є велика чутливість до впливу зовнішніх перешкод та складність настройки. Крім того, у досліджених у цій роботі процесах розрядні струми мають мале значення відносно струму провідності. На знятих вольтамперних характеристиках не спостерігається вплив розрядних струмів (рис. 3.10).

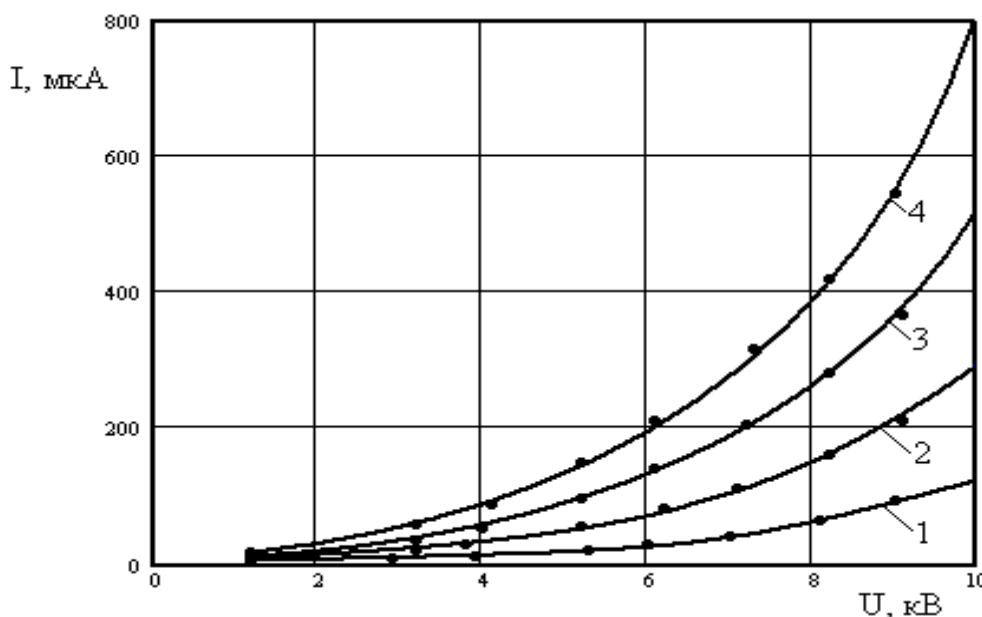


Рис. 3.10. Вольтамперні характеристики насінної маси при різній висоті шару ячменя: 1 – 2см; 2 – 4см; 3 – 6см; 4 – 8см.

На рис. 3.10. представлені зняті вольтамперні характеристики ячмінної маси при відстані між електродами 3см і різній висоті шару насіння.

В таблиці 3.1 наведено результати зняття вольтамперних характеристик.

Дослідженням переривчастих явищ у коронному розряді займалася школа Леба. Дослідники на осцилографі знімали, як самі коронні струми по напрузі на кінцях опору, так і імпульси, які індукувалися в „антені”. Відомі також неелектричні методи реєстрації часткових розрядів, наприклад, оптичні, акустичні і методи вимірювання інтенсивності електромагнітного поля, що випромінюється у зовнішній простір. Вимірювання електромагнітного поля за

допомогою індикаторів вважається перспективним методом [23], але не знаходить поки широкого застосування, тому що реєструє сторонні перешкоди, наприклад, від коронного розряду.

Таблиця 3.1

Волтамперні характеристики ячмінної маси при відстані між електродами

3см і висоті шару насіння 1 – 2см; 2 – 4см; 3 – 6см; 4 – 8см.

$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$
1,2	1,2	1,2	1,2	2,5	5	10	15
2,9	3,2	3,2	3,2	7	20	35	56
3,9	3,8	4	4,1	11	27	50	87
5,3	5,2	5,2	5,2	21	53	97	148
6	6,2	6,1	6,1	28	80	140	210
7	7,1	7,2	7,3	41	110	205	315
8,1	8,2	8,2	8,2	63	160	280	420
9	9,1	9,1	9	92	210	365	545
10	10	10	10	125	290	510	795

На теперішній час для реєстрації часткових розрядів в ізоляційних матеріалах найбільш розповсюдженими є селективні схеми, які чутливі до відповідного діапазону високих частот. Але зернова маса суттєво відрізняється від ізоляційних матеріалів в першу чергу значною кількістю повітряних включень та їхніми розмірами, тому в ній виникають імпульси розрядів різної амплітуди, тривалості і представлено дуже широкий частотний спектр.

Тому для дослідження напруги початкової іонізаційних процесів скористаємося методом реєстрації інтенсивності електромагнітного поля за допомогою індуктивного датчика. Електрична схема дослідної установки при горизонтально розташованих електродах представлена на рис. 3.11, а зовнішній вигляд дослідної установки показано на рис. 3.12.



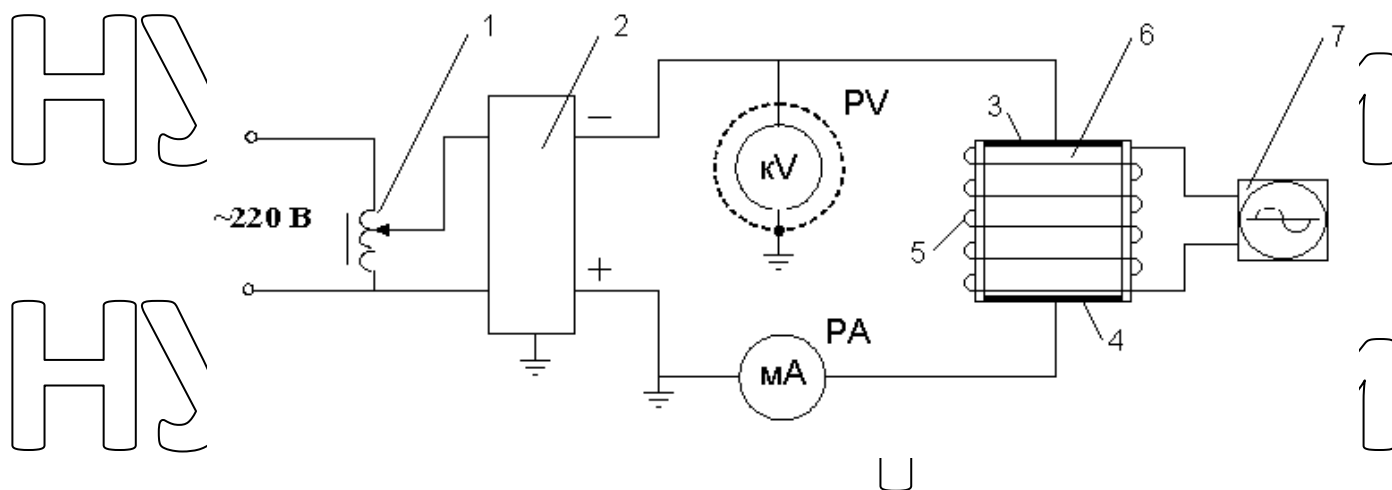


Рис. 3.11. Принципова електрична схема для визначення напруги початкової іонізації: 1 – автотрансформатор; 2 – трансформатор високовольтний з випрямлячем; 3 – верхній пластинчатий електрод; 4 – нижній пластинчатий електрод; 5 – котушка індуктивності; 6 – камера для розміщення насіння; 7 – осцилограф.



Рис. 3.12. Зовнішній вигляд установки з горизонтальними електродами для дослідження напруги початкової іонізації.

Дослідження іонізаційних процесів проводили на установках із горизонтально й вертикально розташованими плоско-паралельними

електродами. Розроблена установка містить джерело живлення напругою 220 В промислової частоти струму, автотрансформатор для регулювання напруги типу ЛАТР-1М, високовольтний трансформатор із селеновим випрямлячем для забезпечення напруженості поля в суміші до 10 кВ/см (або двополярний помножувач напруги), камеру для зернової суміші з діелектричного матеріалу, пластинчасті електроди, при горизонтально розташованих електродах у якості “антени” використовували котушку індуктивності намотану поверх камери обробки, а при вертикально розташованих електродах використовували індуктивність приєднану до корпусу камери обробки, реєструючи прилади мікроамперметр типу М2027 2 та М265М, кіловольтметр типу С96 і осцилограф С1-118.

Перед дослідженням у камеру засипається зернова суміш. Верхній електрод знаходиться на зернової суміші під дією власної ваги. При підвищенні напруги, яка подається на пластинчасті електроди, до значення напруги початкової іонізації, у камері, де знаходиться зернова суміш, починаються розрядні процеси. У результаті в котушці індуктивності 5 виникають високочастотні коливання, які супроводжують іонізацію. Ці коливання можна спостерігати на екрані осцилографа 7. В якості приладу реєстрації напруги стабільної (стійкої) іонізації  $U_{cm}$  можливо використовувати, наприклад, стрілочний прилад і т. ін. У нашому випадку використовували вольтметр універсальний типу В7-26. У подальшому його вимірювання будемо позначати як  $U_i$ .

Величину напруги, визначену вольтметром, який підключено до індуктивності, будемо називати (за аналогією з ізоляційними матеріалами) відносною інтенсивністю іонізації. Ця величина є мірою добутку середньої уявної інтенсивності іонізації і середньої частоти імпульсів. Електрична схема дослідної установки при вертикально розташованих електродах представлена на рис. 3.13, а зовнішній вигляд дослідної установки показано на рис. 3.14.

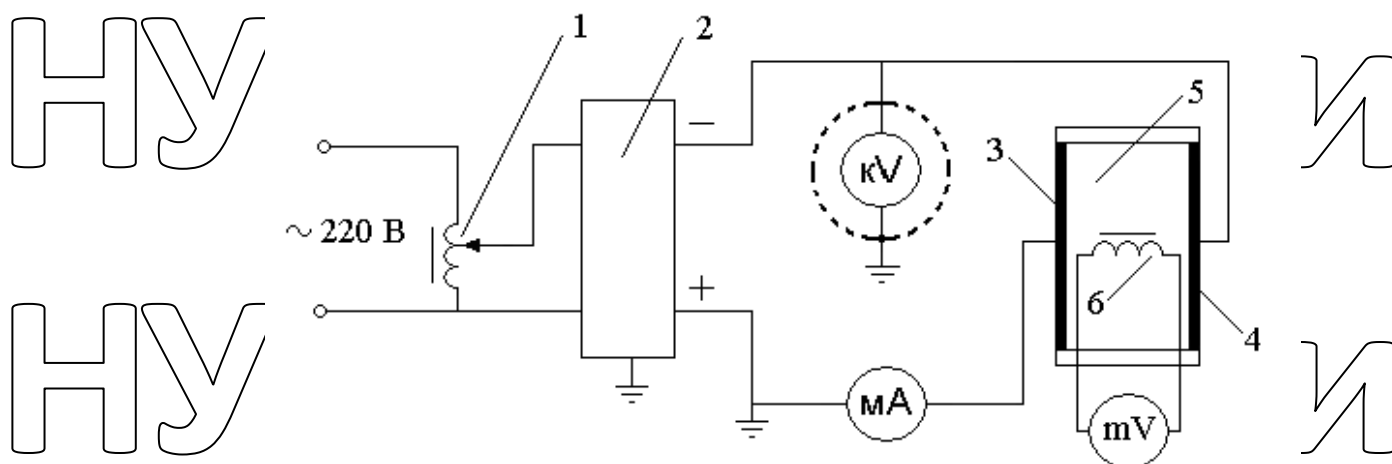


Рис.3.13. Принципова електрична схема для визначення напруги початкової іонізації при вертикально розташованих електродах: 1 – автотрансформатор; 2 – трансформатор високовольтний з випрямлячем; 3, 4 – плоско-паралельні пластинчасті електроди; 5 – камера для розміщення насіння; 6 – котушка індуктивності.

У результаті проведення експериментальних досліджень було встановлено, що завдяки великій кількості повітряних включень у насіннєвій масі, напруга постійної іонізації і мінімальна напруга іонізації співпадають, що спостерігається і в ізоляційних матеріалах із великою кількістю газових включень [15]. Тому в подальшому напругу  $U_{поч}$  будемо вважати як мінімальну напругу іонізації, тобто найменшу напругу, при якій можливі іонізаційні процеси в повітряних включеннях насіннєвої маси. Насінини сільськогосподарських культур, як правило, мають дуже негладку поверхню. В результаті цього утворюються сильні неоднорідності поля, й іонізаційні процеси в насіннєвій масі мають явно виражений характер.



Рис. 3.14. Зовнішній вигляд установки з вертикальними електродами.

## РОЗДІЛ 4. ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ

### 4.1. Порівняльні характеристики методів обробки насінневої маси

#### сільськогосподарських культур

Технологія обробки насіння сільськогосподарських культур в електричному полі високої напруженості і спеціальне обладнання, які розроблені нами на кафедрі “Електрифікованих технологій в аграрному виробництві”, призначені для передпосівної обробки або обробки при зберіганні насіння зернових, кормових культур, насіння квітів, дерев і кустарників.

Для кожного типу насіння і призначення обробки створюються свої оптимальні режими для отримання покращення властивостей насіння та рослин, наприклад таких, як: схожість; енергія проростання; польова схожість; стійкість рослин до грибкових та бактеріальних захворювань; прискорення темпів росту і розвитку рослин; підвищення врожайності рослин і тн.

Запропонована технологія малоенергоємна, не призводить до мутагенної дії на насіння і рослини, екологічно і біологічно безпечна, не застосовується ніякий хімічний або шкідливий енергетичний вплив на насіння.

Вона має перевагу по комплексному багатфакторному впливу на насіння у порівнянні з такими відомими способами обробки, як: хімічна; в електричному полі коронного розряду; в іскровому розряді; електричним струмом; іонізуючим випромінюванням; ультрафіолетовим випромінюванням; інфрачервоним випромінюванням; лазерним випромінюванням; ультразвуком.

Технологія обробки насіння сільськогосподарських культур в електричному полі високої напруженості має комплексну дію впливу на усю насінину – на захисну оболонку, на ендосперм, на ростковий зародиш, на міжклітинну рідину і клітини завдяки наявності таких факторів, як:

1. електричне поле високої напруженості;
2. електричний струм;
3. іонізаційні процеси;

4. озон;  
5. атомарний кисень;  
6. аероіони;

7. температура;

8. бактерицидна дія;

Запропонована технологія характеризується відсутністю:  
9. рівких (ударних) факторів (механічних, хімічних, електромагнітних, світлових, енергетичних) впливу на насіння;

10. шкідливих хімічних елементів і з'єднань;

11. генної зміни у структурі насіння.

Таблиця 4.1

№	Назва технології	Фактори впливу на насіння										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Хімічна обробка	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-
2.	Електричне поле коронного розряду	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-
3.	Іскровий розряд	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	Електричний струм	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5.	Іонізуюче випромінювання	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	Ультрафіолетове випромінювання	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+
7.	Інфрачервоне випромінювання	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
8.	Лазерне випромінювання	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
9.	Ультразвук	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
11.	обробки насіння в електричному полі високої напруженості	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

(+) – присутній при обробці насіння; (-) – відсутній при обробці насіння.

Візуальна картина ефективності обробки насіння в ЕСВН наведена на (рис.

4.1)



а

в

Рис. 4.1. Результати пророщування ячменя сорту „Скарлет” контрольного і обробленого зразка : а–контрольний зразок; в–дослідний зразок

#### 4.2. Закономірності зміни посівних якостей насіння сої залежно від режимних параметрів обробки

Найбільш ефективним засобом росту врожайності є високоякісне насіння. Одним з найважливіших показників, за яким визначають посівну якість насіння, є лабораторна схожість. Однак вона не відповідає польовій схожості, тому що процес проростання насіння складний не лише морфологічно та біохімічно, але і тому, що він значно залежить від навколишнього середовища. Будь-який зовнішній вплив сповільнює біохімічні перетворення, що приводить до зміни біологічних особливостей проростка. Тому насіння є засобом не лише збереження і розмноження виду, але і пристосування виду до умов росту. Всі фактори, природні і штучні, які впливають на насіння, що проростає, і проросток, що формується, викликають глибокі зміни у фізіолого-біохімічних процесах, які значною мірою передбачають здатність давати високій врожай. Тому період проростання за теоретичною і практичною перспективністю становить особливий інтерес для дослідників.

Протруєння та обробка насіння сої біологічними стимуляторами росту та фізичними чинниками, в даному випадку – сильним електричним полем постійного струму, помітно впливає на його польову схожість. Високу польову

схожість у порівнянні з рештою варіантів досліджень мало насіння сортів сої, оброблене до сівби біологічним стимулятором росту Ризогуміном та II варіантом електричних полів. У середньому з 50-ти висіяних насінин при обробці Ризогуміном зійшло 40...45 шт, при обробці електричними полями II варіанту 39...42 шт. Найгірше в нашому досліді по впливу різних варіантів допосівних обробітків насіння на польову схожість проявили себе протруйники. Так, при обробці насіння сої протруйником Максим XL 035 FS польова схожість досліджуваних сортів була в межах 27...35 шт. При обробці насіння протруйником Полідезом польова схожість знижувалася до 17...27 шт. з 50-ти висіяних.

У контрольному варіанті польова схожість сорту Київська 98 складала 39,7 шт., при обробці насіння електричними полями I та II варіантів досліді – 38,8 та 42,7 шт. відповідно, при обробці насіння Ризогуміном – 45,3 шт., Мікосаном-Н – 38,0 шт., бактеріальним препаратом (*Bradirizobium Japonica 364b*) 36,3 шт., іонами міді, заліза та срібла – 34,7, 35,5 та 36,7 шт. відповідно, при обробці протруйниками Максимом XL та Полідезом 27,0 та 26,7 шт. відповідно.

*Площа листової поверхні.* Дослідники вважають, що провідну роль у створенні врожаю внаслідок фотосинтетичної діяльності посівів відіграє показник площі листової поверхні. Вважається, що оптимальна площа листового апарату повинна сформуватись до періоду повного цвітіння-утворення зелених бобів і становити 40...50 тис.м<sup>2</sup>/га. Якщо площа листової поверхні менша, то оптико-біологічна структура посіву не оптимізована, і тому ФАР використовується не раціонально. Проте, й більша площа листової поверхні є небажаною, оскільки в результаті взаємозатінення значна частина листків у нижньому ярусі обпадає, а решта працює не ефективно [11].

Серед варіантів досліджень слід виділити варіанти обробки насіння біологічним препаратом, фізичними чинниками та протруйником Максимом XL 035 FS. Негативно на формування площі листової поверхні рослин сої, досліджуваних сортів, впливала обробка насіння до сівби протруйником Полідезом (табл. 4.2 рис. 4.2).



Таблиця 4.2

Площа листової поверхні рослин сої, тис.м<sup>2</sup>/га (2007 р.)

Варіант обробки насіння

Сорт	Контроль	I варіант обробки електричними полями	II варіант обробки електричними полями	Ризогумін	Мікосан-П	Бактеріальний препарат (Bradfrizobium Japonica (364b))	Cu	Fe	Ag	Максим-XL-035 FS	Полідез	Варіант обробки насіння											
												третій трійчастий листок											
Елена	9,8	9,7	9,9	9,8	9,0	9,7	9,9	9,5	9,0	9,8	8,7	початок цвітіння											
Артеміда	10,3	10,7	10,8	10,8	10,1	10,4	10,6	10,1	10,0	10,4	9,8	кінць цвітіння											
Київська 98	11,4	11,3	11,8	11,5	11,4	11,6	11,4	11,2	11,6	11,5	10,1	повний налив насіння											
Елена	23,8	23,5	24,1	23,6	22,4	23,5	22,8	21,1	21,4	23,8	22,2												
Артеміда	25,0	24,7	25,2	24,9	23,6	24,8	23,5	23,1	22,7	25,4	23,7												
Київська 98	26,4	26,2	26,9	26,1	24,1	26,2	24,8	24,0	24,6	26,6	23,9												
Елена	41,6	41,3	42,0	40,6	40,6	41,1	39,7	39,8	38,8	41,6	39,9												
Артеміда	42,2	42,5	42,8	42,0	41,1	42,5	41,6	41,4	40,6	42,7	40,5												
Київська 98	43,1	43,3	43,6	42,8	42,5	42,9	42,4	42,3	41,1	43,6	42,5												
Елена	45,9	45,8	45,9	44,9	44,9	44,6	44,3	44,1	43,6	44,0	42,3												
Артеміда	46,8	47,1	47,5	46,6	45,2	46,8	45,9	45,8	44,3	46,5	45,7												
Київська 98	48,0	48,2	48,5	47,5	47,3	47,5	47,0	47,2	46,2	48,0	46,9												

НУ



↑

НУ

↑

НУ



↑

НУ

↑

НУ



↑

НУ

↑

НУ

↑

Рис. 4.2. Зовнішній вигляд сої.

*Стійкість сої до основних хвороб.* В останні роки площі під соєю в нашій країні почали збільшуватись, але врожайність все ще залишається на низькому рівні. Слабкий рівень механізації процесів вирощування культури, дефіцит енергоносіїв є лімітуючими факторами, що стримують розширення площ та збільшення урожайності сої. Крім того, соя вражається грибними, бактеріальними та вірусними хворобами. Це є причиною значних економічних втрат: урожай і якість продукції знижується на 70-80%.

**Фузаріоз.** Збудники – недосконалі гриби роду *Fusarium Link et Fr.:* *F.gibbosum Bilian,* і інші. Фузаріоз уражує рослини протягом усієї вегетації і проявляється у вигляді некрозу сім'ядолей, загибелі точки росту, корневих гнилей, в'янення, плямистості листя, загнивання стебел, бобів та зерен.

Найбільш сприятливою фазою для ураження сої фузаріозом є фаза сходів. На проростаючому насінні спостерігається ураження трьох типів:

- при першому - насіння загниває, не утворюючи ростків, і на ньому з'являється білий чи рожевий наліт;
- при другому – проростки нерівномірно потовщуються, деформуються і гинуть після виходу на поверхні ґрунту;
- третій тип – характеризується утворенням на сім'ядолях глибоких бурих виразок, які при надмірній вологості вкриваються біло-рожевим нальотом міцелію і спороношенням гриба.

**Аскохітоз.** Збудник недосконалий гриб *Ascochita sojaecola Ahr.* Найбільш сильно уражує сою у фазі цвітіння – плодоутворення та на початку дозрівання.

- При ураженні сім'ядолей з'являються темно-коричневі вдавнені плями з концентричною зональністю або наскрізні виразки.

- На листі плями округлі, до 1см в діаметрі, світлокоричневі, сірувато-білясті, обмежані більш темною каймою, з помітною концентричністю, з добре помітних чорних крапок – пікнід, що розміщуються концентрично колами.

- На уражених стеблах з'являються продовгуваті ділянки сіруватого кольору з розсіяними, спочатку заглибленими, а потім виступаючими пікнідами.

На бобах плями сірі, часто перетворюються на заглиблені бурі виразки з численними пікнідами. При сильному стулки бобів стають білуватими, з великою кількістю пікнід на поверхні. В таких бобах насіння або не утворюється зовсім, або ж трухлявіє чи загниває.

Бактеріоз Збудники – бактерії з родів *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*/

Уражене бактеріозом насіння за зовнішнім виглядом не завжди можливо відрізнити від здорового. Але інколи на ньому помітні білуваті, матові вдавнені плями або виразки та тріщини. У вологій камері уражене насіння одразу ж після набухання ослизається і загниває, не даючи проростків. Сім'ядолі вкриваються бактеріальним ексудатом різних кольорів і відтінків і поступово перетворюється в желеподібну масу з неприємним запахом.

Оцінку ураження рослин сої основними збудниками хвороб проводили візуально за 5-ти бальною шкалою, де 5 – максимальний бал ураження рослин, за якого спостерігається розвиток хвороб на 75 % ділянки, по фазам розвитку рослини, під час яких спостерігається максимальний розвиток патогену. Так, оцінку ураження сої фузаріозом проводили в фазу сходів, фузаріозу – протягом всієї вегетації рослин шляхом виявлення в'янення та плямистості листя, ураження бактеріозом визначали при обліку енергії проростання та лабораторної схожості насіння, під час пророщування у вологих умовах шляхом підрахунку гнилих та ослизливих з 50-ти висіяних в чотирьох повтореннях насінин.

Показники ураження сої хворобами при різних варіантах допосівної обробки насіння коливаються в межах від 1 до 24 % від загальних посівів варіантів кожного сорту (табл. 3.4) Ураження хворобами рослин варіанту з обробкою насіння протруйником Полідезом відбувалося у кожного сорту.

Найменше хворобами пошкоджувався ранньостиглий сорт Єлена. Ураження сортів Артеміда та Київська 98 дещо більше, що пояснюється довшими періодами вегетації.

Таблиця 4.3

Ураження рослин сої хворобами за різної обробки насіння

Варіант обробки насіння

Сорт	Контроль	I варіант обробки електричними полями	II варіант обробки електричними полями	Ризогумін	Мікосан-П	Бактеріальний препарат	Cu	Fe	Ag	Максим XL 035 FS	Політез
Фузаріоз											
Елена	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Артеміда	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1
Київська 98	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Аскохитоз											
Елена	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Артеміда	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2
Київська 98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Бактеріоз (шт. уражених насінин з 50 шт.)											
Елена	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12
Артеміда	4	0	0	0	0	0	2	0	0	1	24
Київська 98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	21

Продуктивність сої та посівні якості насіння. Результатом будь-якого агрономічного дослідження є урожай вирощуваної культури. Лише за наявності всіх факторів і умов життєдіяльності рослин в оптимумі стає можливим отримання високих показників урожайності. Комплекс агротехнічних заходів,

використаний в ході досліджень, дає змогу більш повно оцінити хід продуктивного процесу і виділити роль досліджуваних чинників.

Досліджуючи посівні якості насіння сортів сої за різних варіантів обробки (табл. 3.6), нами встановлено, що енергія проростання та лабораторна схожість насіння були вищими у варіанті обробки біологічними та фізичними чинниками, і значно знижувалися при обробці протруйниками, що у випадку з обробкою насіння протруйником Полідезом ніякого результату взагалі не дало.

Слід відмітити значну силу росту насіння при обробці в електричному полі високої напруженості постійного струму. При цьому енергія проростання насіння досліджуваних сортів сої була майже на рівні лабораторної схожості і складала в середньому 92-98 %. Посівні якості насіння сої сорту Київська 98 були вищими ніж у сорту Єлена та Артеміда і складала при обробці насіння біологічним стимулятором росту Ризогуміном (100 %) та фізичними чинниками – електричними полями високої напруженості (97-98 %).

Таблиця 4.4

Посівні якості насіння сої, вирощене за різної обробки  
перед сівбою (2007 р.)

п/п	Сорт	Енергія проростання, %		Лабораторна схожість, %		Середнє значення, %
		3	4	5	6	
Контроль						
1	Київська 98	92	90	97	96	97
2	Єлена	88	90	94	95	95
3	Артеміда	91	94	99	98	99

# НУБІП України

Продовження таблиці 4.4

## I варіант обробки електричними полями

1	Київська 98	92	96	97	97	97
2	Єлена	95	95	99	99	99
3	Артеміда	93	95	96	95	96

## II варіант обробки електричними полями

1	Київська 98	98	97	98	97	98
2	Єлена	98	96	100	98	99
3	Артеміда	97	96	98	97	98

## Бактер преп. (Bradirizobium Japonica 364B)

1	Київська 98	96	91	96	93	95
2	Єлена	87	90	92	95	94
3	Артеміда	88	87	94	96	95

## Полідез

1	Київська 98	0	0	0	0	0
2	Єлена	0	0	0	0	0
3	Артеміда	0	0	0	0	0

Також виробнича перевірка розроблених способів та технічних засобів проводилася в державному підприємстві "Дослідне господарство Степне" Печерського інституту агропромислового виробництва ім. М.І. Вавилова Української академії аграрних наук та фермерському господарстві "Альфа" Приазовського району Запорізької області. Результати впровадження підтвердили ефективність застосування електричних полів високої напруженості. Обробка насіння в електричному полі високої напруженості дозволила збільшити врожайність ячменя на 14...18 %, пшениці на 12...17 %.

Врожайність культури обумовлює цілий ряд факторів: схожість, енергія проростання, маса 1000 насінин, які в значній мірі залежать від погодних умов, строків сівби, норм висіву, доз, способів і строків внесення добрив. Сівба крупного, добре виповненого, вирівняного за величиною, не травмованого, не ураженого хворобами насіння поряд із застосуванням різних засобів впливу у комплексі з іншими агротехнічними заходами дасть змогу отримувати повноцінне зерно, яке забезпечить високі врожаї культур.

Аналіз результатів виробничої перевірки дозволяє зробити такі висновки:

1. На польову схожість насіння значно впливає обробка насіння при сівбі біологічними препаратами та в електричному полі високої напруженості постійного струму.
2. Площа листкової поверхні сої, стійкість до основних збудників хвороб та продуктивність сорту в цілому була вищою на варіантах з посівною обробкою насіння ризогуміном та в електричному полі високої напруженості постійного струму.
3. В цілому на ріст, розвиток, продуктивність та посівні якості насіння сої позитивно впливала допосівна обробка насіння біологічним препаратом Ризогуміном та в електричному полі високої напруженості постійного струму. Вищі показники площі листкової поверхні, структури врожаю та посівних якостей насіння в наших дослідженнях формували середньоранній сорт сої Київська 98.

#### 4.3. Закономірності зміни посівних якостей насіння круп'яних культур

залежно від режимних параметрів обробки

Передпосівна обробка насіннєвого матеріалу є одним з найважливіших етапів в процесі вирощування сільськогосподарської продукції. На сучасному етапі розвитку зернової галузі передпосівна обробка передбачає декілька етапів основними з яких є: протруювання насіння та обробка біологічними стимуляторами росту. В результаті протруювання насіння знищується шкідлива мікрофлора, яка призводить до захворюваності рослин після висіву, але в той же



час насіння покривається плівкою, що погіршує посівні якості. Тому насіння потребує додаткового обробітку біологічними стимуляторами росту. Така технологія передбачає використання хімічних та біологічних препаратів, які мають здатність накопичуватись, як у ґрунті так і у продукції рослинництва, що врешті рещт негативно впливає на екологічну ситуацію в природі та організм людини.

Прагнення до отримання високих врожаїв без завдання шкоди довкіллю спонукає до пошуку альтернативних способів передпосівної обробки. Останнім часом все більше уваги науковців та виробників привертають фізичні способи обробки. На сьогоднішній день розроблені та використовуються способи обробки із застосуванням високих температур, рентгеновського і гамма випромінювання, полів НВЧ. Та незважаючи на екологічність та ряд інших переваг, велика енергоємність та нечітка відтворюваність результатів заважають широкому впровадженню цих технологій.

Одним з напрямів, що розвивається останнім часом є застосування електричного поля високої напруженості. Під час такої обробки на насінніву масу діє сукупність факторів – електричне поле високої напруженості, постійний струму провідності, іонізаційні процеси в насінній масі та озон, які забезпечують одночасну стимуляцію ростових процесів і знезараження поверхні зерна від шкідливої мікрофлори.

В дослідженнях проведених на зерновій масі ячменя було встановлено, що ефективний вплив від обробки в електричному полі високої напруженості проявляється не одразу, а через певний час відлежування. На сьогоднішній день такі дослідження проводились лише на зернових культурах, а ефективність впливу обробки в електричному полі високої напруженості на круп'яні культури та дослідження ефективного строку їх відлежування перед посівом не проводились.

Для проведення досліджень використовувались чотири види круп'яних культур по три сорти: гречка (Вікторія, Єлена, Оранта), сориз (Кварц, Одеський

302, Титан), сорго (Одеський 205, Фаворит, Медовий), просо (Денвікське, Вітридо, Золотисте).

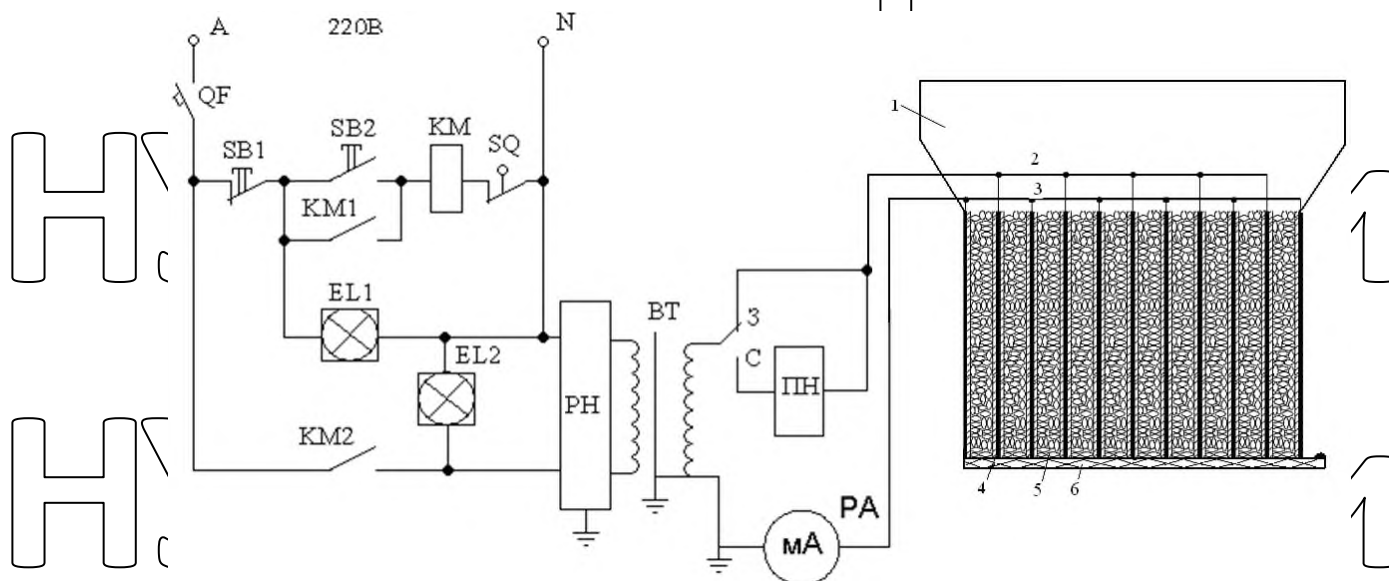


Рис 4.3. Електрична схема дослідної установки для обробки зернових в

електричному полі високої напруги

1 – бункер; 2 – високовольтні електроди; 3 – занулені електроди; 4 – діелектричні пластини; 5 – насіннева маса; 6 – висувка

Установка містить високовольтний трансформатор, регулятор напруги, кіловольтметр, міліамперметр, камеру обробки [22].

Установка працює наступним чином: вмикається автоматичний вимикач *QF*, подається напруга живлення про що сигналізує лампа *EL1*. Після вмикання кнопки *SB2* подається напруга на котушку магнітного пускача *KM*, і замикаються контакти *KM1*, *KM2* та загоряється сигнальна лампа *EL2*. Через регулятор напруги живлення подається на високовольтний трансформатор *ВТ*. Після трансформатора в колі встановлений перемикач режиму роботи «3»-«С». При знезаражуючій обробці перемикач встановлюється в положення «3» і на електроди камери обробки подається висока напруга змінного струму від трансформатора, при стимулюючій обробці перемикач встановлюється в положення «С» і на електроди камери обробки через помножувач напруги ПН подається висока напруга постійного струму. Також в електричне коло

установки включений кінцевої вимикач  $SQ$ , який встановлений на двері шафи з високовольтним обладнанням і призначений для відключення живлення установки при спробі відкривання шафи в робочому режимі.

Дослідження проводили при температурі повітря  $18^{\circ}\text{C}$  та вологості 75%.

Режими обробки наведені в таблиці. 1.

Таблиця 4.5

Режимні параметри обробки насіння круп'яних культур в електричному полі високої напруженості.

Режимні параметри	Напруженість поля, кВ/см	Густина струму, $\text{A}/\text{m}^2$	Час експозиції, хв
Гречка сорт Вікторія	2,1	0,2	3
Гречка сорт Єлена	3,8	0,12	3
Гречка сорт Оранта	3,2	0,18	2,2
Сориз сорт Кварц	5,2	0,0042	5
Сориз сорт Одеський 302	5,1	0,01	3
Сориз сорт Титан	5	0,0092	5
Сорго сорт Одеський 205	6,2	0,032	5
Сорго сорт Фаворит	6,3	0,031	3
Сорго сорт Медовий	5	0,05	3
Просо сорт Денвікське	4,8	0,045	3
Просо сорт Вітрило	5,2	0,076	3
Просо сорт Золотисте	3,2	0,1	3

Лабораторний аналіз проб насіння проводився згідно ДСТУ 4138-2002 «Методи визначення якості сільськогосподарських культур» в Старокостянтинівській районній державній насінневій інспекції Хмельницької області.

Польові досліді закладались протягом 2010 року в польовій сівозміні Хмельницького інституту АПВ. Агротехніка в дослідях відповідає

рекомендованій на час їх проведення для зони, за виключенням агрозаходів, зміна яких передбачається схемами дослідів для вивчення.[25].

В результаті проведених досліджень було встановлено, що обробка насіння в електричному полі високої напруженості є приємне покращенню посівних якостей, але найкращий ефект досягається, якщо насіння висівати не одразу після обробки, а через певний час відлежування. Результати досліджень впливу обробки насіння круп'яних культур в електричному полі високої напруженості представлені в таблиці 4.6

Таблиця 4.6

Результати впливу обробки насіння круп'яних культур в електричному полі високої напруженості.

Культура, сорт	Енергія проростання, %			Лабораторна схожість, %				
	Контроль	Оброблене			Контроль	Оброблене		
		2	7	10		2	7	10
Гречка сорт Вікторія	96	96	98	98	96	96	98	98
Гречка сорт Єлена	86	86	87	88	86	86	88	88
Гречка сорт Оранга	92	92	94	94	93	94	94	94
Сориз сорт Кварц	87	84	82	82	88	85	82	82
Сориз сорт Одеський 302	86	86	88	88	86	86	88	88
Сориз сорт Титан	96	95	95	92	96	96	95	92
Сорго сорт Одеський 205	90	92	96	98	90	94	96	98

Продовження таблиці 4.6

Сорго сорт Фаворит	94	94	96	98	96	95	98	98
Сорго сорт Медовий	94	95	98	98	94	96	98	98
Просо сорт Денвікське	97	97	98	98	98	98	98	98
Просо сорт Вітрило	93	94	98	98	94	95	98	98
Просо сорт Золотисте	95	96	97	97	96	96	97	97

Для проведення досліджень використовувались три види культур: гречка сорту Вікторія, сориз сорту Одеський 302, просо сорту Денвікське.

В результаті обробки в електричному полі високої напруги енергія проростання у насіння гречки сорту Вікторія зросла на 7%, у соризу сорту Одеський 302 на 4 % та проса сорту Денвікське на 2%. Лабораторна схожість зросла відповідно на 4%, 11% та 1%. Також в результаті обробки було відмічено значне зменшення розвитку хвороб. Ураженість хворобами гречки сорту Вікторія зменшилась в 2,3 раз, соризу сорту Одеський 302 в 3,4 раз та проса сорту Денвікське в 1,3 раз. Результати аналізування ураженості проростків соризу сорту Одеський 302 представлені на рис. 3.3. Підвищення енергії проростання, лабораторної схожості та зменшення розвитку хвороб ефективно вплинуло на урожайність круп'яних культур. Урожайність гречки сорту Вікторія зросла на 10,3%, соризу сорту Одеський 302 на 16,6 % та проса сорту Денвікське на 15,4%. [26]

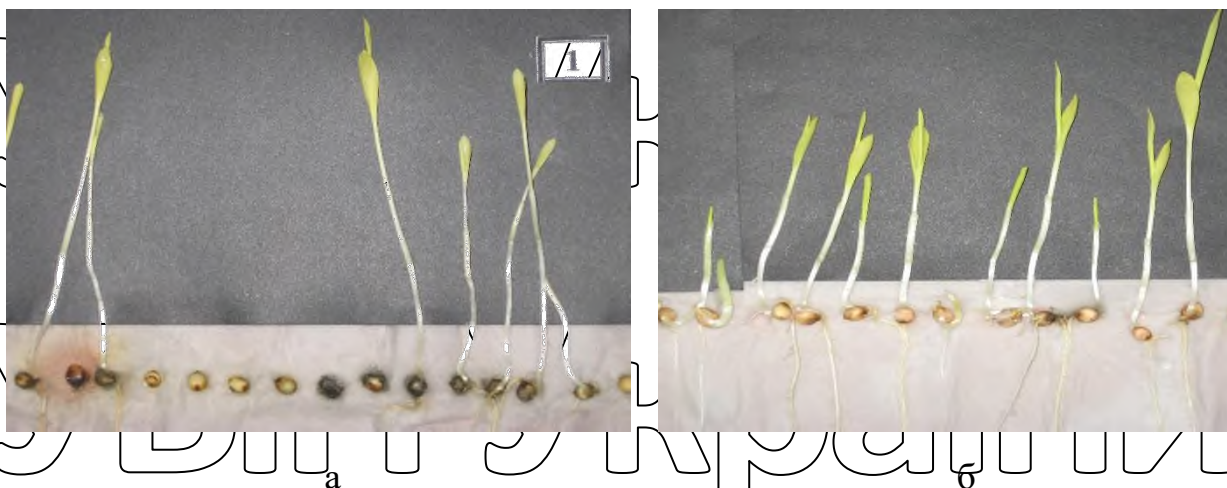


Рис 4.4. Результати аналізування ураженості проростків насіння соризу сорту Одеський 302: а – без обробки (контроль); б – насіння оброблене в електричному полі високої напруги

Крім того в результаті проведених лабораторних досліджень було встановлено, що в результаті обробки насіння в електричному полі високої напруги його посівні якості покращуються не лише по відношенню до контролю, а й по відношенню до хімічних та біологічних засобів, які використовуються нині. Результати представлені на рис.3.4.



Рис.4.5. Результати аналізування ураженості проростків насіння проса сорту Денвікське: 1 – без обробки (контроль); 2 – емістим С (еталон); 3 – кладостім (бактеріальний препарат з стимулюючими властивостями); 4 – насіння оброблене в електричному полі високої напруги

НУБІП УКРАЇНИ

Аналізуючи проведені дослідження результати яких представлені в таблиці 4.6 було встановлено, що ефект стимуляції насіння після обробки в

електричному полі високої напруженості постійного струму найкраще проявляється на 7–10 день порівняно з контрольним зразком (без обробки).

НУБІП УКРАЇНИ

Тобто на десятій день в найбільшій мірі включаються фізіологічні ростові процеси в насінні як результат дії обробки. Так дані таблиці свідчать, що проби насіння висіяні на другий день після обробки не показали суттєвої переваги за

енергією проростання і лабораторною схожістю порівняно з контрольним

НУБІП УКРАЇНИ

варіантом, тоді як в зразках закладених на сьомий та десятій день після обробки ці показники значно покращились по відношенню до контролю. Щодо культури соризи, то в сортів Кварц та Титан спостерігали негативну дію обробки в

електричному полі високої напруженості на посівні якості насіння, що свідчить

про різну сортову реакцію та необхідність додаткового вивчення та удосконалення режимів обробки.

НУБІП УКРАЇНИ

Найбільший приріст показників посівних якостей спостерігався в насінні зернового сорго сорту Одеський 205, де енергія проростання та лабораторна

схожість збільшились на 8% (з 90 до 98%) порівняно з контрольним варіантом

(без обробки).

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

## ВИСНОВКИ

Отримані теоретичні та експериментальні результати дозволяють зробити наступні загальні висновки:

1. Аналізуючи існуючі технології передпосівної обробки насіння електрофізичними методами встановлено, що електричні поля високої напругеності можливо використовувати, як екологічно чистий та ефективний засіб передпосівної обробки.

2. В результаті теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що в повітряних включеннях насінневої маси розміщеній в системі плоско-паралельних електродів під дією електричного поля високої напругеності постійного струму відповідного значення виникають іонізаційні процеси, які супроводжуються електросинтезом озону. Концентрація озону залежить від напругеності електричного поля, виду сільськогосподарської культури, електропровідності насіння та його об'єму.

3. Аналізуючи проведені дослідження було встановлено, що ефект стимуляції насіння після обробки в електричному полі високої напругеності постійного струму найкраще проявляється на 7–10 день порівняно з контрольним зразком (без обробки). Тобто на десятий день в найбільшій мірі включаються фізіологічні ростові процеси в насінні як результат дії обробки.

Так дані таблиці свідчать, що проби насіння висіяні на другий день після обробки не показали суттєвої переваги за енергією проростання і лабораторною схожістю порівняно з контрольним варіантом, тоді як в зразках закладених на сьомий та десятий день після обробки ці показники значно покращились по відношенню до контролю. Щодо культури соризу, то в сортів Кварц та Титан спостерігали негативну дію обробки в електричному полі високої напругеності на посівні якості насіння, що свідчить про різну сортову реакцію та необхідність додаткового вивчення та удосконалення режимів обробки.



Найбільший приріст показників посівних якостей спостерігався в насінні зернового сорго сорту Одеський 205, де енергія проростання та лабораторна схожість збільшились на 8% (з 90 до 98%) порівняно з контрольним варіантом (без обробки).

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. с. 1822629 СССР, МКП А1, А 01 С 100. Способ предпосевной обработки семян хлопчатника и устройство для его осуществления / С.Д. Исамухамедов, У.С. Исамухамедов, Х.У. Умаров, А.Ф. Идиятуллин (СССР). – № 4921680/15; заяв. 16.01.91; опубл. 23.06.93. Бюл. № 23.
2. Абросимов В.М. Использование электрофизических средств в природоохранных ресурсосберегающих технологиях / В.М. Абросимов, Г.А. Шарков // Электротехнологии в сельскохозяйственном производстве. Научные труды ВНИИЭСХ. – 1989. – Том 73. – С. 3 – 11.
3. Александров А.Б. Экспериментальное исследование влияния магнитного поля на величину рН водных систем / А.Б. Александров, Б.Л. Александров, В.А. Харитонов // Применение электротехнических устройств в АПК. Сб. науч. трудов КГАУ. – 2000. – Вып. 381 (409). – С. 167 – 171.
4. Расчет электростатических полей / [Амирмадов Э.Г., Драгомиров В.В., Жук А.К., Чудайкин И.И.]. – Николаев: ИКИ, 1992. – 32 с.
5. Андрейчук В.К. Электрофизические методы предпосевной обработки семян различных сельскохозяйственных культур / В.К. Андрейчук, А.Е. Реднев, И.А. Потапенко // Применение электротехнических устройств в АПК. Научные труды КГАУ. – 2000. – Вып. 381 (409). – С. 74 – 78.
6. Электростатическая модель молекулы озона / [Антонченко В.Я., Гончарук В.В., Ильин В.В., Семяновский В. Н.]. – К.: ИТФ, 1993. – 12 с.
7. Архипов М.В. Фотометрические методы диагностики устойчивости растений / М.В. Архипов // Биофизика растений и фитомониторинг. Сб. науч. трудов АФИ. – 1990. – С. 186 – 208.
8. Бабич А.А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои при известковании, внесении минеральных удобрений и инокуляции в условиях Лесостепи Украины / А.А. Бабич, В.Ф. Петриченко // Вестник с.-х. науки. – 1992. – № 5. – С. 110-117.
9. Бадретдинов Б.Ф. Электротехнология и урожайность сельскохозяйственных культур / Б.Ф. Бадретдинов, А.А. Тюр, Я.М.

Каюмов // Электрификация сельского хозяйства. – 2000. – Вып. 2. – С. 90 – 92.

10. Бажал М.І. Вплив параметрів зовнішнього середовища на електричну стабільність біомембрани / М.І. Бажал // Наукові праці НУХТ. – 2002. – Вип. 11. – С. 22 – 25.

11. Баран А.Н. Об описании стимулирующего действия электрического тока на процессы биосинтеза / А.Н. Баран // Электронная обработка материалов. – 1994. – № 3(177). – С. 58 – 62.

12. Басов А.М. Предпосевная обработка семян в электрических полях постоянного тока высокого напряжения / А.М. Басов // Научные труды по электрификации сельского хозяйства. – 1973. – С. 132 – 137.

13. Влияние электрического поля на некоторые физиолого-биохимические процессы, урожай и его качество / Басов А.М., Блонская А.П., Окулова В.А., Миронова А.Н. // Электронная обработка материалов. – 1977. – № 1(78). – С. 72 – 74.

14. Берека О.М. Пророшування пивоварного ячменю в електростатичному полі високої напруги / О.М. Берека, Л.С. Червінський, М.П. Салата // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. Науково. – виробничий журнал. – 2003. – № 2. – С. 9 – 12.

15. Берека О.М. Температурна камера для пророшування ячменю на базі термоелектричного холодильника / О.М. Берека, Л.С. Червінський, М.П. Салата // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. Науково – виробничий журнал. – 2003. – № 3. – С. 26 – 29.

16. Вплив температури на електричні властивості зернової маси ячменя пивоварного / О.М. Берека, Л.С. Червінський, М.П. Салата [та ін.] // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – 2004. – Вип. 24. С. 143 – 147.

17. Вплив обробки в полі коронного розряду на результати пророшування пивоварного ячменю / О.М. Берека, Л.С. Червінський, М.П. Салата, Л.П.

Назаренко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – 2004. – Вип. 17. – С. 30 – 33.

18. Берека О.М. О биологической эквивалентности источников излучения / О.М. Берека, А.А. Квицинський // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2002. – Вип. 49. – С. 7 – 9.

19. Використання термоелектричного холодильника в якості термокамери / О.М. Берека, Л.С. Червінський, М.П. Салата, І.П. Назаренко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – 2005. – Вип. 33. – С. 164 – 169.

20. Застосування озону в сільському господарстві / О.М. Берека, Л.С. Червінський, М.П. Салата, І.П. Назаренко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – 2006. – Вип. 42. – С. 32 – 37.

21. Дослідження впливу електростатичного поля високої напруги та іскрового розряду на рН і ОВП води / О.М. Берека, Л.С. Червінський, М.П. Салата, С.М. Усенко // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. Науково – виробничий журнал. – 2005. – № 4(13). – С. 61 – 66.

22. Вплив електростатичного поля високої напруги та іскрового розряду на оптичний коефіцієнт пропускання водопровідної води / О.М. Берека, Л.С. Червінський, Ю.М. Чикін, С.М. Усенко // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. Науково – виробничий журнал. – 2005. – № 3(12). – С. 62 – 68.

23. Берека О.Н. Оптические электротехнологии / О.М. Берека, Л.С. Червінський // Сохранение окружающей среды – важнейшая проблема современности. – Орал, Казахстан, 2005. – Ч. 1. – С. 29 – 31.

24. Берека О.М. Дослідження напруженості електричного поля початкової іонізації в залежності від вологості насіння / О.М. Берека // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. Науково – виробничий журнал. – 2007. – № 2(21). – С. 21 – 24.

25.Берека О.М. Електросинтез озону в насінневій масі / О.М. Берека // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – 2008. – Т. 5, Вип.8. – С. 37–43.

26.Берека О.М. Обробка насіння сільськогосподарських культур в сильних електричних полях / О.М. Берека // Збірник наукових праць Уманського аграрного університету. – 2008. – Ч.1, Вип. 69. – С. 34–40.

27.Биофизика живых систем: от молекулы к организму / Под ред. И. П. Волоотовского. – Мн.: Белсэнс, 2002. – 204с.

28.Блонская А.П. Влияние электрообработки семенного материала на качество продукции нового урожая / А.П. Блонская, Миронова, А.Н. В.А. Окулова // Электронная обработка материалов. – 1983. – № 6(114). – С. 71–73.

29.Богородицкий Н.П. Электротехнические материалы / Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.