

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

УДК 621.3.631.24(477.81)

**ПОГОДЖЕНО**

Директор ІНІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.

(підпис)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

В.о. завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки та  
електротехнологій

Окушко О.В.

(підпис)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: „РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ПЕРЕДПОСІВНОЇ  
ОБРОБКИ СОЇ 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.

(підпис)

(ПІБ)

**Керівник магістерської роботи**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко С.М.

(підпис)

(ПІБ)

**Виконав**

Тимошенко Я.Г.

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2023

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри  
електротехніки, електромеханіки  
електротехнологій

к.т.н. доц.

О.В. Окушко

(підпис)

2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ**

Тимошенку Ярославу Григоровичу

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: „Розробка та дослідження  
електротехнологічного комплексу передпосівної обробки сої в сильному  
електричному полі“

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

Термін подання завершеної роботи на кафедру 01. 11. 2023

Вихідні дані до магістерської роботи:

а) Результати науково-дослідницької роботи кафедри ЕЕЕ;

б) Результати навчально-дослідницької практики;

в) Нормативні документи: ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС, ДСТУ, ДБН, тощо

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз існуючих електрофізичних методів обробки насіння;

2. Теоретичні передумови обробки насіння в електричному полі високої  
напруги;

3. Експериментальні дослідження електрофізичних процесів в насінній масі під  
впливом електричного поля високої напруги;

4. Розробка способу обробки сої в електричному полі високої напруги та  
дослідної установки;

5. Техніко-економічні показники.

Дата видачі завдання 02.02.2023 р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Усенко С.М.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Тимошенко Я.Г.

(ПІБ)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 80 с., 24 рис., 26 табл., 25 джерел.

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

Мета роботи – розробка електротехнологічного комплексу для передпосівної обробки насіння сої із застосування електричних полів високої напруженості, що дозволить підвищити врожайність та якість продукції.

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

Застосування технологій з використанням сильних електричних полів для обробки зернових дозволяє зменшити використання хімічних засобів.

Це дозволить заощадити на процесах обробки та значно покращити екологічність продукції.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження обробки насіння в електричному полі високої напруженості з метою покращення його посівних якостей. Встановлено, що при обробці насіння відповідному значенні

напруженості електричного поля та струму в насінній масі виникають фізичні процеси. Наслідком яких є хімічні та фізичні реакції в насінні, що суттєво впливає на його посівні якості.

Галузь застосування – рослинництво.

НАСІННЄВА МАСА, ЕЛЕКТРИЧНІ ПОЛЯ ВИСОКОЇ НАПРУЖЕНОСТІ, ІОНІЗАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ, НАПРУЖЕНОСТЬ ПОЛЯ.

|   |    |
|---|----|
| ЗМІСТ   |    |
| ЗМІСТ   | 4  |
| ВСТУП   | 6  |
| РОЗДІЛ 1. Аналіз існуючих електрофізичних методів передпосівної обробки   |    |
| насіння   | 8  |
| 1.1. Застосування електричного поля високої напруженості постійного струму для електрофізичної обробки с.-г. культур. Технічні засоби | 8  |
| 1.2. Застосування магнітного поля для обробки сільськогосподарської продукції. Технічні засоби  | 16 |
| 1.3. Застосування оптичного випромінювання для обробки сільськогосподарської продукції. Технічні засоби                               | 25 |
| РОЗДІЛ 2. Електрофізичні процеси в насінній масі під дією сильного електричного поля  |    |
| 2.1. Теоретичні дослідження механізму впливу сильного електричного поля на електрофізичні властивості окремих насіннин                | 30 |
| 2.2. Теоретичні дослідження електрофізичних властивостей насінневої маси в сильному електричному полі                                 | 38 |
| 2.3. Теоретичні дослідження іонізаційних процесів у пов'язаних включеннях насінневої суміші під дією сильного електричного поля       | 63 |
| РОЗДІЛ 3. Розробка способів обробки зернових в сильних електричних полях  |    |
| 3.1. Розробка установки для обробки зернових в СЕП  | 42 |
| 3.2. Продуктивність установки та витрати електроенергії   | 51 |
| РОЗДІЛ 4. Закономірності зміни посівних якостей насіння залежно від режимних параметрів обробки                                       |    |
| 4.1. Порівняльні характеристики методів обробки насінневої маси сільськогосподарських культур   | 54 |
| 4.2. Закономірності зміни посівних якостей насіння сої залежно від режимних параметрів обробки  | 58 |

РОЗДІЛ 5. Економічна ефективність та виробнича перевірка установки для обробки насіння в сильних електричних полях.....71

5.1. Виробнича перевірка та економічна ефективність застосування установки для передпосівної обробки в сильному електричному полі.....71

**ВИСНОВКИ**.....78

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**.....79

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## Вступ

Основними проблемами сільськогосподарського виробництва в Україні є питання підвищення врожайності сільськогосподарських культур та енергозбереження.

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур відіграє важливу роль при впровадженні енергозберігаючих технологічних процесів у сільськогосподарське виробництво. Водночас, оцінка існуючих технологій підтверджує необхідність поглибленої уваги до питання відновлення сільськогосподарських ресурсів України. Це пов'язано з цілою низкою обставин, серед яких нестача сучасної сільськогосподарської техніки, зниження родючості ґрунтів, перенасичення їх мінеральними добривами та різноманітні антропогенні забруднення.

Існування цих проблем також пов'язане з тим, що аграрний сектор значно відстає від стандартів розвинених країн у технологічному плані, зокрема у створенні безвідходних технологій виробництва, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. З вирішенням цих проблем також безпосередньо пов'язані проблеми мінімізації енергетичних та технологічних втрат (мінімізація споживання електроенергії на одиницю продукції, втрат врожаю на всіх етапах агровиробництва тощо).

Вирішення цих проблем має відбуватися шляхом створення нової технологічної бази, яка може стати рушійною силою підвищення ефективності аграрного сектору України. Розвиток сучасних технологій, у тому числі електротехнологій, має призвести до суттєвого зниження енергоємності, створення високоефективного обладнання та технологій для більш глибокої та якісної переробки, виробництва та зберігання сільськогосподарської продукції, зменшення питомих витрат у процесах опалення, водопостачання, ремонту та обслуговування сільськогосподарської техніки, формування енерго- та ресурсозберігаючого мислення у аграріїв. Нижче наведені деякі з найбільш важливих факторів, які слід взяти до уваги

Ефективність використання електротехніки в сільськогосподарському виробництві визначається не тільки її ергономічними та економічними показниками, а й активацією та стимулюванням впливу на біологічні об'єкти електромагнітних полів, електромагнітних випромінювань, постійних струмів, струмів високої та надвисокої частоти та інших енергоносіїв. Це стосується переважно передпосівної обробки насіння і рослин, знезараження перед посівом і під час зберігання, а також захисту і живлення рослин на всіх етапах сільськогосподарського виробництва.

Використання електротехнологій у сільськогосподарському виробництві вимагає глибокої уваги до аналізу "біологічних ефектів" різних енергоносіїв та їх якісного і кількісного впливу на енергоефективність, оскільки їх цілі та кінцеві результати дуже різняться. Це вимагає глибоких досліджень, в тому числі базових знань, оскільки основними об'єктами є найскладніші і, на жаль, недостатньо досліджені елементи природи: організми, рослини і насіння.

Таким чином, можна сказати, що розробляючи та використовуючи новітні вітчизняні електротехнології, наша країна може значно зменшити свою залежність від іноземних технологій, сприяти перетворенню вітчизняного сільськогосподарського виробництва на високоефективну галузь та вирішити існуючі проблеми на сучасному рівні.

## РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ  
ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ1.1 Застосування електричного поля високої напруженості постійного  
струму для електрофізичної обробки с.-г. культур. Технічні засоби

Живі організми на Землі завжди перебували під впливом електричних і магнітних полів, від їхнього народження до еволюції. Рослини еволюціонували в електричному полі Землі. Електричне поле характеризується безперервним рухом іонів повітря. Електрони стікають з верхівки рослини вниз, а позитивні потоки (аероіонів) зустрічаються на листках. У самій рослині молекули поживних речовин перетворюються на іони і рухаються у зворотному напрямку. Це означає, що негативні іони рухаються вгору до листя, а позитивні - вниз. Чим більше аероіонів рослина отримує з атмосфери, тим швидше вона розвивається.

Вплив електричних полів і струмів на рослини був встановлений ще у 18 столітті; Ремстрем, який проводив дослідження в 1990-х роках, пов'язав можливий вплив електростатичних полів на рослини з капілярною дією в їхній структурі. Він виявив, що електростатичні поля впливають на зміну вмісту речовин у зернових і коренеплодах. Наприклад, після обробки електростатичним полем відсоток білка в зернових збільшився на 19,3%, а відсоток цукру в цукровому буряку - на 13,4%. Постійне електричне поле може змінювати білковий комплекс (клейковину) зерна. Було виявлено, що відсоток сирової клейковини і питома подовження зерна збільшуються зі збільшенням напруженості електричного поля і часу експозиції. Г.І. Бяземський, який вивчав біоелектричний потенціал рослин, стверджував, що рослинні струми безпосередньо пов'язані з процесом дихання.

У 90-х роках 19 століття І.В. Мічурін вивчав вплив електростатичних розрядів на життєдіяльність пилку і вказав на можливість використання



електрики для перехресного запилення. Експерименти з пилюком плодкових дерев показали, що високовольтні електростатичні поля можна використовувати як стимулятор біологічних властивостей пилюку.

Життя рослин залежить від електричного поля атмосфери, яке тісно пов'язане з активністю Сонця. У 20-х роках минулого століття було виявлено залежність між врожайністю сільськогосподарських культур і сонячною активністю (А.Л. Чижевський). Дослідження, проведені в фітотронній камері Інституту фізіології рослин, показали, що електричне поле, сильніше за

атмосферне, збільшує інтенсивність фотосинтезу. Для того, щоб активувати рослини за допомогою електричних полів, необхідно вивчити вплив електричних полів на самих ранніх стадіях розвитку, тобто на насінні. Ці дослідження були започатковані А.Л. Чижевським у 1930-х роках і продовжувалися пізніше. Схожість обробленого насіння досягала 86,90%, а необробленого - 74%.

З минулого століття Челябінський інститут механізації та електрифікації сільського господарства (ЧІМБЕСГ) працює над застосуванням електронно-іонної технології в сільському господарстві, зосереджуючись на теорії та використанні електричних полів високої інтенсивності постійного струму для миття, сортування зерна та перед посівом.

В.П. Крадьонов та інші дослідники вивчали вплив електростатичних полів на розвиток посівів *Candida tropis* залежно від напруженості поля. Вони вважають, що оптимальним режимом для стимуляції росту клітин і накопичення біомаси кормових дріжджів є напруженість електростатичного поля 3 кВ/см і час обробки 1200 секунд.

В даний час доведено, що всі живі клітини мають біоелектричний потенціал, величина і знак якого змінюються в залежності від зовнішнього середовища і процесів, що відбуваються всередині клітини.

Д.А. Сабінін звернув увагу на те, що плазма, яка утворюється на кордонах клітин, є носієм заряду. Поляризація протоплазматичного прикордонного шару всередині клітини спричиняє виникнення

електростатичних сил у протоплазмі. Потенціал цього шару вимірюється десятками мілівольт. Враховуючи товщину протопласта (приблизно 0,001 мм) і потенціал 50 мВ, напруженість електричного поля  $E \in 50 \text{ В/см}$  всередині клітини. Застосування зовнішнього електричного поля достовірно змінює електричний потенціал клітини і впливає на її біологічну активність.

Використання електричної енергії для безпосереднього виконання технічних операцій і прискорення біологічних процесів дозволяє уникнути проміжного перетворення енергії в інші форми.

Спільне дослідження, проведене компаніями "Хімекспо", показало, що електричні поля постійного струму високої інтенсивності не чинять згубного впливу на насіння зернових культур при їх обробці на зернових електричних машинах.

Інтенсивність ростового процесу в перший період проростання характеризується інтенсивністю початкового росту. Зелена маса одного і того ж насіння пшениці сорту Діамант, обробленого електричним полем, становила 5,67 г, порівняно з 4,69 г для необробленого насіння. Початкова швидкість росту обробленого насіння була на 21% вищою, ніж у необробленого насіння.

Насіння в частково сплячому стані, зі зниженою енергією проростання і швидкістю проростання, може бути виведене з цього стану за допомогою обробки електричним полем.

Результати експерименту показали, що електричне поле позитивно впливає на проростання насіння. Протягом вегетаційного періоду рослини, оброблені електричним полем різними способами, перевершували контрольні сорти за швидкістю росту. В процесі обробки вони набували стійкості до впливу навколишнього середовища. Найкращі результати було отримано з насінням вологістю 13-15%.

Н.В. Кусенс та інші дослідники зазначають, що під час проростання насіння вирішальну роль відіграють "стартові" реакції та проміжні метаболіти, які відбуваються в зародках. Оскільки метаболізм відбувається в рідкому або колоїдному середовищі, вони вивчали вплив електростатичного поля на

водопоглинальну здатність насіння та врожайність пшениці. Автори використовували електростатичне поле 4,5-6,0 кВ/см і виявили, що позитивний ефект з'являється при напруженості електричного поля 6,0 кВ/см.

Крім того, було вивчено взаємозв'язок між біоелектричним потенціалом насіння при різних напруженостях поля та тривалістю впливу 10... 60 хв. За даними дослідників, залежність біопотенціалу від напруженості поля була екстремальною, досягаючи максимуму при напруженості поля 5,0 кВ/см, з найбільшим впливом на питому водопоглинальну здатність.

Ф.Ю. Ізаков та В.А. Окулова вивчали вплив обробки насіння електричним полем на посівні якості та врожайність у багатьох поколіннях. Дослідження показало, що перше покоління насіння з насіння, обробленого електричними полями коронного розряду, не можна було висівати наступного року без додаткової електричної обробки перед сівбою. На думку дослідників, насіння, оброблене електростатичними полями, не можна висівати наступного року без додаткової обробки через незначні наслідки.

В результаті подальших досліджень В.А. Окулова зазначає, що всі дослідні рослини після обробки постійним високовольтним електричним полем (ВПЕП) росли швидше, ніж контрольні рослини. Приріст становив від 5,3 до 13,3%. Довжина колоса і кількість колосків у колосі також були вищими у дослідних сортів, кількість колосків у колосі збільшилася до 10,4 порівняно з 8,6 у контролі; маса 1000 зерен була вищою, ніж у контролі для всіх дослідних сортів; і кількість колосків у колосі була вищою у дослідних сортах, ніж у контролі. Кількість рослин, що дожили до збирання врожаю, була вищою в дослідних варіантах, ніж у контролі, на 102 - 113 %.

В.Н. Шмігель, В.Г. Рахманін та ін. також відзначили, що обробка насіння електричними полями високої інтенсивності постійного струму (коронний розряд і електростатичні поля) позитивно впливає на посівні якості насіння і подальшу врожайність. Причому обидва електричні поля однаково ефективні. Автори провели дослідження електричної обробки багатшарового розміщення зерна. Аналіз показав, що найкращі результати обробки насіння

електростатичними полями були отримані для всіх режимів електрообробки після пожежонебезпечного періоду вилежування перед посівом. Сходи на дослідних ділянках були дружніми та рівномірними. Вони відрізнялися рівномірним, високим і щільним стеблом у фазі бутонізації. Це дозволило отримати колосся з високим вмістом зерна.

Ці дослідники відзначили, що найкращим режимом обробки насіння було електричне поле: на робочий електрод подавалася напруга 20 кВ або 28 кВ, товщина шару насіння становила 2 см або 3 см відповідно, а повітряний прошарок між верхнім електродом і шаром насіння - 1 см. За цих умов напруженість поля в насінній масі становить 3,5 кВ/см і 2,9 кВ/см, а напруженість поля в повітряному проміжку - 17,5 кВ/см і 14,3 кВ/см.

Великий інтерес представляє якість, а також кількість зерен, отриманих в результаті обробки передпосівного насіння електричним полем. Були проведені експерименти з визначення вмісту білка в зернах. Експерименти проводилися на пшениці м'якої озимої при однаковій середній напруженості ( $E = 5$  кВ/см), часу впливу електричного поля (5 с) і нормі висіву (840 зерен на  $m^2$ ). Для обробки насіння використовували два типи електричних полів: однорідне та неоднорідне (коронний розряд) електричне поле.

З аналізу результатів дослідження вчені дійшли висновку, що одним з основних параметрів, які впливають на вміст білка, є напруженість електричного поля. Щоб довести цей факт, зерна помістили в герметичні пробірки, щоб усунути вплив заряду зерна, іонів повітря і різкого зменшення струму корони. При цьому вміст білка збільшився з 14,96% до 15,48%. В однорідному електростатичному полі коронний струм не може генеруватися, але зерна можуть заряджатися при дотику до електродів. Щоб запобігти зарядці, достатньо покрити електрод із зерном ізоляційним шаром. Обробка зерен на ПВХ-ізоляторах призвела до збільшення вмісту білка до 15,92%.

Різницю в результатах між обробкою в полі коронного розряду і в електростатичному полі автори пояснюють неоднорідністю першого через напругу біля електродів, що відрізняється від середньої напруженості поля.

Дослідники зазначають, що негативні заряди сприяють накопиченню білків у насінні. Позитивні заряди мають протилежний ефект. При обробці електростатичним полем на позитивному електроді відсоток білка вищий з ізоляторами, ніж без них, оскільки наявність ізоляторів перешкоджає надходженню позитивних зарядів.

Порівняння результатів впливу електрообробки на врожайність і вміст білка показує, що обидва показники змінюються за однаковою схемою. Однак є і суттєві відмінності. Інтенсивність поля, при якій вміст білка в зерні найвищий, не є оптимальною з точки зору врожайності, і навпаки, інтенсивність поля, при якій врожайність найвища, не призводить до значного збільшення частки білка в зерні. Тому обробку насіннєвого і товарного зерна слід проводити за різних умов.

Другою особливістю впливу електричних полів на якість насіння та вміст білка є те, що ці показники залежать від знаку заряду зерна. Позитивний заряд завжди зменшує вплив електричного поля на вміст білка, але його вплив на врожайність при малих дозах (половина нікелу ректифікації) не менший, ніж при негативному заряді. При більш високих значеннях заряду зерна вихід знижується нижче оптимальних умов, але залишається вищим за контроль.

Таким чином, автори вказують на те, що знак заряду впливає не стільки на вихід, скільки на відсоток білка в зерні.

В. Н. Шмитель вказує, що стимулююча дія полів коронного розряду спостерігається за коротких часів експозиції (3 с), тоді як менш інтенсивні однорідні електростатичні поля мають позитивний ефект за більш тривалих часів експозиції (2,5 кв).

Ф.Я. Ізаков і А.П. Блонська відзначають, що передпосівна обробка насіння зернових в електричному полі призводить до стабільного підвищення врожайності на 10-15%. Однак механізм впливу електричного поля на посівні якості насіння ще не вивчений. З метою виявлення визначальних параметрів електричного поля були проведені дослідження ролі, яку відіграють напруженість електричного поля, величина і знак заряду, отриманого ядром, і

форма кривої випрямленої напруги. Автори дійшли висновку, що напруженість електричного поля є вирішальним фактором у покращенні посівних якостей насіння. Ефективність обробки знижується, коли напруженість поля перевищує 5 кВ/см.

Ми також вивчали структуру врожайності за формою кривої напруги при обробці насіння в статичних магнітних полях при напруженості 5 кВ/см в установках АКИ-50 (однонапівперіодне випрямлення), ТУ-180 (двонапівперіодне випрямлення). При більш високій напрузі позитивні заряди

легше утримуються на насінинах, що впливає на їх розвиток. ПВХ ізоляція позитивного електроду захищає насіння від позитивних зарядів. Таким чином, при однакових параметрах електричного поля досягається вища виживаність рослин і врожайність.

В.А. Окулова зазначає, що різні випрямляючі пристрої не відіграють особливої ролі в розвитку позитивних залишкових ефектів електричного поля при обробці насіння, але пульсуюча форма є кращою.

Дослідження показало, що навіть за відсутності електризації ядра електричні поля можуть впливати на біологічну активність насіння, що

призводить до збільшення врожайності. При цьому було відзначено, що

іонізація повітря в електричному полі та інтенсивна зарядка насіння додатково суттєво підвищувала врожайність. В.І. Мечасв та інші дослідники провели дослідження з метою визначення впливу іонізованого повітряного

потоків поза електричним полем на насіння. Результати показали, що зміна

питомої концентрації носіїв струму від 50-107 1/см<sup>3</sup> до 98-107 1/см<sup>3</sup> за відсутності електричного поля мало впливала на інтенсивність початкового росту.

Порівняльні дослідження з електрообробки насіння у повітрі, азоті та

кисні показали, що найбільший стимулюючий вплив на врожайність і тканину пшениці було отримано при обробці в азоті (табл. 1.1).

Дослідники припускають, що цей позитивний ефект зумовлений негативними іонами азоту.

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 1.1.

## Залежність врожаю і його структури від середовища, у якому знаходилося насіння 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                  |

А.І. Сальников та ін. вивчали обробку повітряно-сухого насіння гречки сорту Немчинівська та насіння різних сортів огірків електростатичними полями постійного струму. Насіння насипали шарами по дві-три зернини на круглий нерухомий стіл (один з електродів) з нікельованої латуні; другий круглий електрод мав такий же діаметр, як і перший, і міг переміщатися, тому відстань між електродами можна було змінювати для створення необхідної напруженості поля. Найкращі результати були отримані з насінням гречки при напруженості електростатичного поля 1 кВ/см, експозиції 90 с, з насінням гречки при напруженості 5 кВ/см, експозиції 30 с і 60 с, з насінням огірків сортів Неросимі 40, ВІР-517 і Майський - 3 кВ/см, експозиція 60 с і Марфиський - 3 кВ/см, експозиція 90 с О.Г. Долговий.

О.Г. Долгових відмітив позитивні результати обробки насіння овочевих культур високовольтним електростатичним полем. Насіння поміщали між електродами конденсатора, до якого подавали напругу 1,5 кВ. Наприклад, у

# НУБІП УКРАЇНИ

насіння капусти врожайність зеленої маси збільшилася на 30% порівняно з контролем, а також підвищилася схожість.

Таким чином, обробка насіння постійним струмом (ЕХЕК) має наступні переваги над іншими електрофізичними впливами. При обробці насіння іонізуючим випромінюванням, імпульсним концентрованим світлом, ультразвуком, змінним і радіочастотним струмом не виявлено детальних доз.

У рослин, вирощених з насіння, обробленого в електричних полях, не спостерігається жодних патологічних змін. При обробці насіння в

електричному полі постійного струму споживається лише невелика кількість

електроенергії. Обробка насіння в електричних полях постійного струму є

найбільш перспективною з точки зору мінімізації витрат на обробку і можливості механізації та автоматизації всіх операцій обробки.

Особливості застосування електронно-іонної технології в сільському

господарстві залежать від природи оброблюваного матеріалу, який є

потенційно живими частинками або частинками, що впливають на живий матеріал. Електронно-іонні технології в сільському господарстві стануть реальною необхідністю, особливо якщо вдасться вивчити механізми впливу

електричних полів на насіння. Тому вивченню впливу електричних полів на

якість посіву та врожайність зернових та інших культур (вирощених з обробленого насіння, слід приділяти значну увагу.

Наразі, однак, незважаючи на значну кількість експериментального матеріалу, результати часто суперечливі, а дослідники не досягли консенсусу

щодо режиму та способу обробки. Обробка насіння не враховує його електрофізичні властивості.

Високовольтні електростатичні поля використовуються як для стимуляції біологічних процесів, так і для сепарації в електростатичних сепараторах для зернових і овочевих культур.

**1.2. Застосування магнітного поля для обробки сільськогосподарської продукції. Технічні засоби**



Дослідження обробки в змінних магнітних полях показали стійке збільшення врожайності та покращення вегетації рослин.

На відміну від інших електрофізичних факторів, чутливих до пилу, на обробку в градієнтному магнітному полі (ГрМП) пил взагалі не впливає, оскільки енергоспоживання при обробці в ГрМП низьке, а за межами зони обробки відсутнє шумове магнітне поле (індукція становить 0,01 мТл на відстані 0,5 м від зони обробки). Абсолютно безпечний для обслуговуючого персоналу.

Процес обробки нешкідливий для людей, тварин і навколишнього середовища. Індукція магнітного поля відомих установок магнітної обробки сільськогосподарської продукції знаходиться в межах від 0,006 до 0,04 Тл. Багаторічні польові випробування показали, що обробка магнітним полем насіння ячменю, пшениці, кукурудзи та сої збільшує врожайність на 10-15%.

Вибір режиму магнітної обробки ґрунтується на гіпотезі, що біологічні ефекти магнітних полів обумовлені не абсолютними значеннями їх напруженості, а змінами магнітного потоку в просторових координатах або в часі.

Для магнітної обробки сільськогосподарської продукції розроблено обладнання з використанням постійних магнітів, обладнання з використанням електромагнітів та обладнання з використанням як постійних магнітів, так і електромагнітів. Класифікація обладнання для магнітної обробки сільськогосподарської продукції наведена на рисунку 1.2.

Перевагами систем на постійних магнітах є проста конструкція, низькі експлуатаційні витрати та відсутність електричної проводки. Вони не споживають електроенергію, не мають негативного впливу на навколишнє середовище і безпечні для оператора.

Обладнання з використанням електромагнітів складніше за конструкцією і має вищу вартість та експлуатаційні витрати, але зате є можливість отримувати і регулювати вищу магнітну індукцію.



Рис.1.2 – Класифікація установок для електромагнітної обробки сільськогосподарської продукції

Дослідженнями магнітної обробки сільськогосподарської продукції та розробкою відповідного обладнання займалися И.Ф. Бондаренко, А.П. Грха, Р.В. Крон, С.Д. Кутіс, Г. Вучи, М.В. Carbonell, К. Kornafzynski, S. Pietruszewski, Rochalska M., A. de Souza Torres, Kato R., Pittman U.I. та інші.

В ННЦ "ІМЕСГ" розроблено електромагнітний стимулятор для підвищення енергії проростання насіння. Стимулятор складається з електромагніту (рис. 1.3) і живиться від мережі однофазного струму 220 В частотою 50 Гц. [42].

Напруженість магнітного поля на центральній лінії соленоїда визначається за наступною формулою:

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

де  $H$  – напруженість магнітного поля, А/м;  $N$  – кількість витків у соленоїді, шт.;  $I$  – струм, що проходить через соленоїд, А;  $\alpha_1, \alpha_2$  – кути, згідно рис. 1.3, рад.

У цьому пристрої густина енергії магнітного потоку змінюється як у радіальному, так і в осьовому напрямках. [41]. Питоме енергоспоживання пристрою становить 5 Вт/кг.

Стимулятор дозволяє підвищити врожайність зернових культур на 15-25%.

Продуктивність установки: від 10 кг/рік (для насіння овочів) до 1000 кг/рік.

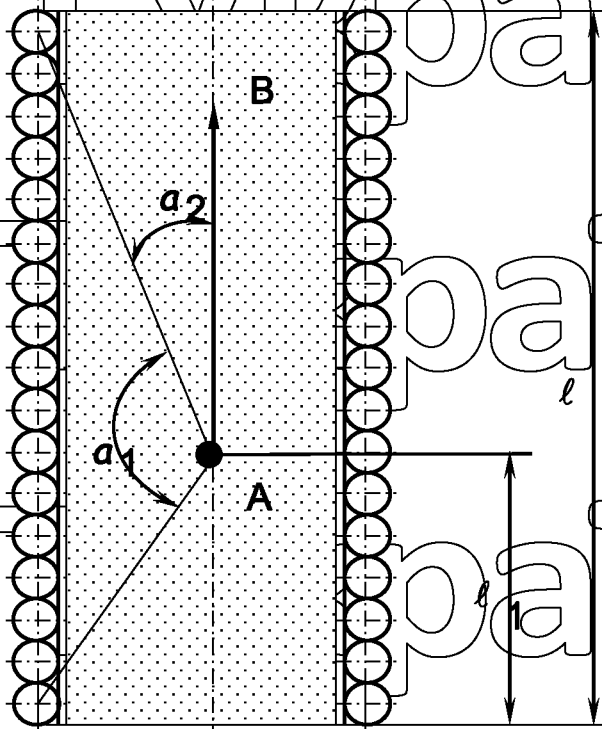


Рис. 1.3. Схема робочого органу електромагнітного стимулятора

Також були проведені дослідження з передпосівної обробки насіння за допомогою акустичного генератора частоти Г3-33 з частотою струму 20 кГц на електромагніті.

Пристрій, розроблений в Кубанському національному аграрному університеті, складається з котушки у формі соленоїда, намотаної на 500 витків дроту діаметром 1,2 мм. Котушка намотана на фанерну рамку діаметром 60 см, в яку можна помістити мішечки з насінням будь-якої сільськогосподарської культури або розсипати насіння через соленоїд. Встановлено, що оптимальний

час опромінення для обробки нерухомого насіння становить 4-5 хвилин для всіх досліджуваних культур.

Розроблено пристрій для стимуляції життєдіяльності біологічних об'єктів шляхом впливу на них електромагнітним полем напруженістю 1-1000 В і одночасним подаванням струму силою 1-400 мкА на час від 10 секунд до 2 годин. Електроди підключаються до біологічного об'єкта, подається струм і електрод піддається впливу електромагнітного поля за допомогою котушки, що міститься в ланцюзі електрода. Електроди живляться напругою від джерела змінного струму через понижуючий трансформатор з регульованою напругою в діапазоні 3-12 В.

Використовували обробку точок росту рослин імпульсними магнітними полями з числом імпульсів не більше 100. Для цього два магнітні індуктори (феритові тороїди) орієнтувалися відповідним чином з синхронізацією пускових імпульсів. Індуковані магнітні поля в індукторах становили 0,26 Тл і 0,72 Тл. Тривалість процедури становила 40 с.

У системі низькочастотної електромагнітної передпосівної обробки насіння оброблене насіння поміщали в котушку і витримували в магнітному полі при частоті магнітного поля та експозиції обробки, специфічних для кожної культури.

Недоліками цього методу обробки є низька продуктивність через внутрішні розміри котушки та низька ефективність впливу електромагнітного поля на насіння.

Для підвищення ефективності обробки насіння перед посівом піддавали впливу постійного магнітного поля напруженістю 200-900 А/м і одночасно частотно-модульованим коливанням в дуже низькочастотному діапазоні при напруженості поля 120-1400 А/м протягом 40-60 хвилин.

Для цього використовувалася установка, що складається з генератора ГЗ-118, частотоміра F5041, генератора несучої частоти L31, який також виконує функцію модулятора частоти, осцилографа С1-69 для контролю напруги на

виході підсилювача, підсилювача 25В-202С, багатошарового котушкового випромінювача, контейнера для завантаження насіння і постійного магніту.

Випромінювачем була котушка з 2500 витків, внутрішнім діаметром 3 см і площею поперечного перерізу  $30 \text{ см}^2$ , з активним опором 130 Ом. Постійний магніт генерував магнітне поле 250 А/м. Несуча частота становила 1 кГц, а частота модулюючої напруги в дуже низькочастотному діапазоні підбиралася окремо для кожної культури. В якості контейнера для насіння використовували магнітну камеру.

Синусоїдальні коливання в діапазоні дуже низьких частот з виходу генератора подавалися на вхід частотоміра і на вхід генератора несучої частоти, де відбувалася частотна модуляція електричних коливань. З виходу генератора несучої частоти коливання подавалися на вхід підсилювача, а з виходу підсилювача - на опромінювальну апаратуру.

Розмір частоти під час обробки насіння становила 250 Гц, індуктивність випромінювача - 0,3 Гн, середня напруженість магнітного поля - 660 А/м, час опромінення насіння - 50 хвилин. Схожість насіння збільшилася на 27% порівняно з контролем.

Також розроблено пристрій для передпосівної обробки насіння низькочастотним електромагнітним полем, який містить випромінювач, електрично з'єднаний з джерелом низькочастотних електромагнітних коливань, електромагнітне випромінювання якого спрямоване на насіння.

Джерело низькочастотних електромагнітних коливань має регульовану частоту в діапазоні 8-19 Гц, форму сигналу випромінювання, що відповідає внутрішньосферному перетворенню оброблюваного насіння, та потужність випромінювання.

Пристрій також містить пристрій керування роботою регульованого джерела, вихід якого електрично з'єднаний з регульованим джерелом через шину, та комп'ютер, вихід якого через шину з'єднаний з входом блоку керування. Пристрій працює в трьох режимах: а налаштування частоти і форми

без випромінювання сигналу; б випромінювання сигналу; в безпосереднє налаштування і випромінювання сигналу.

Розроблено пристрій для обробки насіння, що використовує імпульсні електромагнітні поля та електрогідравлічні ефекти (рис. 1.4).

Насіння, яке підлягає обробці, разом з розчином мікроелементів 1 поміщають у ванну 2 з алмазного матеріалу (нержавіючої сталі), зовні якої розміщена обмотка 3, послідовно з'єднана з електродом 5 випромінювача 4, який заповнений водою і розміщений на дні ванни 2. Обмотка 3 та електрод 5 випромінювача 4 послідовно підключені до джерела імпульсного струму 6.

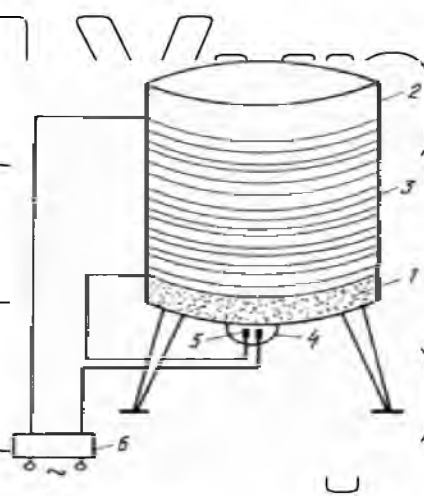


Рис. 1.4 – Пристрій для обробки насіння імпульсним електромагнітним полем і електрогідравлічним ефектом

При включенні джерела імпульсного струму 6 в випромінювачі 4 створюється електрогідравлічна дія, при цьому по обмотці 3 проходить потужний імпульс струму, що призводить до виникнення великих механічних коливань в корпусі ванни 2 і утворення імпульсного електромагнітного поля всередині корпусу ванни 2. Таким чином, ванна 2 піддається механічним коливанням за рахунок роботи електрогідравлічного випромінювача 4 і магнітно-імпульсному процесу в результаті проходження імпульсів струму обмоткою 3. В результаті такої комбінованої дії значно збільшується амплітуда і частотний діапазон коливань ванни 2, що дозволяє глибше проникнути мікроелементам в поверхневі шари насіння, сприяє підвищенню якості



обробки. Крім того, оскільки ванна є антимагнітною, насіння обробляється в електромагнітному полі, що також сприяє підвищенню якості обробки.

Пристрій для обробки передпосівного насіння магнітним полем (рис. 1.5) та ультрафіолетовим випромінюванням містить циліндричний корпус 1, що складається з двох секцій, одна з яких 2 виконана з алмазного матеріалу, інша нижня секція 3 - металева, а обмотка складається з ряду протилежно з'єднаних однакових котушок 4, розташованих в секції 2 корпусу 1. Пристрій містить пристрій також оснащений джерелом ультрафіолетового випромінювання 5, яке встановлено в корпусі вздовж поздовжньої осі 6 металевої секції 3 за допомогою кріпильних елементів 7. На внутрішній полірованій поверхні 8 корпусу в шаховому порядку розміщені металеві штифти 9, а зовнішня поверхня 10 корпусу виконана ребристою. Крім того, корпус 1 закритий захисною кришкою 11. У верхній частині корпусу розташований накопичувальний бункер.

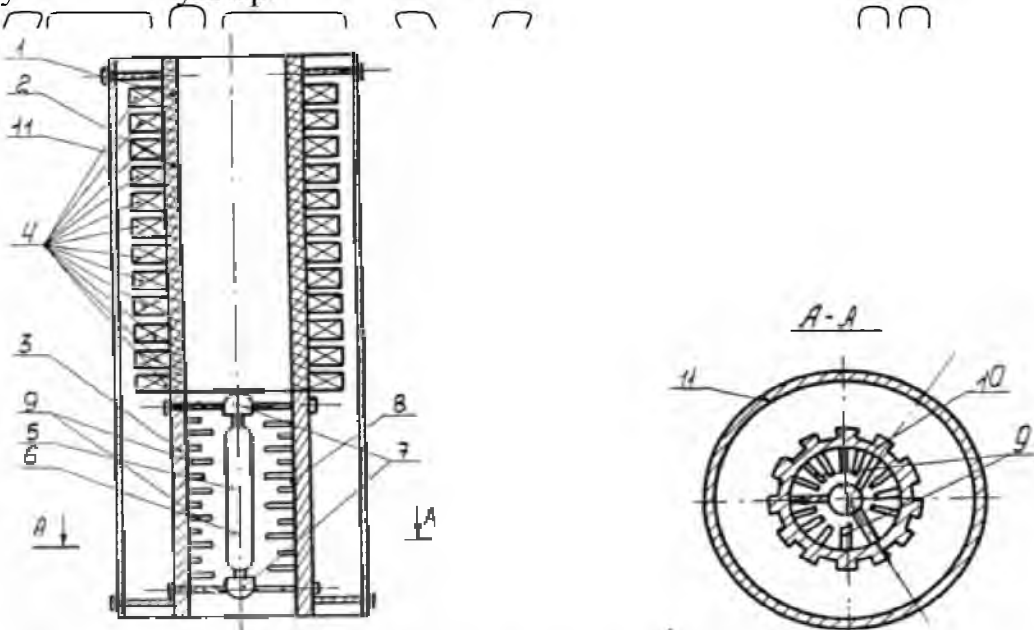


Рис. 1.5 Установа для передпосівної обробки насіння у магнітному полі та ультрафіолетовими променями

Обмотки, що складаються з котушки 4 та джерела УФ-випромінювання 5, під'єднані до джерела змінного струму. У верхній частині 2 корпусу 1 встановлено накопичувальний бункер, з якого насіння спочатку самопливом

потрапляє в порожнину алмазної секції 2 корпусу 1 і потрапляє в зону дії поздовжнього пульсуючого магнітного поля, що генерується котушкою 4, а потім в порожнину металеві секції 3 корпусу 1, де потрапляє в зону УФ-опромінення. Для забезпечення рівномірного опромінення на внутрішній поверхні 8 секції 3 розташовані металеві штифти 9, які змінюють положення насіння в просторі опромінення. Для опромінення використовується відбите світло від полірованої внутрішньої поверхні 8.

Послідовне і зворотне перемикання декількох, наприклад, 12, котушок на змінну напругу значно підвищує ефективність магнітної активації під час обробки насіння. Це призводить до збільшення неоднорідності магнітного поля і просторового градієнта, які є основними факторами ефективності впливу на біологічні об'єкти, в тому числі насіння.

При такому включенні котушок градієнт магнітної індукції вздовж лінії руху насіння досягає 10-15 мТл/см. Необхідна індукція магнітного поля забезпечується подачею на котушки змінної напруги різної величини.

Таким чином здійснюється комплексна обробка насіння. Спочатку створюється магнітне поле з високим індексом неоднорідності, а потім відбувається рівномірне опромінення ультрафіолетом і знезараження всієї поверхні обробленого насіння.

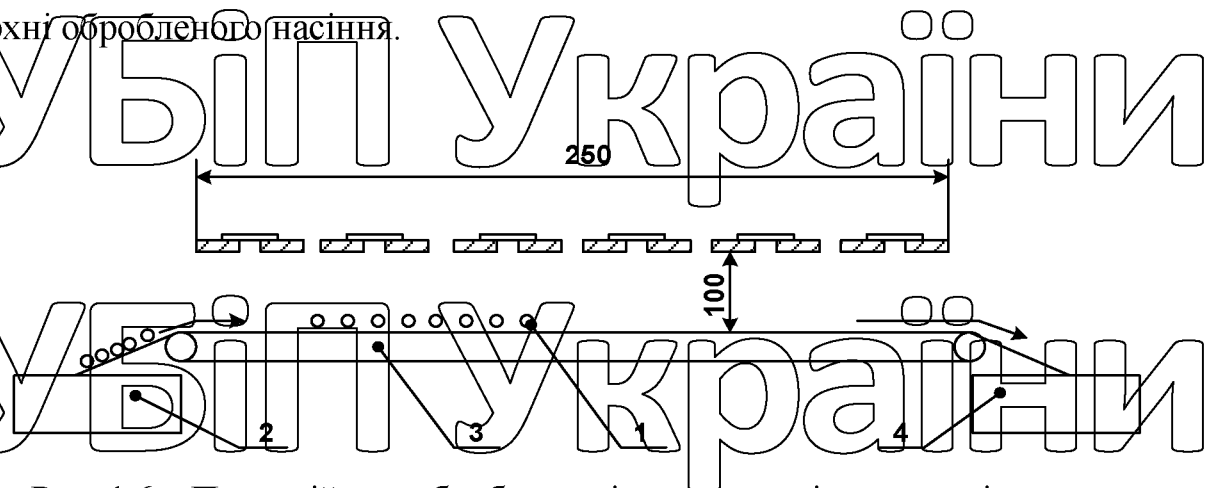


Рис. 1.6 – Пристрій для обробки посівного матеріалу в градієнтному магнітному полі

Система обробки насіння соняшнику складається з бункера, засувки і магнітного модуля. Магнітний модуль складається з циліндра з циліндричними



магнітами, закріпленими всередині циліндра за допомогою болтів і діелектричних вставок. Завдяки отворах в циліндрі можна змінювати кількість магнітів і відстань між ними. В результаті експериментальних досліджень були визначені наступні параметри пристрою для обробки насіння соняшнику в змінному магнітному полі: градієнт 0,88 мТл/мм, два магніти, відстань між магнітами 8 см, переміщення насіння від північного полюса до південного. Прибавка врожайності сортів соняшнику Козачий, Майстер та гібриду Сигнал становила від 1,9 до 2,6 ц/га, залежно від сорту.

Обладнання для магнітної обробки сільськогосподарської продукції є простим за конструкцією, енергоефективним і не вимагає спеціальної кваліфікації для обслуговуючого персоналу. Порівняно з іншими методами, магнітна обробка сільськогосподарської продукції з використанням систем постійних магнітів часто є трудомістким, дорогим, технічним процесом, який не передбачає операцій (наприклад, хімічної, радіоактивної або електричної обробки), які є шкідливими для обслуговуючого персоналу.

### **1.3. Застосування оптичного випромінювання для обробки сільськогосподарської продукції. Технічні засоби**

Світлові методи включають використання сфокусованих імпульсів, лазерів, сонячного світла, інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання.

Лазерне опромінення є одним з найефективніших методів лікування світловою енергією. Лазерна стимуляція використовується в біологічній і медичній практиці, але природа і механізми цього методу не до кінця зрозумілі. До ключових властивостей лазерної стимуляції належить селективність лазерного випромінювання (зміни відбуваються лише в "патологічних" біологічних системах, тоді як "здорові" біологічні системи не зачіпаються).

Слід також зазначити, що ефекти спостерігаються лише за дуже низьких інтенсивностей та кількості поглинутої енергії.

Під час лазерного опромінення переважає інформаційний ефект. Лазери активують різні біологічні механізми, які можуть мати як позитивний, так і негативний вплив. Використання інформаційних ефектів при лазерній стимуляції є найбільш вигідним з економічної точки зору, оскільки максимальний ефект можна отримати при найменшій потужності електромагнітного поля.

Експериментально встановлено, що лазерне опромінення впливає як на біологічні клітинні структури, так і на окремі клітини. Однак спроби встановити відповідність між енергетичними рівнями атомів і молекул та

енергією квантів світла, що діють на них, а також пошук фотосенсибілізаторів у біологічних тканинах не привели до позитивних результатів, оскільки не повною мірою враховується ступінь "відкритості" біологічних систем. Відкриті системи, на відміну від ідеалізованих закритих систем, обмінюються з навколишнім середовищем речовиною, енергією і, найголовніше, інформацією.

Біологічні системи не тільки відкриті, але й складаються з малих активних об'єктів, структура яких є складною і недостатньо чітко визначеною. Очевидно, що визначення поняття елементів такої активної відкритої системи сильно залежить від постановки задачі і потребує врахування складних взаємодій у процесі самоорганізації.

Існує кілька пояснень селективності лазерної стимуляції. Клітинна дисфункція в основному викликана накопиченням надлишкових продуктів біологічних реакцій, а їх видалення з клітини досягається за рахунок збільшення площі поверхні клітинної мембрани. Біополімери в такому стані неминуче змінюють свою форму і стають переважно двовимірними. Збільшення дипольного моменту молекули призводить до підвищення фоточутливості. Іншими словами, "хвороба" сенсibiliзує клітину і забезпечує вибірковість для лазерної біостимуляції. Примітно, що клітини, які спеціалізуються на фоторецепції, мають пласку, дископодібну структуру. Це також підтверджує необхідність зміни структури молекули для підвищення фоточутливості.

Лазерне опромінення є економічно вигідним. Енергоспоживання квантових генераторів коливається від 50 до 200 Вт. Технологія проста. Конструкція квантового генератора дозволяє змінювати потужність опромінення і концентрацію енергії в широкому діапазоні, а параметри сигналу (тривалість імпульсу, частоту опромінення і резонанс дії) модулювати в широкому діапазоні (від мільярдів Вт/см<sup>2</sup> до мкВт/см<sup>2</sup>).

Стимуляція насіння лазерним опроміненням може підвищити схожість і енергію росту до 20%, що призводить до збільшення врожайності на 11-12% при низьких енерговитратах. Промислові лінії на основі лазерних систем мають потужність 90-110 мВт і продуктивність 300-500 кг/год. Однак слід зазначити, що існує ряд недоліків, таких як нестабільність отриманих результатів, висока вартість промислового обладнання та недостатня дослідженість процесів дії.

Використання концентрованого імпульсного сонячного світла також позитивно впливає на насіння. Збільшується енергія росту, підвищується схожість на 12-15%, покращується проникність клітинних мембран і, як наслідок, збільшується поглинання речовин. На практиці цей метод не знайшов застосування через складність техніки.

Інфрачервоне випромінювання можна віднести як до фотоелектричних, так і до теплових методів. Це пов'язано з тим, що промені цього діапазону мають високу проникаючу здатність і викликають нагрівання насіння. Позитивним ефектом такої обробки є збільшення до 11% схожості та енергії росту на ранніх стадіях розвитку рослин. Перевагою цієї обробки є простота конструкції обладнання (інфрачервоних ламп, обігрівачів) та низька вартість. Останнім часом його використовують рідше через високе енергоспоживання обладнання.

Ультрафіолетове опромінення насіння і рослин набуло широкого застосування, особливо в умовах закритого ґрунту. Цей метод використовується для знезараження насіннєвого матеріалу, повітря і ґрунту, для боротьби з хворобами рослин і для подовження світлового дня. Використання ультрафіолету може підвищити врожайність на 10-15%.

Обладнання просте і недороге. Енергоспоживання низьке: УФ-лампи, що використовуються в сільському господарстві, споживають 15-30 Вт, а час опромінення під час дезінфекції становить 5-30 хвилин. Харківська електротехнічна компанія ХЕЛКО виготовляє обладнання для передпосівного опромінення насіння сільськогосподарських культур ультрафіолетом. Наприклад, обладнання АУФ-1К (рис. 1.7) та ультрафіолетове обладнання СН-100 (рис. 1.8).

АУФ-1К призначена для активації насіння сільськогосподарських культур ультрафіолетом перед посівом з метою підвищення врожайності та стійкості до хвороб і несприятливих кліматичних факторів.



Рис. 1.7. Установка для для передпосівної обробки насіння АУФ-1К

Ультрафіолетовий опромінювач СН-100 УФ - призначений для обробки насіння ультрафіолетом, що підвищує врожайність сільськогосподарських культур на 10-50% без використання хімічних препаратів. При цьому підвищується спроможність та енергія проростання, скорочуються терміни дозрівання на 3-15 днів та покращується толерантність культур до впливу



навколишнього середовища. Продуктивність - 500 кг/год. Споживання електроенергії - 0,5 кВт/год.

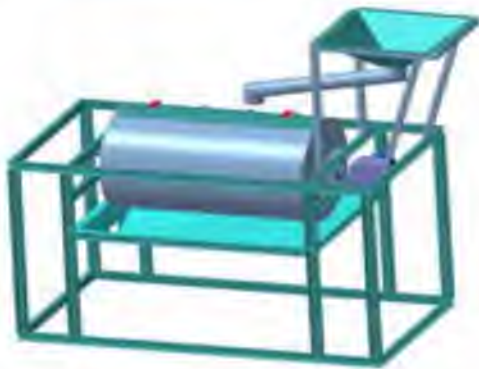


Рис.1.8. Установка СН -100УФ для передпосівної обробки насіння

а- загальний вигляд; б- схематичний вигляд.

Насіння подається в барабан через спеціальний люк. Коли барабан починає рухатися, джерело УФ-випромінювання в барабані автоматично вмикається. Розташування УФ-лампи і швидкість обертання самого барабана забезпечує рівномірне опромінення зерна, що подається в барабан, ультрафіолетом.

Керувати роботою такої системи можна з пульта управління.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України  
РОЗДІЛ 2  
ЕЛЕКТРОФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В НАСІННЕВІЙ МАСІ ПІД ДІЄЮ  
СИЛЬНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

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

Передпосівна обробка має важливе значення в сільськогосподарському виробництві при здійсненні комплексу заходів для підвищення посівних якостей насінневого матеріалу. Відомо близько 100 способів такої обробки, в тому числі з використанням електротехнологій за допомогою електрофізичних факторів. Сучасна наука розробила значну кількість електротехнічних методів і технічних засобів для стимулювання життєдіяльності рослин, особливо насінневого матеріалу, що дозволяє збільшити кількість і поліпшити якість сільськогосподарської продукції.

Електротехнічні методи і способи обробки з використанням високовольтних електричних полів є найменш енергоємними, відносно простими в реалізації та екологічно безпечними, можуть і повинні широко застосовуватися в рослинництві.

НУБІП України

Однак, як зазначалося в першому розділі, механізми впливу високовольтних електричних полів на біологічні об'єкти недостатньо вивчені, не існує математичних моделей або добре перевірених гіпотез. Більше того, без знання механізмів впливу та шляхів дії неможливо розробити ефективні методи обробки насінневого матеріалу різних сільськогосподарських культур. Тому в цьому розділі розглядаються процеси, які відбуваються в одній насінніні під впливом електричних полів високої напруженості.

Розглянемо зерно з електрофізичної точки зору. Заряди, присутні в зерні, є переважно іонними і характеризуються тим, що вони з'являються як іони тільки в розчині. Поза розчином вони нейтральні. Тому зерно в абсолютно сухому стані має дуже низьку електропровідність і діелектричну проникність. У такому стані воно є відмінним діелектриком.

У такому стані на нього практично не впливають різні магнітні поля.

Завдяки цьому воно може зберігатися дуже довго, не втрачаючи своїх попередніх біологічних якостей. Таким чином природа захищає насіння в сухому стані від різних магнітних і електричних аномалій, які можуть виникнути в природних умовах. Насіння може не втратити свою життєздатність протягом тривалого часу, якщо зберігається в хороших умовах, про що свідчать

повідомлення про те, що насіння, знайдене під час археологічних розкопок, не втратило своєї здатності до проростання. Так, насіння бобових не втратило своєї схожості та біологічних властивостей протягом 100 років, а насіння вівса та ячменю, що зберігалось в пробірках, вмурованих у фундамент будівлі в Нюрнберзі, зберегло життєздатність протягом 133 років. Насіння люпину проросло через 5 000 років у норах лемінгів у вічній мерзлоті.

Це висновок Ф.Е. Реймерса про необхідність збереження насіння цінних у цьому відношенні сортів в анабіозі. Він вказує, що їх слід висушувати до мінімальної вологості сорту і зберігати при низьких температурах. Як відомо, вологість і температура є важливими параметрами, що впливають на електрофізичні властивості зерна.

Н. А. Аскоченська вказує, що вміст вологи в висушеному насінні становить 4-14%. Наприклад, ячмінь, навіть у найбільш сухому стані, містить 8-10% вологи, яка необхідна для формування клітин і тканин. В останні роки сільськогосподарська практика почала знижувати цей показник, вважаючи, що найбільш оптимальна вологість при зберіганні не повинна перевищувати 3,5%.

Зовсім в іншому стані перебуває насіння, коли воно поглинає вологу. У значній кількості насіння значне підвищення вологості викликає вихід зі стану спокою. Для того, щоб насіння проросло, вологість повинна бути підвищена до 30-50%. Під впливом вологи електропровідність і діелектрична проникність значно зростають.

Однак навіть у такому стані зерно захищене від впливу природних зовнішніх полів. Вода та розчинені в ній різні речовини відіграють тут важливу роль завдяки тому, що кожна клітина знаходиться в середовищі міжклітинної рідини - високопровідного сольового розчину. Ця провідна мембрана захищає клітини ядра, як щит. Розглянемо окрему частинку в зовнішньому електричному полі. Для простоти, нехай поздовжній переріз зерна буде представлений еліпсоїдом (рис. 2.1).

Коли зерно (з достатньою кількістю вологи) потрапляє в електричне поле, носії заряду починають рухатися. В результаті на протилежному боці зерна з'являється заряд протилежного знаку, який називається індукованим зарядом.

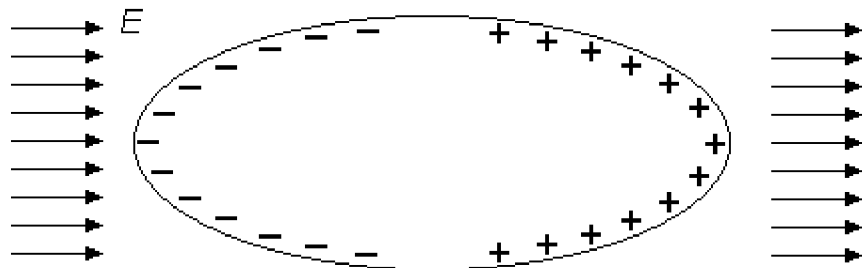


Рис. 2.1. Зерно в електричному полі.



Електричне поле цих зарядів протилежне зовнішньому електричному полю. Тому в міру накопичення зарядів на протилежному боці зерна зовнішнє електричне поле всередині зерна послаблюється. Перерозподіл носіїв заряду триває до тих пір, поки вплив зовнішнього електричного поля всередині зерна не буде компенсовано. Це процес, який відбувається в провідниках в електричному полі. У зерні цей процес відбувається завдяки міжклітинній рідині. Міжклітинна рідина насичена солями розчинених у ній речовин і є провідником другого роду.

Тому розміщення насіння без контакту з електродами під час обробки електричним полем не має видимого ефекту, і це підтверджено експериментальними дослідженнями.

Розглянемо будову насінини (на прикладі зернини сої). З ботанічної точки зору зерно сої - це ядро, що складається з трьох основних частин - зародка, ендосперму та оболонки, кожна з яких має своє особливе призначення (рис. 2.2).

Зародок і ендосперм вкриті капсулою, що складається з декількох клітинних шарів, які включають насінневу оболонку, перикарпій і оболонку (рис. 2.3). У природному стані насіннева оболонка (теста) є напівпроникною мембраною, яка дозволяє воді проникати всередину зерна і утримувати розчинені в ній речовини. Ця мембрана також запобігає вимиванню розчинених речовин із зерна. Наприклад, вона утримує 10% розчин сірчаної кислоти, тоді як соляна кислота проникає в невеликій кількості. З іншого боку, нерозчинені органічні кислоти дифундують в зерно через оболонку. У цьому відношенні оболонка відіграє дуже важливу роль у житті зерна. Напівпроникність оболонки вважається типовою для всього насіння.

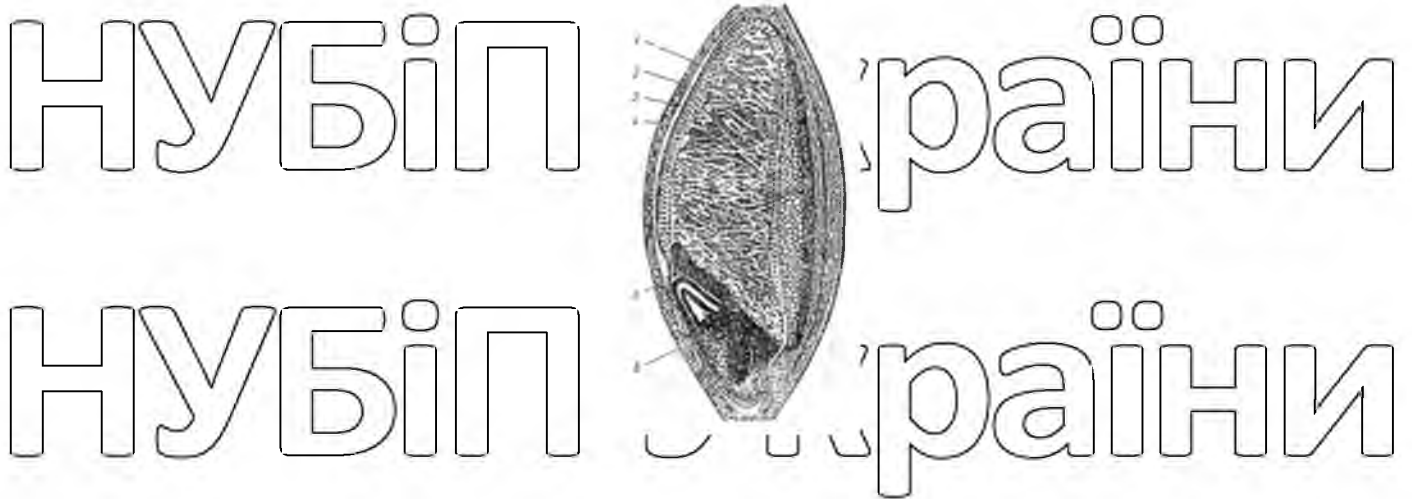


Рис. 2.2. Поздовжній переріз насінини сої: 1 – ендосперм; 2 –

алеїроновий шар; 3 – плодова оболонка; 4 – насінна оболонка; 5 – щиток; 6 – зародок.

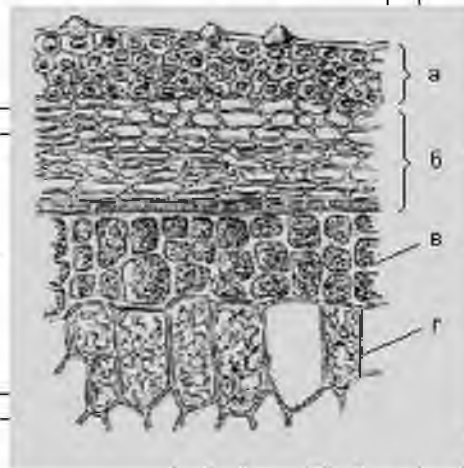


Рис. 2.3. Будова оболонки: а - полов'яна оболонка; б – плодова й насінна оболонки; в – шар алеїронових клітин; г – крохмальні зерна ендосперму.

Однак не все насіння має однаковий ступінь напівпроникності. Наприклад, насіннева оболонка дуже повільно пропускає такі речовини, як хлорид натрію, сульфат міді, гліцерин, цукор і соляну кислоту.

Іони проникають в зерно і впливають на його клітини через тріщини в насінневій оболонці. Насіннева оболонка вкрита перикарпієм, який щільно зростається з насінневою оболонкою. Околоплодник вкритий плодоніжкою.

Під час розвитку і дозрівання лушпиння захищає внутрішні органи зерна від механічних пошкоджень. Лушпиння не покриває повністю все зерно і не закриває обидва кінці. Зріла насіннева і плодова шкірка не має отворів і повністю покриває ядро.

У ядрі кожна клітина оточена мембраною з достатнім опором і поверхневою ємністю. Активний транспорт іонів натрію і калію призводить до різниці в концентрації цих іонів по обидва боки мембрани, в результаті чого виникає різниця потенціалів. Багато дослідників вказували на те, що в стані

спокою внутрішня частина клітини заряджена негативно по відношенню до зовнішньої. Д.А. Сабінін вказує на те, що це спрощене уявлення. Зі

спостереження за переважним поглинанням катіонів був зроблений висновок, що негативний заряд, тобто електричний стан поглинаючої поверхні рослинної клітини, є найбільш поширеним. При десорбції катіонів або поглинанні аніонів

протоплазмі приписували позитивний заряд через перезарядку поверхні клітини. Ці концепції розглядають знак заряду поверхні протопласта в цілому.

Усій граничній поверхні протопласта приписується заряд відповідного знаку і величини, залежно від стану клітини та іонного складу середовища.

Протопласти складаються переважно з білкових і ліпідних молекул.

Автори розглядають білкові молекули як багатовалентні двовалентні іони. У білках переважають вільні кислотні або основні групи, залежно від складу амінокислот, що входять до складу білкової молекули, та участі карбоксильних

і аміних груп в утворенні амідно-пептидних зв'язків. Заряд цих груп визначається відповідною константою дисоціації. Як наслідок, кожна

заряджена ділянка білкового іона є місцем накопичення іонів солей та інших електролітів. При цьому достатньо змінити склад солі або концентрацію іонів водню в навколишньому середовищі, щоб змінити електричний стан білкового

утворення. Останній факт є важливим при подальшому розгляді обробки зернових матеріалів в електричних полях високої напруженості. Після

закінчення дії високої напруги напівпроникна оболонка зерна знову стає непроникною для матеріалу. Тому міжклітинна рідина всередині зерна

залишається зі зміненою концентрацією речовини. Це призводить до зміни потенціалу між клітинами і міжклітинною рідиною, тобто до зміни трансмембранного потенціалу. Таким чином, нормальна клітинна активність, викликана цими процесами, пригнічується. Для того, щоб перейти в новий стабільний (спокійний) стан, в насініні повинні відбутися біохімічні зміни (в клітинах і міжклітинній рідині).

Перш ніж розглядати наступні процеси, слід нагадати, що протоплазма це рідке середовище, оточене суцільною молекулярною граничною мембраною. Тому взаємодія між протоплазмою та іонами зовнішнього середовища характеризується процесами, що відбуваються на межі розділу фаз. І будь-яка зміна середовища, що впливає на величину або знак міжфазного заряду, викликає значну зміну адсорбції іонів. Процес адсорбції іонів також дуже чутливий до зміни іонного складу середовища, в якому відбувається адсорбція.

Тепер розглянемо процеси, які відбуваються після обробки. Припустимо, наприклад, що вільні іони якогось елемента, наприклад, натрію, є в надлишку всередині клітини і що такі іони (в результаті обробки) стають дефіцитними поза клітиною. Тоді іони  $\text{Na}^+$  почнуть виходити з клітини туди, де їх більше (рухаючись за градієнтом концентрації та дифундуючи). Разом з цим позитивний заряд іонів  $\text{Na}^+$  також виноситься з клітини (рис. 2.4). Небагато іонів проходять через мембрану і потрапляють всередину клітини. Це призводить до виникнення різниці потенціалів на мембрані. Зовні клітина має "позитивний" потенціал, а всередині - "негативний". Ця різниця потенціалів гальмує міграцію позитивно заряджених нових іонів натрію назовні і збільшує потік цих іонів всередину клітини.

На рисунку 2.4 показано змодельовану клітинну мембрану (а) після обробки. Всередині багато іонів натрію (чорні точки) і мало зовні, але обидва компенсуються негативним зарядом аніонів. На (б) показано кінцевий стан динамічної рівноваги, коли іони натрію проникають через напівпроникну мембрану, і зовні позитивних іонів більше, ніж негативних, а всередині -

навпаки. Аніони притягують іони натрію назад і, як наслідок, потік іонів натрію через мембрану є однаковим в обох напрямках.

Після певного періоду стабільності насіннини залишаються в такому стані через непроникивість насінневої оболонки.

Запропоноване пояснення механізму дії електричних полів високої інтенсивності на насіння узгоджується з молекулярним механізмом "паранекрозу", тобто неспецифічної відповіді клітин на зовнішній вплив. У цьому відношенні клітину можна розглядати як об'єм, в якому встановлюється

динамічна рівновага між дифузійними процесами, що призводять до вирівнювання концентрації, і відтворенням концентраційної гетерогенності шляхом скоординованого активного транспорту всіх субстратів через клітину.

Заряд відіграє тут важливу роль і формує загальну картину клітинного електрогенезу. Відомо, що ядерна і цитоплазматична фази складно організовані і містять багато структур, які формують впорядковану гетерогенність, що відповідає електричній поляризації.

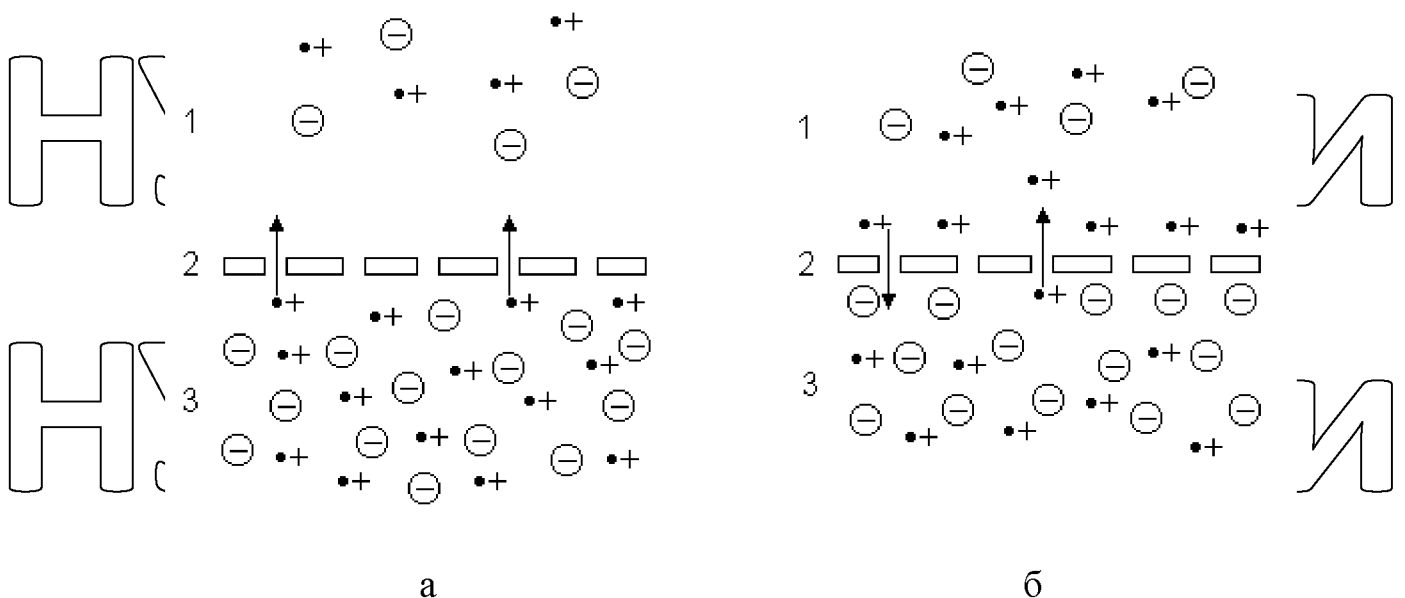


Рис 2.4. Процес відновлення стабільного стану між клітиною та міжклітинною рідиною: а – стан після обробки; б – кінцевий стан динамічної

рівноваги; 1 – розчин міжклітинної рідини з низькою концентрацією іонів; 2 – напівпроникна мембрана; 3 – розчин із високою концентрацією іонів усередині клітки.

Будь-яка фізична або хімічна дія, що змінює швидкість процесів, які підтримують цю гетерогенність, спричиняє зміну цієї рівноваги. Залежно від потужності активних транспортних процесів та амплитуди відхилення від норми, ці процеси зупиняються на певному рівні і поступово нейтралізуються мембранними функціями або - у випадку великих впливів - призводять до незворотного пошкодження і загибелі клітин.

Для зворотного гальмування необхідно відновити просторову гетерогенність клітинного субстрату шляхом активації мембранних функцій.

Природно, що повернення до нормального стану є складною функцією ступеня і типу впливу, структурної організації клітини, температури та інших факторів.

## 2.2. Теоретичні дослідження електрофізичних властивостей насінневої маси в сильному електричному полі

Джеймс Клерк Максвелл писав: "Коли електрорушійна сила діє на діелектричне середовище, вона викликає в ньому стан, який називається електричною поляризацією. В ізотропних середовищах це описується як електричне зміщення в середовищі в напрямку, що збігається з напрямком електрорушійної сили, і включає появу поверхневого заряду на кожному елементі об'єму, на який діелектрик вважається розділеним. Поверхневий заряд є позитивним на стороні, де діє електрорушійна сила, і негативним на стороні, віддаленій від електрорушійної сили.

Коли електрорушійна сила діє на провідне середовище, вона також генерує те, що називається електричним струмом. Але діелектричні середовища також, за дуже рідкісними винятками, є більш-менш недосконалими провідниками, і багато середовищ з поганими діелектричними властивостями демонструють явища діелектричної індукції.

Зернові маси є середовищем з саме такими властивостями. Тому необхідно розглядати стан середовища, в якому індукція та струм відбуваються одночасно.

Частинки можна класифікувати як діелектрики з іонною поляризацією.

Наявність вільного заряду в такому діелектрику генерує слабкий струм провідності (наскрізний струм). Якщо після завершення процесу поляризації до діелектрика прикласти постійну напругу, то через нього проходить лише струм провідності. Час іонної поляризації становить приблизно 10-13 с.

Оскільки важко визначити поглинений струм, навіть для повільних типів поляризації, опір діелектрика розраховується як частка від ділення напруги на струм, виміряний через хвилину після подачі напруги, який є струмом провідності.

Однак зернова маса є гетерогенною системою, тобто двокомпонентною сумішню (насіння-повітря). При подачі відповідної напруги в пустотах зернової маси протікає розрядний струм. Розрядний струм визначається наявністю вільного заряду в пустотах і на поверхні насіння та струмопровідного пилу. Таким чином, загальний струм у зерновій масі можна виразити як суму струму провідності та розрядного струму. Для густин

струмів можна записати:

$$J_{zc} = J_n + J_p, \quad (2.1)$$

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

$J_n$  – струм провідності;

$J_p$  – розрядний струм.

Виходячи з виразу (2.1), рівняння безперервності густини струму провідності можна представити у вигляді:

$$J_{zc} = E_{zm} \gamma_{zm} + E_n \gamma_n, \quad (2.2)$$

де  $E_{зм}$  і  $E_n$  – напруженість електричного поля відповідно в насіннєвій масі й повітрі;  
 $\gamma_{зм}$  і  $\gamma_n$  – питома електропровідність відповідно насіннєвій масі і повітря.

Значення питомої електропровідності насіннєвої маси, як і інші електричні параметри, не є строго визначеним і незмінним, а залежить від багатьох факторів, таких як біологічний склад, вологість, температура, засміченість насіння і величина прикладеної напруги. Питома електропровідність може бути виражена в загальному:

$$\gamma_{зм} = f(BC, W, T, Z, E) \quad (2.3)$$

де  $BC$  – біологічний склад;  
 $W$  – вологість;  
 $T$  – температура;  
 $Z$  – забрудненість;  
 $E$  – напруженість електричного поля.

З іншого боку, електропровідність насіння можна розділити на дві складові, які слід розрізняти як поверхневу та об'ємну провідність.

Поверхнева провідність визначається адсорбційними властивостями насінини. Утворення адсорбційної плівки вологи залежить від фізико-механічних властивостей насінини і стану поверхні. Якщо поверхня шорстка або забруднена, поверхнева провідність може бути значно знижена. На величину поверхневої провідності насінини також сильно впливає вологість навколишнього повітря. Це пов'язано з тим, що волога, яка міститься в повітрі, осідає на насінині, утворюючи тонкий шар вологи на поверхні зерна. Як наслідок, цей шар вологи може мати велику електропровідність через домішки у волозі (зернові домішки), що дисоціюють на іони.



Якби на поверхні насінини не було адсорбованої провідної плівки, поверхнева провідність становила б невелику частку від об'ємної провідності. Однак, якщо адсорбовані домішки (наприклад, вода) просто з'являються на поверхні тонкої плівки, поверхнева провідність значно зростає і перевищує об'ємну провідність.

Другий фактор - це провідність самої насінини, тобто його об'єм. На величину об'ємної провідності впливає його біологічний склад, вологість і температура.

За стандартних умов обробки та зберігання насіння поверхнева провідність однієї культури буде в одному діапазоні при однаковій вологості та температурі. Однак об'ємна провідність за тих самих умов може відрізнятися навіть для однієї і тієї ж культури через відмінності в біологічному складі насіння. Хімічний склад насіння зернових культур значно відрізняється в залежності від сорту, регіону вирощування, ґрунту і кліматичних умов. Кліматичні умови мають особливо великий вплив на загальний вміст азоту і частку кожної фракції білка. Вміст білка в зернових культурах сильно залежить від режиму зволоження ґрунту протягом вегетації.

Перераховані вище фактори, що впливають на електропровідність насінин, безумовно, будуть впливати на режим обробки і, відповідно, на кількісні та якісні показники результатів електрофізичної обробки. Тому не може бути єдиного режиму обробки, придатного для різних партій насіннєвого матеріалу, навіть для однієї і тієї ж культури.

Параметри режиму обробки повинні відповідати електрофізичним характеристикам кожної партії насіння, які можуть суттєво відрізнятися.

Як зазначено в огляді літератури, цей важливий фактор не був суттєво врахований попередніми дослідниками. Вони рекомендували режими обробки для різних культур без урахування електричних характеристик культури. Як наслідок, не було чіткої відтворюваності результатів обробки. Ці методи не отримали широкого розповсюдження.

Для того, щоб максимізувати біологічні ефекти обробки, необхідно встановити критерії для характеристики параметрів процесу обробки, наприклад, відповідно до питомої електропровідності зернової суміші.

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СПОСОБІВ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ В СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛЯХ

### 3.1. Розробка установки для обробки зернових в СЕП

У запропонованому способі зерно обробляють СЕП.

Для встановлення ефективного режиму обробки спочатку визначають вологість зернової маси. Відповідно до цього визначають параметри обробки.

Залежно від встановлених робочих параметрів встановлюється час обробки і напруга між електродами.

Зернова маса подається в камеру обробки. Після включення установки подається живлення на електроди в камері обробки і зернова маса піддається впливу електричного поля високої напруги.

Запропонований спосіб обробки має значні переваги перед відомими способами обробки:

- екологічно чистий;
- не впливає на структуру насіння;
- енерговитрати на обробку нижчі, ніж при використанні хімічних препаратів.

Для впровадження розробленого методу необхідно адаптувати його до

технологічного процесу. Розроблена технологічна лінія показана на рисунку 3.1.

Перед обробкою необхідно визначити вологість зернової маси. Залежно від цього значення визначаються параметри обробки. Після визначення робочих параметрів здійснюється налагодження установки. При цьому можливі два варіанти.

*Перший варіант.* Насіння поміщається в камеру обробки. Вмикається подача напруги, автоматично вмикається джерело високої напруги і на електроди подається висока напруга. Насіння піддається впливу сильного електричного поля. Після закінчення часу обробки автоматично відкривається засувка і насіння висапається. Потім подається нова порція насіння і процес обробки повторюється таким же чином.

*Другий варіант.* Насіння поміщається в камеру обробки. Вмикається регулятор напруги, автоматично вмикається джерело високої напруги і на електроди подається висока напруга. Вихідна заслінка відкриваються на відповідний кут відкриття. Насіння рухається в сильному електричному полі. Час експозиції обробки визначається часом, необхідним для проходження камери від верхньої до нижньої частини плоского паралельного електрода. Швидкість руху насінневої маси в камері обробки регулюється кутом відкриття вихідного затвора, площею вихідного отвору камери обробки і роботою електромагнітного вібратора. При цьому обробка відбувається безперервно.

Система є екологічно чистою, не впливає на біологічну структуру насіння, низьке споживання електроенергії, низькі витрати на обробку в порівнянні з хімічними препаратами, що застосовуються для передпосівної обробки.

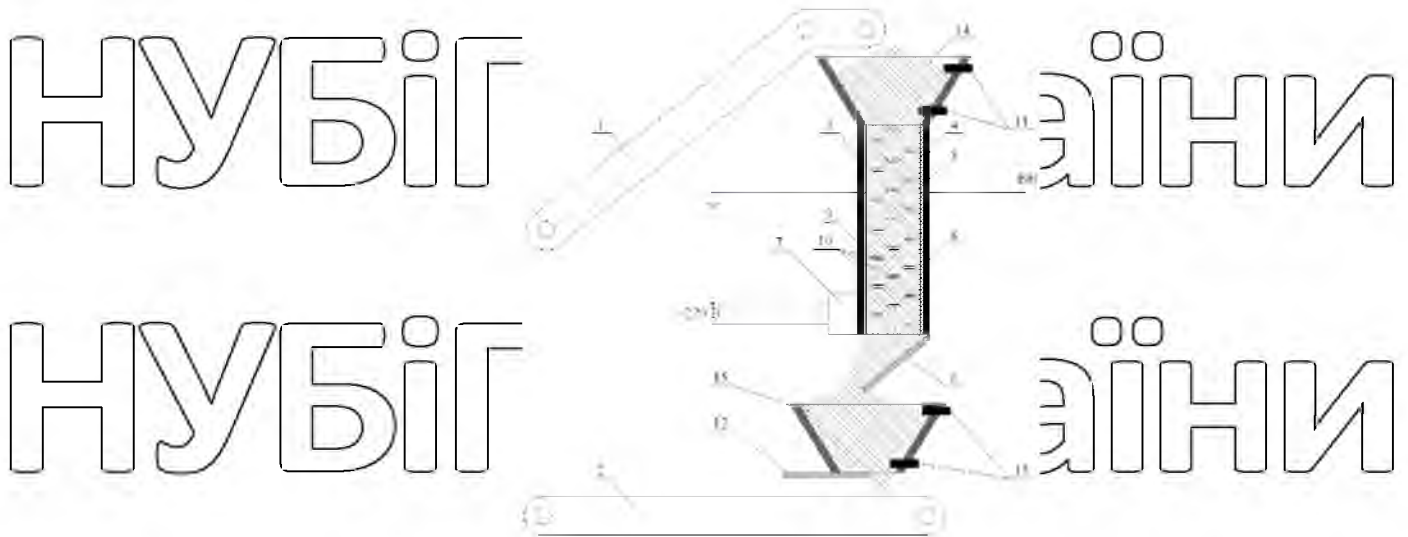


Рис. 3.1 - Схема технологічної лінії для обробки насіння в сильному електричному полі

Обробка насінневої маси здійснюється за наступною системою. Після подачі електроживлення вмикається завантажувальний транспортер 1 і насіння подається в завантажувальний бункер 4, звідки потрапляє в камеру обробки 5. Одночасно закривається вивантажувальний затвор 6. Після засипання насіння в камеру обробки на електроди 3 і 4 в камері обробки подається відповідний рівень напруги. Одночасно подається живлення на електромагнітний вібратор 7 для забезпечення рівномірності витікання насінневої маси. Рівень насіння в завантажувальному бункері контролюється датчиком рівня 11. При заповненні бункера спрацьовує верхній датчик рівня і подає сигнал на вимкнення подавального транспортера 1. Коли зерно досягає нижнього рівня, спрацьовує нижній датчик рівня і подає сигнал на заповнення бункера.

З камери обробки насіння потрапляє у вивантажувальний бункер. Рівень зерна в ньому контролюється датчиком рівня 13. Коли бункер не заповнений, вивантажувальний затвор 12 закритий. Коли насіння досягає максимального рівня, спрацьовує датчик верхнього рівня і подає сигнал на відкриття затвора і включення вивантажувального транспортера 2. Коли насіння досягає нижнього рівня, спрацьовує датчик нижнього рівня, який подає сигнал на закриття затвора і вимкнення конвеєра.

Функціональна схема установки обробки насіння в СЕП представлена на рис. 3.2.

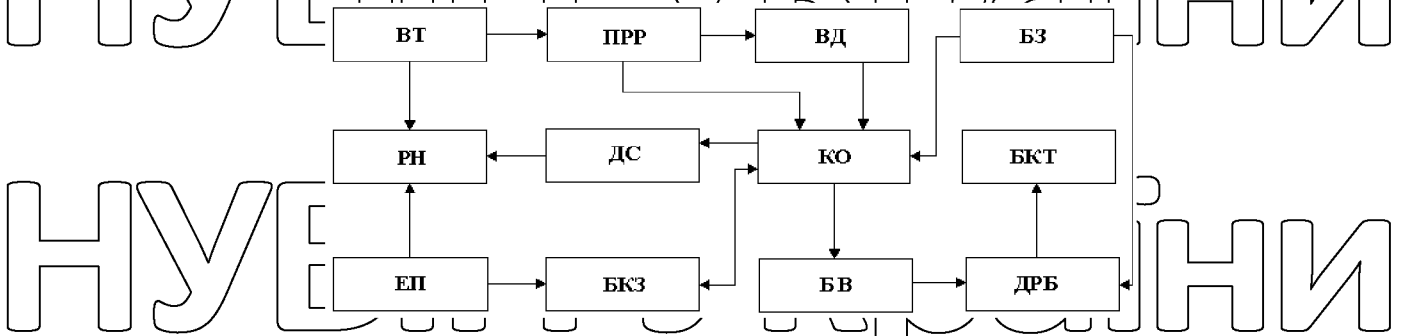


Рис. 3.2. Функціональна схема лінії обробки насіння в СЕП: ЕП – електронний програматор; РН – регулятор напруги; ВТ – високовольтний трансформатор; ПРР – перемикач режиму роботи; ВД – випрямляч на діодах; ДС – датчик струму; КО – камера обробки; БКЗ – блок керування засувкою; БКТ – блок керування транспортерами; ДРБ – датчики рівня бункерів; БЗ – бункер завантажувальний, БВ – бункер вивантажувальний

Також було розроблено алгоритм роботи технологічної лінії в автоматичному режимі. (рис. 3.3).

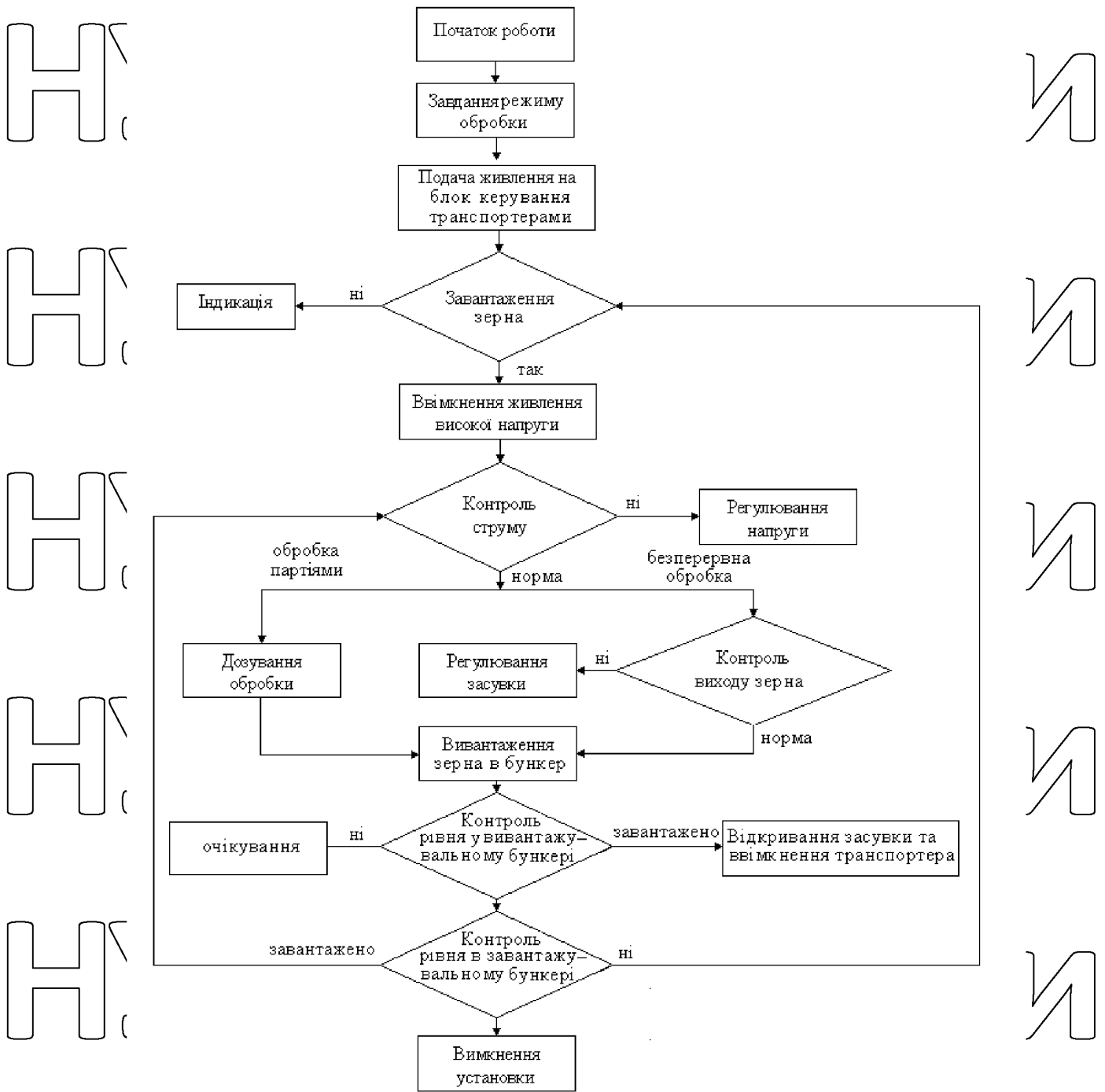


Рис. 3.3. Блок-схема алгоритму роботи технологічної лінії для передпосівної обробки насіннєвої маси

Конструкція системи дозволяє заземлювати зовнішні електроди камери і відразу виконувати функцію корпусу, що дозволяє здешевити конструкцію і відмовитися від захисного кожуха. Це зменшує матеріаломісткість системи і, відповідно, її вагу.

Електрична частина системи включає в себе схему управління і схему живлення для низькочастотного зміщення. Високовольтний трансформатор з підвищувальним трансформатором. Електрична схема показана на рисунку 3.4.

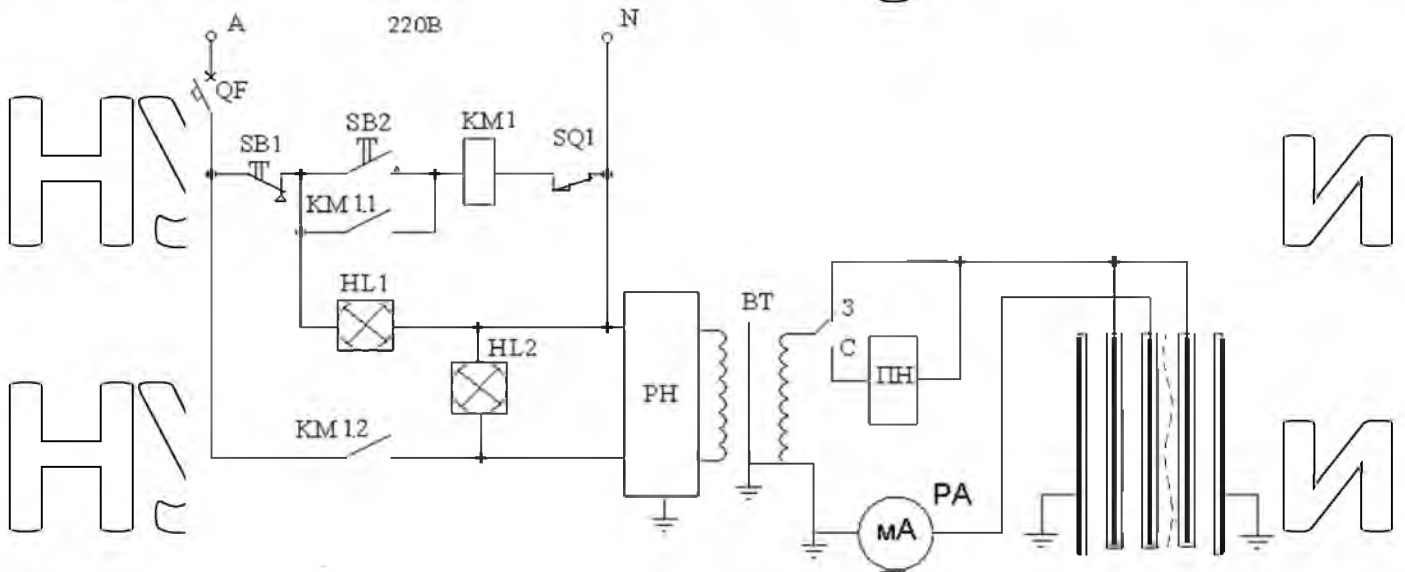


Рис. 3.4. Електрична схема установки для обробки насіння в СЕП

При включенні автоматичного вимикача QF на прилад подається напруга і загоряється індикаторна лампа EL1; при натисканні кнопки SB2 напруга подається на котушку магнітного пускача KM1 і KM2 замикаються, про що сигналізує лампа EL2. Живлення подається на високовольтний трансформатор BT. Для перемикання між режимами обробки в електричному ланцюзі передбачений перемикач режиму роботи "знезараження" - "стимуляція". Під час знезараження перемикач знаходиться в положенні "З" для подачі на електроди високої напруги змінного струму, а під час стимуляції - в положенні "С" для подачі на електроди напруги через підсилювач напруги ПН. У цьому режимі на електроди подається постійна напруга. В електричному ланцюзі апарату також передбачений кінцевий вимикач SQ, який відключає електроживлення апарату, якщо шафа відкривається при включеному апараті.

Установка виконана у вигляді мобільної, компактної конструкції, що включає рухому основу, джерело високої напруги, пульт управління і камеру обробки. Схему та зовнішній вигляд установки показано на рис. 3.5 та 3.6.



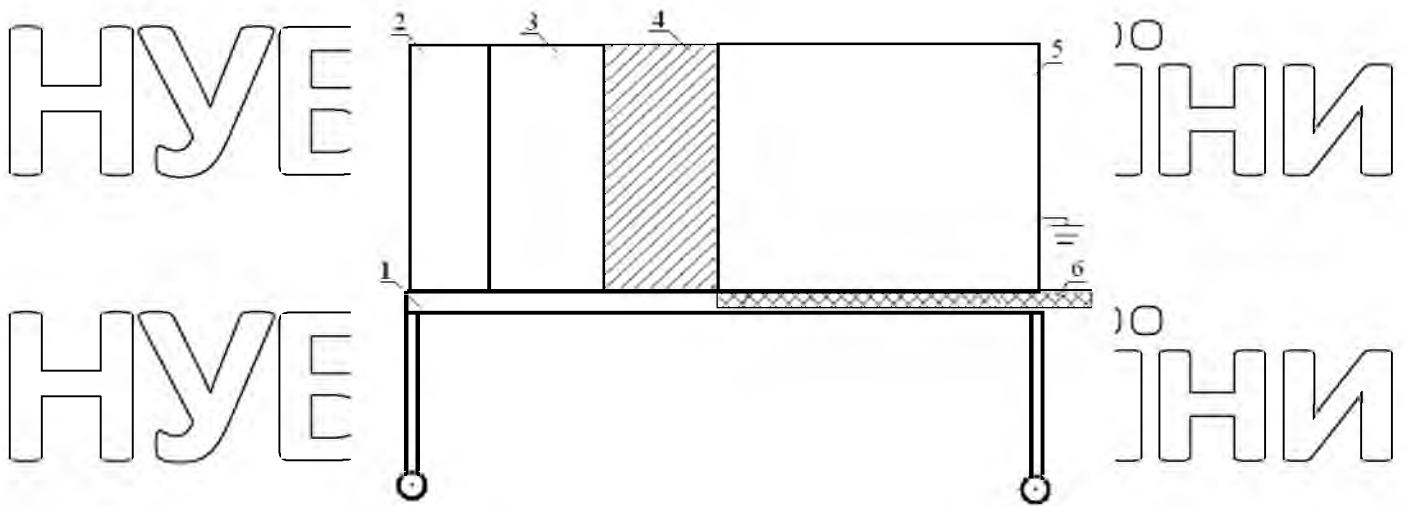


Рис. 3.5. Схема установки для обработки насіння: 1 – мобільна основа; 2 – панель керування; 3 – джерело високої напруги; 4 – захисний кожух; 5 – камера обробки; 6 – засувка



Рис. 3.6. Зовнішній вигляд установки для обробки зернових в сильному електричному полі

Пересувна конструкція – рухома конструкція розмірами 1500x900x500 мм. На ній монтується все обладнання, яке входить до складу установки.

Джерело високої напруги – спеціально розроблений та виготовлений однофазний підвищувальний трансформатора ОСВ – 1,5 220/15000 та помножувача напруги.



### Технічна характеристика трансформатора ОСВ – 1,5 220/15000

| Назва параметра                                | Одиниці вимірювання | Значення параметра |
|--|---------------------|--------------------|
| Первинна напруга                               | В                   | 220±6%             |
| Частота мережі живлення                        | Гц                  | 50                 |
| Номінальна потужність                          | кВА                 | 0,05               |
| Вторинна напруга при номінальному навантаженні | В                   | 5000±5%            |
| Струм холостого ходу                           | мА                  | 500                |
| К.К.Д., не менше                               | %                   | 95                 |
| Габаритні розміри, не більше                   | Мм                  | 240×230×480        |
| Вага, не більше                                | Кг                  | 55,0               |

Високовольтні трансформатори та підвищувальні трансформатори встановлюються в спеціальних герметичних шафах і захищені від відкривання шафи в робочому режимі. Зовнішній вигляд трансформатора та підвищувального помножувача показано на рис. 3.7. та рис. 3.8 відповідно.



Рис. 3.7. Високовольтний трансформатор сухий ОСВ-1,5 220/15000

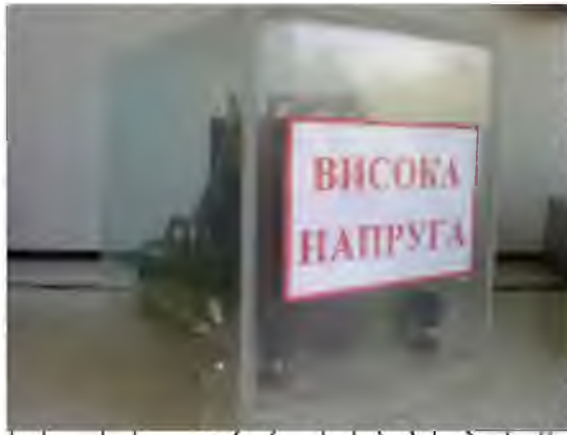


Рис. 3.8. Каскадний помножувач напруги

Після високовольного трансформатора схема оснащена перемикачем режиму роботи (стимуляція) або (зnezараження). Вихід з контактів перемикача "З" підключається до високовольного електрода, а з контактів перемикача "С" - спочатку до каскадного підвищувального помножувача, а звідти - до електрода.

Режим обробки задається зміною напруги, що подається на первинну обмотку трансформатора. Тому для встановлення режиму необхідно було визначити залежність напруги, що знімається з вторинної обмотки трансформатора, від напруги, що подається на первинну обмотку. Залежність показана на рисунку 3.9. Ця характеристика вимірювалася при холостому ході.

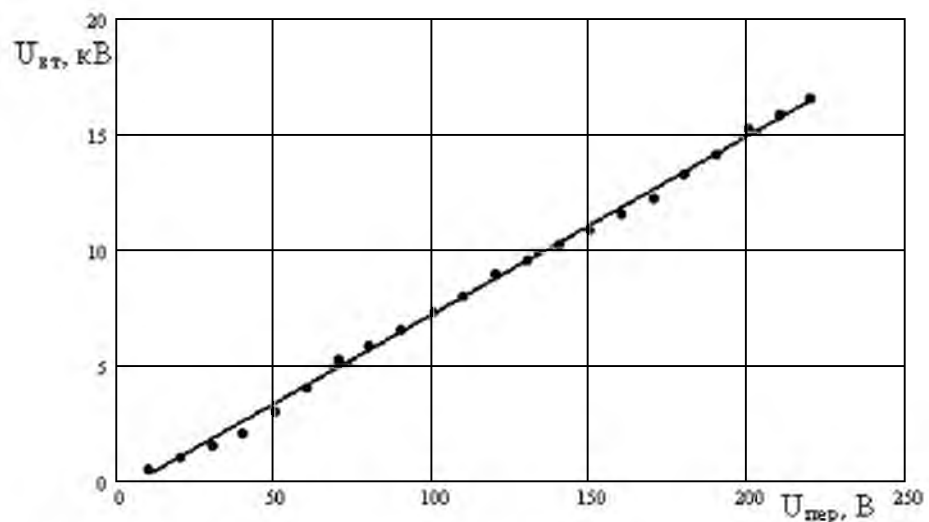


Рис. 3.9. Залежність вторинної напруги трансформатора від первинної

*Камера обробки* виготовлена із діелектричного матеріалу. В ній містяться плоскі високовольні електроди. Кількість електродів може бути

різною, у розробленому експериментальному зразку їх було 15. Площа пластинчастих електродів визначається номінальним струмом джерела живлення, а відстань між електродами - величиною високої напруги. Зовнішні електроди заземлені на нуль і виконують роль своєрідного кожуха. Схема камери показана на рис. 3.10, а зовнішній вигляд - на рис. 3.11.

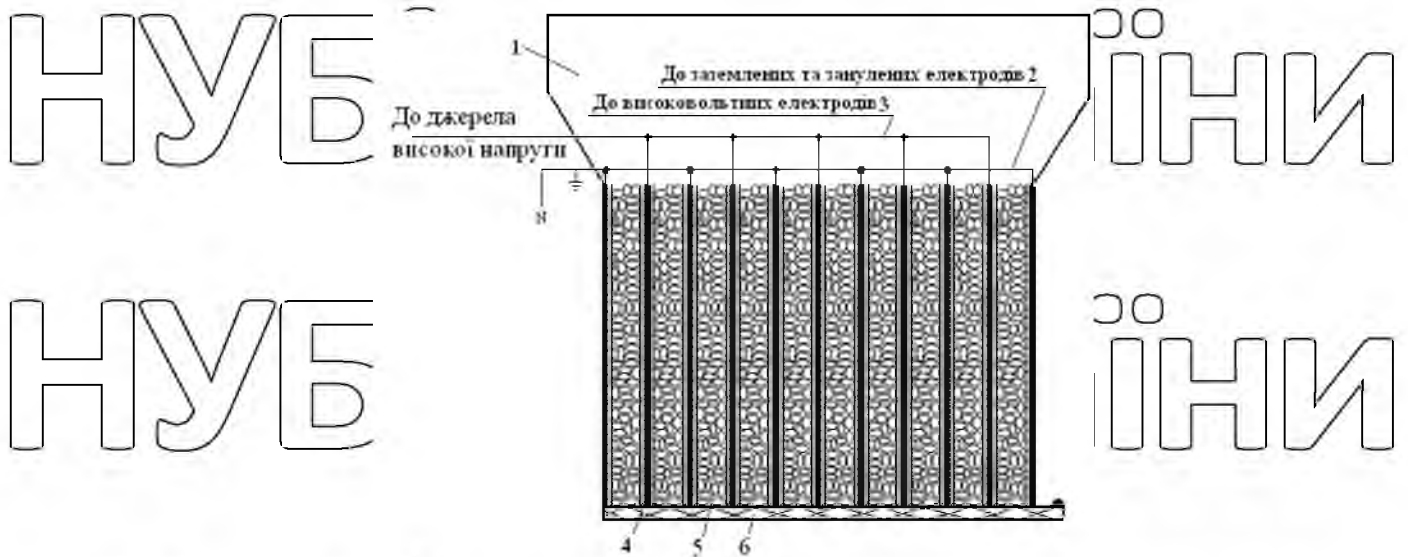


Рис. 3.10. Схема камери обробки де, 1 – бункер; 2 – заземлені електроди; 3 – високовольтні електроди; 4 – пластини з діелектричного матеріалу, 5 – зернова маса; 6 – засувка



Рис. 3.11. Зовнішній вигляд камери обробки

У режимі стимуляції насіння на електроди подається висока постійна напруга. Це зумовлено її біологічною дією на насіння. Внесаражуюча обробка зернівок потребує застосування сильного електричного поля змінного струму.



Саме завдяки змінному струму можна збільшити інтенсивність часткового розряду порівняно з постійним, що призводить до синтезу більш високих концентрацій озону. Для стимуляції насіння перемикач встановлюється в положення "С". Після того, як насіння поміщено в камеру, обладнання вмикається і на високовольтні пластинчасті електроди подається постійна висока напруга. Насіння, поміщене в камеру обробки, піддається впливу електричного поля постійного струму. Для забезпечення ефективного режиму обробки для різних культур необхідно встановлювати різні значення щільності струму. Наприклад, для сої це 30-90 мА/м<sup>2</sup>. Після відповідної експозиції насіння висипається з камери обробки.

### 3.2. Продуктивність установки та витрати електроенергії

Ефективне впровадження розробленої установки можливе при високій продуктивності та низькій собівартості обробки насіння. Ці параметри розраховані для розробленої установки. Продуктивність установки визначається:

$$Q = \frac{G}{t}, \quad (3.1)$$

де  $Q$  – продуктивність, кг/год.;  $G$  – маса насіння, кг;  $t$  – час обробки, год.

Масу обробленого насіння визначаємо:

$$G = k \cdot \gamma \cdot V, \quad (3.2)$$

де  $V$  – об'єм насіння, що проходить через установку за час обробки, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – густина насіннєвої маси, кг/м<sup>3</sup>;  $k$  – коефіцієнт заповнення об'єму насінням.

Кількість оброблюваного насіння можна визначити, враховуючи розмір камери обробки, швидкість проходження насіння через камеру і час обробки:

$$V = v \cdot S \cdot t, \quad (3.3)$$

де  $u$  – швидкість руху насіння через камеру обробки, м/год.;  $S$  – площа перерізу камери обробки, м<sup>2</sup>.

Для визначення перерізу камери, можемо визначити площу однієї секції, помноживши на їхню кількість, у розробленій установці 14 секцій:

$$S = 14 \cdot h \cdot l, \quad (3.4)$$

де  $h$  – відстань між електродами, м,  $l$  – ширина електрода, м.

Час обробки також залежить від вологості насіння. Тому:

$$t = \frac{D}{K} \quad (3.5)$$

З наведеного вище ми бачимо, що продуктивність установки можемо розрахувати за рівнянням:

$$Q = k \cdot \gamma \cdot u \cdot S. \quad (3.6)$$

Згідно з результатами розрахунків, розроблене обладнання може обробляти насіння з вологістю 14. .14,5% з продуктивністю 838-876 кг/год.

Продуктивність установки залежить від розміру камери обробки, яка може бути більшою, в такому випадку необхідно встановлювати більш потужний трансформатор.

Вартість обробки насіння залежить від вартості електроенергії, яка в свою чергу залежить від характеристик самого ж насіння. Якщо зі збільшенням вологості збільшується сила струму, то це призводить до збільшення потужності установки. Визначено, що найефективніше обробляти насіння кондиційної вологості 14-14,5%. Тому розраховано витрати електроенергії на обробку насінневої маси кондиційної вологості.

Так, витрати електроенергії на переробку 1 т насіння вологістю 14% становлять 1,29 кВт·год/т.

Споживання електроенергії на переробку партії насіння залежить від його вологості, кількості та робочих параметрів. На рисунку 3.12 показано залежність споживання електроенергії на переробку насіння від об'єму.

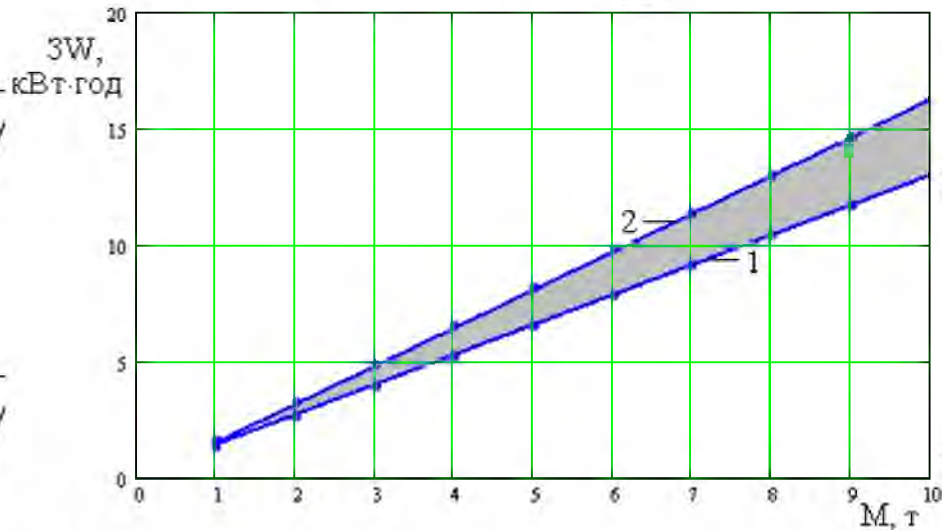


Рис. 3.12. Витрати електроенергії на обробку насіння: 1 – вологістю 14 %; 2 – вологістю 14,5 %

#### РОЗДІЛ 4.

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ  
ЗАЛЕЖНО ВІД РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ**

#### 4.1. Порівняльні характеристики методів обробки насіння сільськогосподарських культур

Технологія та спеціальне обладнання для обробки насіння сільськогосподарських культур високовольтними електричними полями, розроблені кафедрою, призначені для передпосівної та складської обробки насіння зернових і кормових культур, насіння квітів, дерев і чагарників.

Для кожного типу насіння створюється оптимальний режим для покращення характеристик насіння та рослин, таких як схожість, енергія проростання, схожість у полі, стійкість рослин до грибкових та бактеріальних захворювань, прискорення росту та розвитку рослин, підвищення врожайності.

Запропонована технологія є низькоенергетичною, не спричиняє мутагенного впливу на насіння чи рослини, є екологічно та біологічно безпечною, не використовує хімічних речовин та шкідливого енергетичного впливу на насіння.

Вона має переваги з точки зору комплексного багатфакторного впливу на насіння порівняно з відомими методами обробки, такими як: хімічний; в електричному полі коронного розряду; в іскровому розряді; електричним струмом; іонізуючим випромінюванням; ультрафіолетовим, інфрачервоним; лазерним випромінюванням; ультразвуком.

Методи обробки насіння сільськогосподарських культур високовольтними електричними полями мають комплексний вплив на всю насінину, включаючи захисну оболонку, ендосперм, зародок, міжклітинну рідину та клітини, що зумовлено наявністю наступних факторів:

1. електричні поля високої напруженості;
2. електричні струми
3. процеси іонізації
4. озон

5. атомарний кисень  
6. іони повітря  
7. температура

# НУБІП України

8. стерилізуючий ефект;

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

# НУБІП України

10. шкідливих хімічних елементів та сполук

11. генетичних змін у структурі насіння.

# НУБІП України

Таблиця 4.1

| №   | Назва технології                                    | Фактори впливу на насіння |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|-----|---|---------------------------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|     |   | 1                         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 |
| 1   | 2   | 3                         | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1.  | Хімічна обробка                                     | -                         | - | - | - | - | - | + | -  | +  | +  | -  |
| 2.  | Електричне поле коронного розряду                   | -                         | - | + | + | + | + | - | +  | -  | -  | -  |
| 3.  | Іскровий розряд                                     | -                         | - | + | + | + | + | - | +  | -  | -  | -  |
| 4.  | Електричний струм                                   | -                         | - | - | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  |
| 5.  | Іонізуюче   | -                         | - | - | - | - | - | - | -  | +  | +  | +  |
| 1   | 2   | 3                         | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 6.  | Ультрафіолетове випромінювання                      | -                         | - | - | + | + | - | - | +  | +  | -  | +  |
| 7.  | Інфрачервоне випромінювання                         | -                         | - | - | - | - | - | - | +  | +  | +  | +  |
| 8.  | Лазерне   | -                         | - | - | - | - | - | + | +  | +  | +  | +  |
| 9.  | Ультразвук  | -                         | - | - | - | - | - | - | -  | +  | -  | -  |
| 11. | обробки насіння в електричному полі високої напруги | +                         | + | + | + | + | + | + | +  | -  | -  | -  |

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



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

Високоякісний посівний матеріал - найефективніший спосіб підвищення врожайності. Одним з найважливіших показників для визначення посівних якостей насіння є лабораторна схожість. Це пов'язано з тим, що процес проростання насіння є не тільки морфологічно та біохімічно складним, але й зазнає значного впливу навколишнього середовища. Зовнішні впливи затримують біохімічні зміни і призводять до змін біологічних властивостей проростка. Тому насіння є не тільки засобом збереження і розмноження насіння, а й засобом адаптації його до умов вирощування. Всі природні та антропогенні фактори, що впливають на проростання насіння і вирощування проростків, призводять до значних змін фізіологічних і біохімічних процесів, які значною мірою визначають їх здатність давати високі врожаї. Тому період проростання викликає особливий інтерес у дослідників через його теоретичні та практичні перспективи.

Таблиця 4.2

### Польова схожість насіння сої

| Сорт                                  |             | Варіант обробки (Повторення) |    |    |    |    |    |      | Середнє по повторенням |
|---------------------------------------|-------------|------------------------------|----|----|----|----|----|------|------------------------|
| 1                                     | 2           | 3                            | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9    |                        |
| Контроль                              |             |                              |    |    |    |    |    |      |                        |
| 1                                     | Елена       | 33                           | 36 | 32 | 34 | 34 | 35 | 34,0 |                        |
| 2                                     | Артеміда    | 39                           | 36 | 40 | 37 | 37 | 39 | 38,0 |                        |
| 3                                     | Київська 98 | 45                           | 45 | 41 | 38 | 38 | 31 | 39,7 |                        |
| І варіант обробки електричними полями |             |                              |    |    |    |    |    |      |                        |
| 1                                     | Елена       | 44                           | 43 | 32 | 36 | 39 | 38 | 38,7 |                        |

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|
| 2 | Артеміда    | 41 | 42 | 42 | 40 | 42 | 37 | 40,7 |
| 3 | Київська 98 | 40 | 36 | 40 | 41 | 41 | 35 | 38,8 |
| 1 |             |    |    |    |    |    |    |      |

II варіант обробки електричними полями

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|
| 1 | Елена       | 37 | 42 | 36 | 43 | 42 | 35 | 39,2 |
| 2 | Артеміда    | 42 | 44 | 46 | 38 | 36 | 40 | 41,0 |
| 3 | Київська 98 | 47 | 42 | 46 | 40 | 41 | 40 | 42,7 |

Ризогумін

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|
| 1 | Елена       | 43 | 41 | 39 | 36 | 37 | 44 | 40,0 |
| 2 | Артеміда    | 41 | 41 | 42 | 43 | 37 | 40 | 40,7 |
| 3 | Київська 98 | 50 | 48 | 43 | 44 | 47 | 40 | 45,3 |

Мікосан-Н

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|
| 1 | Елена       | 19 | 26 | 21 | 32 | 31 | 33 | 27,0 |
| 2 | Артеміда    | 17 | 37 | 30 | 26 | 27 | 41 | 29,7 |
| 3 | Київська 98 | 39 | 29 | 43 | 41 | 37 | 39 | 38,0 |

Бактеріальний препарат (*Bradizobium Japonica 364b*)

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|
| 1 | Елена       | 29 | 28 | 37 | 33 | 35 | 31 | 32,2 |
| 2 | Артеміда    | 36 | 31 | 34 | 41 | 25 | 43 | 35,0 |
| 3 | Київська 98 | 30 | 35 | 36 | 42 | 38 | 37 | 36,3 |

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|
| 1 | Елена       | 38 | 35 | 26 | 37 | 23 | 31 | 31,7 |
| 2 | Артеміда    | 31 | 30 | 32 | 22 | 32 | 35 | 30,3 |
| 3 | Київська 98 | 38 | 36 | 34 | 31 | 33 | 36 | 34,7 |

|   |       |    |    |    |    |    |    |      |
|---|-------|----|----|----|----|----|----|------|
| 1 | Елена | 22 | 25 | 26 | 23 | 29 | 36 | 26,8 |
|---|-------|----|----|----|----|----|----|------|

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |   |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|---|
|   | 1           | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8    | 9 |
| 2 | Артеміда    | 33 | 35 | 38 | 42 | 37 | 32 | 36,2 |   |
| 3 | Київська 98 | 33 | 42 | 35 | 36 | 28 | 39 | 35,5 |   |

Ag

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |   |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|---|
|   | 1           | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8    | 9 |
| 1 | Елена       | 34 | 37 | 38 | 30 | 40 | 38 | 25,0 |   |
| 2 | Артеміда    | 36 | 37 | 23 | 37 | 41 | 36 | 35,0 |   |
| 3 | Київська 98 | 24 | 21 | 25 | 19 | 29 | 32 | 36,7 |   |

Максим XL 035 FS

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |   |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|---|
|   | 1           | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8    | 9 |
| 1 | Елена       | 28 | 33 | 44 | 27 | 45 | 32 | 34,8 |   |
| 2 | Артеміда    | 33 | 32 | 28 | 33 | 30 | 30 | 31,0 |   |
| 3 | Київська 98 | 33 | 31 | 25 | 24 | 22 | 27 | 27,0 |   |

Полідекс

|   |             |    |    |    |    |    |    |      |   |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|------|---|
|   | 1           | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8    | 9 |
| 1 | Елена       | 15 | 15 | 19 | 27 | 14 | 12 | 17,0 |   |
| 2 | Артеміда    | 26 | 17 | 26 | 31 | 32 | 26 | 26,3 |   |
| 3 | Київська 98 | 20 | 18 | 35 | 29 | 28 | 30 | 26,7 |   |

Обробка насіння сої біологічними стимуляторами росту та фізичними факторами (в даному випадку сильним електричним полем постійного струму) має значний вплив на його польову схожість. Насіння сортів сої, оброблене біологічним стимулятором росту лізофіном і другою обробкою електричним полем перед посівом, показало вищу польову схожість, ніж інші варіанти в дослідженні. В середньому з 50 посіяних насінин 40, 45 насінин проростало у варіанті з обробкою ризогуміном, 39, 42 насінин проросло у другому варіанті обробки електричним полем. При обробці насіння сої препаратом Максим XL 035 FS польова схожість досліджуваних сортів була в межах 27-35 одиниць. При обробці насіння протруйником Полідекс польова схожість знизилась до 15...27 насінин з 50 висіяних. 27 насінин з 50 висіяних.

У контрольних варіантах польова схожість насіння сорту Київська 98 становила 39,7 одиниць, 38,8 та 42,7 одиниць при обробці насіння електричним полем у варіантах дослідів I та II відповідно, та 45,3 одиниць при обробці насіння ризогміном, Мікосаном-Н - 38,0 одиниць, бактеріальним препаратом (*Bradirizobium Japonica* 364b) - 36,3 одиниці; іонів міді, заліза та срібла - 34,7, 35,5 та 36,7 одиниць відповідно; оброблених препаратами Максим XL та Полідес - 27,0 та 26,7 одиниць відповідно.

Площа листкової поверхні. Дослідники вважають, що площа листкової поверхні відіграє провідну роль у формуванні врожаю в результаті фотосинтетичної діяльності рослин. Оптимальна площа листкової поверхні формується від фази цвітіння до фази утворення зелених бобів і становить 40... .50 тис. м<sup>2</sup>/га. Якщо площа листкової поверхні мала, оптична та біологічна структура врожаю не оптимізується, а ФАР використовується недоцільно. Однак збільшення площі листкової поверхні також небажане. Це пов'язано з тим, що в результаті перезатінення значна частина нижніх листків опаде, а ті, що залишилися, будуть працювати неефективно.

Серед варіантів досліджень варто відзначити варіанти обробки насіння біопрепаратами, фізичними факторами та протруювання насіння препаратом Максим XL 035 FS. На формування площі листкової поверхні проростків сої досліджуваних сортів негативно впливала передпосівна обробка насіння препаратом Полідес.

Таблиця 4.3

### Площа листової поверхні рослин сої, тис.м<sup>2</sup>/га

| Сорт | Варіант обробки насіння |
|------|-------------------------|
|------|-------------------------|

|     |                                      |                                       |           |   |    |    |    |                  |         |
|-----|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------|---|----|----|----|------------------|---------|
| НУБ | Контроль                             | Ризогумін                             | Мікосан-Н | Бактеріальний препарат<br>( <i>Bradijizobium Japonica</i> 364b) | Cu | Fe | Ag | Максим XL 035 FS | Полідез |
| НУБ | I варіант оброки електричними полями | II варіант оброки електричними полями |           |   |    |    |    |                  |         |

## третій трійчастий листок

|     |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| НУБ | Елена                  | 9,8  | 9,7  | 9,9  | 9,8  | 9,0  | 9,7  | 9,9  | 9,5  | 9,0  | 9,8  | 8,7  |
| НУБ | Артеміда               | 10,3 | 10,7 | 10,8 | 10,8 | 10,1 | 10,7 | 10,6 | 10,1 | 10,0 | 10,4 | 9,8  |
| НУБ | Київська <sub>98</sub> | 11,4 | 11,3 | 11,8 | 11,5 | 11,4 | 11,6 | 11,4 | 11,2 | 11,6 | 11,5 | 10,1 |

## початок цвітіння

|     |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| НУБ | Елена                  | 23,8 | 23,5 | 24,1 | 23,6 | 22,4 | 23,5 | 22,3 | 21,1 | 21,4 | 23,8 | 22,2 |
| НУБ | Артеміда               | 25,0 | 24,7 | 25,2 | 24,9 | 23,6 | 24,8 | 23,5 | 23,1 | 22,7 | 25,4 | 23,7 |
| НУБ | Київська <sub>98</sub> | 26,4 | 26,2 | 26,9 | 26,1 | 24,1 | 26,2 | 24,8 | 24,0 | 24,6 | 26,6 | 23,9 |

## кінець цвітіння

|     |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| НУБ | Елена                  | 41,6 | 41,3 | 42,0 | 40,6 | 40,6 | 41,1 | 39,7 | 39,8 | 38,8 | 41,6 | 39,9 |
| НУБ | Артеміда               | 42,2 | 42,5 | 42,8 | 42,0 | 41,1 | 42,3 | 41,6 | 41,4 | 40,6 | 42,7 | 40,5 |
| НУБ | Київська <sub>98</sub> | 43,1 | 43,3 | 43,6 | 42,8 | 42,5 | 42,9 | 42,4 | 42,3 | 41,4 | 43,6 | 42,3 |

## повний налив насіння

|     |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| НУБ | Елена                  | 45,9 | 45,8 | 45,9 | 44,9 | 44,9 | 44,6 | 44,3 | 44,1 | 43,6 | 44,0 | 42,3 |
| НУБ | Артеміда               | 46,8 | 47,1 | 47,5 | 46,6 | 45,2 | 46,8 | 45,9 | 45,8 | 44,3 | 46,5 | 43,7 |
| НУБ | Київська <sub>98</sub> | 48,0 | 48,2 | 48,5 | 47,5 | 47,3 | 47,5 | 47,0 | 47,2 | 46,2 | 48,0 | 46,9 |

# НУБІГ УКРАЇНИ

Н



Н



М

Н



М

Н



М

Н



М

Н



М

Н

Рис. 4.1. Зовнішній вигляд сор. **Р** **С** **А** **Ш** **Л** **У** **М**

*Стійкість сої до основних хвороб* В останні роки площі під соєю в Україні почали збільшуватися, але врожайність залишається низькою. Низький рівень механізації вирощування культури та нестача енергії є обмежуючими факторами, що перешкоджають розширенню посівних площ та підвищенню врожайності сої. Крім того, соя вразлива до грибкових, бактеріальних та вірусних захворювань. Це призводить до зниження врожайності та якості продукції на 70-86% зі значними економічними втратами.

Фузаріоз. Збудники – недосконалі гриби роду *Fusarium Link et Fr.:*

*F. gibbosum Biltan, i* інші. Фузаріоз вражає рослини протягом усього вегетаційного періоду і проявляється у вигляді некрозу сім'ядолей, відмирання точок росту, корневих гнилей, в'янення, плямистостей листя і стебла, гнилей бобів і зерна.

Найкращий час для зараження соєвих бобів фузаріозом - це період проростання. На проростаючому насінні можна побачити три типи ураження:

- При першому типі насіння не проростає і загниває, з'являється білий або рожевий наліт;

- Другий тип характеризується нерівномірним потовщенням, деформацією і загинеллю проростків після досягнення ними поверхні ґрунту;

- Третій тип характеризується глибокими коричневими виразками на сім'ядолях, які при зволоженні покриваються біло-рожевим нальотом мицелію і демонструють спороношення гриба.

Аскохітоз. Збудник недосконалий гриб *Ascochita sojaecola Ahr.* Хвороба найсильніше вражає від цвітіння до формування плодів і раннього дозрівання.

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

- На листках плями округлі, до 1 см в діаметрі, світло-коричневі, сірувато-білі, з темними краями і складаються з добре помітних концентричних чорних крапок - піулів.

- На уражених стеблах з'являються розсіяні видовжені сіруваті ділянки, спочатку ввігнуті, потім з помітними пікнідами.

На бобах плями сірі і часто перетворюються на глибокі коричневі виразки з численними пустулами. При сильному ураженні боби білють, а на поверхні утворюються численні гнійні плівки. Такі боби не утворюють насіння, не гниють і не розкладаються.

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

Насіння, уражене бактеріозом, неможливо візуально відрізнити від здорового. Однак можна помітити білуваті, тьмяні, вдавнені плями, виразки та тріщини. У вологих приміщеннях уражене насіння стає слизьким і гниє відразу після набухання, перешкоджаючи проростанню. Сім'ядолі покриваються бактеріальним нальотом різних відтінків, який поступово перетворюється на клейку масу з неприємним запахом.

Оцінку ураження сої основними патогенами проводили за п'ятибальною шкалою на основі візуального огляду. Де 5 відповідає фазі розвитку рослин, на якій спостерігається максимальний розвиток патогенів, і є максимальним балом ураження рослин, при якому розвиток хвороби спостерігається на 75%

ділянок. Пошкодження сої, спричинене *Fusarium* spp. оцінювали під час проростання, а пошкодження сої, спричинене *Fusarium* spp. оцінювали протягом усього вегетаційного періоду шляхом виявлення в'янення та плямистостей листя. Пошкодження, спричинені бактеріями, визначали з урахуванням енергії проростання та схожості насіння в лабораторних умовах.

Показник ураження сої за різних варіантів передпосівної обробки насіння коливався від 1 до 24% від загальної площі посіву кожного сорту (табл. 4.4).

Найменше ураження хворобами було у ранньостиглого сорту Єлена.

Сорти Артеміда та Київська 98 мали дещо більше ураження, але це пов'язано з довшим вегетаційним періодом.

Таблиця 4.4

Ураження рослин сої хворобами за різної обробки насіння



| Сорт        | Контроль | Варіант обробки насіння               |  |           |           |  |    |    |    |                  |         |   |   |
|-------------|----------|---------------------------------------|--|-----------|-----------|--|----|----|----|------------------|---------|---|---|
|             |          | I варіант обробки електричними полями | II варіант обробки електричними полями | Ризорумін | Міксдан-Н | Бактеріальний препарат (Bactizobium Japonica 364b) | Cu | Fe | Ag | Максим XL 035 FS | Полідез |   |   |
| Елена       | 0        | 0                                     | 0                                      | 0         | 0         | 0  | 0  | 0  | 0  | 0                | 0       | 0 | 0 |
| Артеміда    | 0        | 0                                     | 0                                      | 0         | 0         | 0  | 0  | 2  | 0  | 0                | 0       | 0 | 1 |
| Київська 98 | 0        | 0                                     | 0                                      | 0         | 0         | 0  | 0  | 1  | 0  | 0                | 0       | 0 | 0 |

| Сорт        | Фузаріоз |                                       |  |           |           |  |    |    |    |                  |         |
|-------------|----------|---------------------------------------|--|-----------|-----------|--|----|----|----|------------------|---------|
|             | Контроль | I варіант обробки електричними полями | II варіант обробки електричними полями | Ризорумін | Міксдан-Н | Бактеріальний препарат (Bactizobium Japonica 364b) | Cu | Fe | Ag | Максим XL 035 FS | Полідез |
| 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       |

| Сорт        | Аскохітоз |                                       |  |           |           |  |    |    |    |                  |         |
|-------------|-----------|---------------------------------------|--|-----------|-----------|--|----|----|----|------------------|---------|
|             | Контроль  | I варіант обробки електричними полями | II варіант обробки електричними полями | Ризорумін | Міксдан-Н | Бактеріальний препарат (Bactizobium Japonica 364b) | Cu | Fe | Ag | Максим XL 035 FS | Полідез |
| 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       |

| Сорт        | Бактеріоз (шт. уражених насінин з 50 шт.) |                                       |  |           |           |  |    |    |    |                  |         |
|-------------|---|---------------------------------------|--|-----------|-----------|--|----|----|----|------------------|---------|
|             | Контроль                                  | I варіант обробки електричними полями | II варіант обробки електричними полями | Ризорумін | Міксдан-Н | Бактеріальний препарат (Bactizobium Japonica 364b) | Cu | Fe | Ag | Максим XL 035 FS | Полідез |
| 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 усіх агрономічних досліджень є врожайність. Високих врожаїв можна досягти лише тоді, коли всі фактори та умови життєдіяльності рослини знаходяться в оптимальних межах. Комплекс агротехнічних інструментів, що використовуються в ході досліджень, дозволяє більш повно оцінити перебіг

# НУБІУКРАЇНИ

продукційного процесу і підкреслити роль досліджуваних факторів. (табл. 4.5)

Структура врожаю сої за різної обробки насіння

Таблиця 4.5

| № п/п                                    | Сорт        | Висота рослини, см | Довжина кореневої системи в шарі ґрунту 0-30 см. | Кількість бульбочок, шт. | Висота прикріплення нижнього боба, см. | Кількість продуктивних вузлів стебла, шт. | Кількість бобів на одній рослині, шт. | Довжина бобів | Кількість насіння в бобі, шт. | Маса 1000 насінин |
|--|-------------|--------------------|--|--------------------------|--|---|---------------------------------------|---------------|-------------------------------|-------------------|
| 1  | 2           | 3                  | 4  | 5                        | 6                                      | 7   | 8                                     | 9             | 10                            | 11                |
| Контроль                                 |             |                    |  |                          |  |   |                                       |               |                               |                   |
| 1  | Київська 98 | 66,8               | 22,4   | -                        | 18,1                                   | 7   | 13                                    | 4,0           | 2                             | 203,3             |
| 2  | Елена       | 64,5               | 20,0   | -                        | 13,3                                   | 10  | 14                                    | 4,6           | 3                             | 196,3             |
| 3  | Артеміда    | 65,8               | 23,4   | -                        | 18,6                                   | 8   | 14                                    | 3,5           | 2                             | 163,3             |
| 1 варіант обробки електричними ланцюгами |             |                    |  |                          |  |   |                                       |               |                               |                   |
| 1  | 2           | 3                  | 4  | 5                        | 6                                      | 7   | 8                                     | 9             | 10                            | 11                |
| 1  | Київська 98 | 78,6               | 17   | -                        | 17,8                                   | 9   | 13                                    | 4,3           | 3                             | 208,3             |
| 5  | Елена       | 76,8               | 19,8   | -                        | 20,2                                   | 8   | 14                                    | 3,8           | 2                             | 211,3             |
| 6  | Артеміда    | 61,8               | 16,6   | -                        | 20,6                                   | 6   | 12                                    | 3,7           | 2                             | 220,6             |
| 2 варіант обробки електричними ланцюгами |             |                    |  |                          |  |   |                                       |               |                               |                   |
| 1  | 2           | 3                  | 4  | 5                        | 6                                      | 7   | 8                                     | 9             | 10                            | 11                |
| 1  | Київська 98 | 76,6               | 20,6   | -                        | 17,6                                   | 9   | 15                                    | 4,4           | 3                             | 208,3             |
| 8  | Елена       | 64,7               | 23,1   | -                        | 17,8                                   | 8   | 15                                    | 3,8           | 2                             | 217,3             |
| 9  | Артеміда    | 62,3               | 22,1   | -                        | 18,2                                   | 7   | 16                                    | 3,9           | 2                             | 198,4             |
| Різодумін                                |             |                    |  |                          |  |   |                                       |               |                               |                   |
| 1  | 2           | 3                  | 4  | 5                        | 6                                      | 7   | 8                                     | 9             | 10                            | 11                |
| 1  | Київська 98 | 80,3               | 22,1   | -                        | 17,1                                   | 10  | 14                                    | 4,5           | 3                             | 222,0             |
| 23                                       | Елена       | 85,6               | 21,7   | -                        | 18,6                                   | 10  | 18                                    | 4             | 2                             | 221,3             |
| 24                                       | Артеміда    | 75,9               | 22,6   | -                        | 19,4                                   | 7,2                                       | 17                                    | 4,0           | 2                             | 174,2             |
| Мікадан-П                                |             |                    |  |                          |  |   |                                       |               |                               |                   |
| 1  | 2           | 3                  | 4  | 5                        | 6                                      | 7   | 8                                     | 9             | 10                            | 11                |
| 1  | Київська 98 | 62,8               | 25,2   | -                        | 15,8                                   | 7   | 10                                    | 4,3           | 3                             | 204,55            |

|    |          |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|----------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 26 | Єлена    | 58,8 | 14,7 | - | 16,8 | 8 | 19 | 3,7 | 2 | 196,3 |
| 27 | Артеміда | 57,6 | 20,0 | - | 12,4 | 8 | 15 | 4,7 | 2 | 153,3 |

Бактер преп. (Bacillizobium Japonica 364B)

|    |             |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 19 | Київська 98 | 87,8 | 19,2 | - | 14,2 | 8 | 15 | 3,9 | 3 | 191,3 |
|----|-------------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |       |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 20 | Єлена | 81,8 | 16,6 | - | 22,4 | 6 | 12 | 3,5 | 2 | 214,9 |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |          |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|----------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 21 | Артеміда | 61,2 | 17,6 | - | 15,2 | 8 | 15 | 4,6 | 2 | 196,3 |
|----|----------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

Cu

|    |             |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 10 | Київська 98 | 65,6 | 20,5 | - | 12,4 | 9 | 24 | 4,1 | 3 | 188,3 |
|----|-------------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|

|    |       |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 11 | Єлена | 64,2 | 25,4 | - | 11,2 | 9 | 15 | 4,8 | 3 | 223,3 |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |          |      |      |   |      |    |    |     |   |       |
|----|----------|------|------|---|------|----|----|-----|---|-------|
| 12 | Артеміда | 66,6 | 19,8 | - | 14,8 | 12 | 30 | 3,8 | 2 | 198,3 |
|----|----------|------|------|---|------|----|----|-----|---|-------|

Fe

|    |             |      |       |   |      |   |   |     |   |       |
|----|-------------|------|-------|---|------|---|---|-----|---|-------|
| 13 | Київська 98 | 57,2 | 15,14 | - | 17,4 | 6 | 9 | 3,7 | 3 | 148,3 |
|----|-------------|------|-------|---|------|---|---|-----|---|-------|

|    |       |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 14 | Єлена | 84,2 | 20,0 | - | 13,4 | 8 | 18 | 5,3 | 2 | 225,3 |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |          |    |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|----------|----|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 15 | Артеміда | 55 | 17,4 | - | 18,4 | 7 | 13 | 4,2 | 3 | 138,3 |
|----|----------|----|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

Ag

|    |             |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 16 | Київська 98 | 62,1 | 18,8 | - | 14,4 | 9 | 15 | 4,4 | 3 | 194,7 |
|----|-------------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |       |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 17 | Єлена | 52,6 | 13,1 | - | 14,8 | 7 | 13 | 4,9 | 3 | 217,3 |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |          |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|----------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 18 | Артеміда | 60,4 | 22,4 | - | 21,4 | 7 | 13 | 4,1 | 2 | 190,3 |
|----|----------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

Максим XL 035 FS

|    |             |      |      |   |      |   |   |     |   |       |
|----|-------------|------|------|---|------|---|---|-----|---|-------|
| 31 | Київська 98 | 60,9 | 14,5 | - | 18,5 | 6 | 9 | 3,3 | 2 | 155,3 |
|----|-------------|------|------|---|------|---|---|-----|---|-------|

|    |       |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 32 | Єлена | 69,4 | 18,6 | - | 15,5 | 7 | 13 | 3,8 | 2 | 175,8 |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |          |      |      |   |      |    |    |     |   |        |
|----|----------|------|------|---|------|----|----|-----|---|--------|
| 33 | Артеміда | 37,4 | 15,5 | - | 11,4 | 10 | 21 | 3,7 | 2 | 180,63 |
|----|----------|------|------|---|------|----|----|-----|---|--------|

Полідез

|    |             |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 28 | Київська 98 | 68,4 | 15,1 | - | 19,4 | 7 | 11 | 4,0 | 2 | 175,6 |
|----|-------------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |       |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 29 | Єлена | 57,9 | 17,8 | - | 20,2 | 6 | 10 | 3,7 | 2 | 184,2 |
|----|-------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

|    |          |      |      |   |      |   |    |     |   |       |
|----|----------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|
| 30 | Артеміда | 60,4 | 18,4 | - | 22,6 | 7 | 13 | 3,8 | 2 | 172,3 |
|----|----------|------|------|---|------|---|----|-----|---|-------|

Дослідження посівних якостей насіння сої за різних обробок (Таблиця 4.6) показало, що енергія проростання насіння та лабораторний відсоток схожості були вищими при обробці біологічними та фізичними факторами і значно нижчими при обробці протруйником.

Примітно, що ріст насіння значно інтенсифікувався при обробці електричними полями високої напруженості постійного струму. При цьому енергія проростання насіння досліджуваних сортів сої була майже на тому ж рівні, що і в лабораторних умовах, в середньому 92-98%. Посівні якості насіння сої сорту Київська 98 були вищими, ніж у сортів Олена та Артеміда, і досягалися за обробки насіння біологічним стимулятором росту лізофіном (100%) та фізичним фактором високовольтне електричне поле (97-98%).

Таблиця 4.6

**Посівні якості насіння сої, вирощене за різної обробки перед сівбою**

| п/п                                    | Сорт        | Енергія проростання, % | Лабораторна схожість, % | Середнє значення, % |    |    |
|--|-------------|------------------------|-------------------------|---------------------|----|----|
| 1                                      | 2           | 3                      | 4                       | 5                   | 6  | 7  |
| Контроль                               |             |                        |                         |                     |    |    |
| 1                                      | Київська 98 | 92                     | 90                      | 97                  | 96 | 97 |
| 2                                      | Єлена       | 88                     | 90                      | 94                  | 95 | 95 |
| 3                                      | Артеміда    | 91                     | 94                      | 99                  | 98 | 99 |
| 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  |
| Ризогумін                                  |          |    |    |     |     |     |
| 1  | Київська | 98 | 96 | 100 | 100 | 100 |
| 1  | 2        | 3  | 4  | 5   | 6   | 7   |
| 2  | Єлена    | 93 | 90 | 99  | 99  | 99  |
| 3  | Артеміда | 98 | 98 | 100 | 98  | 99  |
| Мікосан-Н                                  |          |    |    |     |     |     |
| 1  | Київська | 85 | 74 | 92  | 94  | 93  |
| 2  | Єлена    | 83 | 90 | 95  | 94  | 95  |
| 3  | Артеміда | 91 | 87 | 92  | 90  | 91  |
| Бактер преп. (Bradirizobium Japonica 364B) |          |    |    |     |     |     |
| 1  | Київська | 96 | 91 | 96  | 93  | 95  |
| 2  | Єлена    | 87 | 90 | 92  | 95  | 94  |
| 3  | Артеміда | 88 | 87 | 94  | 96  | 95  |
| Cu   |          |    |    |     |     |     |
| 1  | Київська | 85 | 82 | 97  | 100 | 99  |
| 2  | Єлена    | 91 | 90 | 100 | 98  | 99  |
| 3  | Артеміда | 86 | 82 | 100 | 95  | 97  |
| Fe   |          |    |    |     |     |     |
| 1  | Київська | 92 | 94 | 95  | 94  | 95  |
| 2  | Єлена    | 89 | 95 | 99  | 100 | 100 |
| 3  | Артеміда | 87 | 94 | 92  | 100 | 96  |
| Ag   |          |    |    |     |     |     |
| 1  | Київська | 95 | 91 | 100 | 98  | 99  |
| 2  | Єлена    | 90 | 92 | 97  | 96  | 97  |
| 3  | Артеміда | 90 | 90 | 95  | 95  | 95  |

| 1                | 2              | 3  | 4  | 5   | 6   | 7   |
|------------------|----------------|----|----|-----|-----|-----|
| Максим XL 035 FS |                |    |    |     |     |     |
| 1                | Київська<br>98 | 95 | 90 | 100 | 98  | 99  |
| 2                | Єлена          | 99 | 96 | 100 | 100 | 100 |
| 3                | Артеміда       | 95 | 92 | 97  | 97  | 97  |
| Полідез          |                |    |    |     |     |     |
| 1                | Київська<br>98 | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   |
| 2                | Єлена          | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   |
| 3                | Артеміда       | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   |

Врожайність сільськогосподарських культур залежить від ряду факторів, включаючи схожість, енергію проростання та масу 1000 насінин. Ці фактори значною мірою визначаються погодою, датою посіву, нормою висіву, обсягом посіву, способом і часом внесення добрив. Посів великого, добре виповненого, вирівняного насіння, не пошкодженого і не ураженого хворобами, а також використання різноманітних заходів впливу в поєднанні з іншими агротехнічними заходами може призвести до отримання високоякісного зерна, що забезпечить високий урожай.

Аналіз результатів виробничих випробувань дозволяє зробити наступні висновки:

1. на польову схожість насіння сої впливає обробка насіння біопрепаратами та обробка в сильному електричному полі.
2. площа листкової поверхні сої, стійкість до основних патогенів та загальна продуктивність сорту були вищими, у варіантах передпосівної обробки насіння лізофуміном та у варіантах з обробкою високовольтними електричними полями постійного струму.
3. загалом на ріст, розвиток, продуктивність та посівні якості насіння сої позитивно впливала передпосівна обробка біопрепаратом ризогумін та у високовольтному електричному полі постійного струму. У наших

дослідженнях середньоранній сорт сої Київська 98 сформував найкращі показники площі листкової поверхні, структури врожая та посівних якостей насіння.

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 5.

# ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРОБКИ НАСІННЯ В СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛЯХ

## 5.1. Виробнича перевірка та економічна ефективність застосування установки для передпосівної обробки в сильному електричному полі

Економічна ефективність використання установки для обробки насіння сільськогосподарських культур в електричному полі постійного струму високої напруги визначалася з урахуванням "Методики визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику" (1995), "Методики визначення економічної ефективності використання результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів і раціоналізаторських пропозицій у сільському господарстві" була врахована при визначенні. За базу для порівняння було взято відсутність технічних засобів обробки насіння в електричних полях постійного струму високої інтенсивності. Вихідні дані були отримані під час виробничих випробувань. Ціни для визначення економічної ефективності були взяті за період 2008-2019 рр в Україні.

Для порівняння інвестиційних проектів та вибору найкращого рекомендується використовувати такі показники:

чистий дисконтований прибуток (ЧДП) або інтегральний ефект;

індекс прибутковості (ІП);

внутрішня норма рентабельності (ВНР);

період окупності.

Значення ЧДП для заданої ставки дисконтування ( $E$ ) розраховується за наступною формулою:

$$ЧДП = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K, \quad (5.1)$$



де  $R_t$  – результати, які досягаються на кроці  $t$ ;  $Z_t$  – витрати, які здійснюються на кроці  $t$  (без капітальних вкладень);  $T$  – тривалість розрахункового періоду;  $E$  – постійна норма дисконту;  $K$  – капітальні вкладення.

Результати, що досягаються у будь-якій рік, розраховуються за формулою:

$$R_t = R_{no} + R_{on} + R_{zn} + R_n, \quad (5.2)$$

де  $R_{no}$  – вартість заощаджених коштів на закупівлю препаратів для передпосівної обробки насіння;  $R_{on}$  – вартість додатково отриманого насіння;  $R_{zn}$  – вартість збереженого насіння при зберіганні;  $R_n$  – вартість заощаджених фунгіцидів і протравлювачів.

У цьому випадку капітальні інвестиції призначені лише для початкового етапу роботи і розраховуються за наступною формулою:

$$K = B_{уст}, \quad (5.3)$$

де  $B_{уст}$  – вартість установки.

Норма дисконту приймається постійною і дорівнює  $E = 0,15$ . Показник рентабельності є відношенням загального чистого прибутку до капітальних інвестицій і розраховується за такою формулою:

$$ПР = \frac{1}{K} \cdot \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.4)$$

Індекс прибутковості тісно зв'язаний з ЧДП, якщо ЧДП позитивний, то  $PI > 1$  і навпаки. Якщо  $PI > 1$ , проект ефективний, якщо  $PI < 1$  – неефективний.

Внутрішня норма прибутковості  $E_{BH}$  (ВНП) являє собою ту норму дисконту, при якій величина приведених ефектів дорівнює приведеним капітальним вкладенням.  $E_{BH}$  визначається розв'язанням рівняння:

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t / \beta}{(1 + E_{BH})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K}{(1 + E_{BH})^t} \quad (5.5)$$

Якщо ВНП дорівнює або перевищує необхідну інвестору норму прибутку на капітал, інвестиції в проект є виправданими і можуть бути розглянуті для прийняття. В іншому випадку інвестиції в проект не є виправданими.

Термін окупності - мінімальний часовий інтервал (від початку реалізації проекту), за межами якого інтегральний ефект перестає бути від'ємним.

На рисунках 5.1...5.2 показано зміну чистого дисконтованого прибутку та індексу рентабельності для різної тривалості розрахункового періоду для установки для обробки насіння у високовольтному електричному полі постійного струму за період до п'яти років експлуатації при обробці 10 т сої.

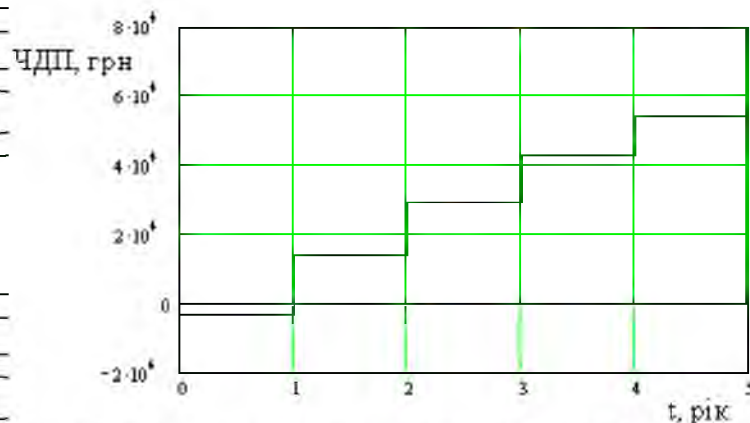


Рис. 5.1. Чистий дисконтований прибуток у залежності від тривалості розрахункового періоду

ЧДП реалізує поняття вартості грошей у часі. З рис. 5.1. видно, що на другому році ЧДП позитивний, що є показником ефективності проекту.

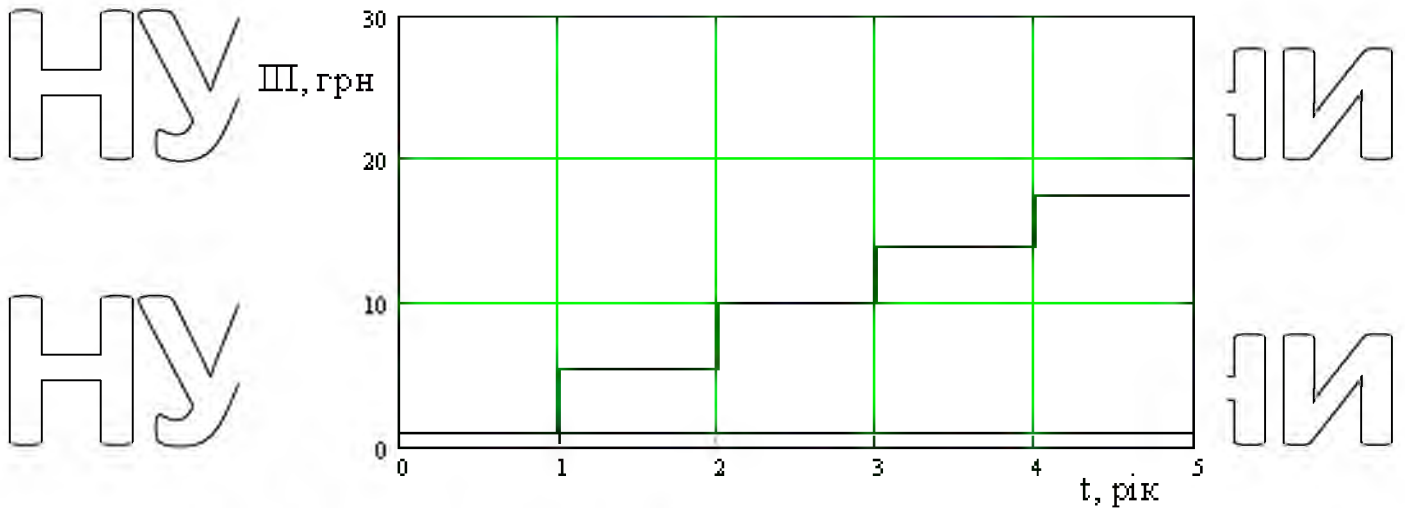


Рис. 5.2. Індекс прибутковості

На другий рік роботи індекс прибутковості стає позитивним. Наведені вище цифри вказують на термін окупності в один рік.

Методологія проектного аналізу включає оцінку інвестиційного ризику.

Для врахування факторів невизначеності та ризику при оцінці ефективності проекту використовується вся інформація про умови реалізації проекту, в тому числі й та, що не виражена у вигляді законів розподілу ймовірностей. До динамічних ризиків відносяться ризики, що виникають внаслідок непередбачуваної зміни кошторису витрат за проектом через початкові управлінські рішення або зміни ринкових чи політичних умов, а до статичних - ризик пошкодження або втрати майна в результаті незадовільної реалізації проекту.

Для цілей аналізу розглядаються найбільш важливі фактори реалізації проекту, що фінансується:

- зміна рівня інфляції та ставок дисконтування
- зміна вартості підготовки насіння до посіву, вартості товарного насіння, витрат на посів та вартості фунгіцидів і протруйників;
- можливі відхилення від вихідних даних за результатами впровадження заданих значень для обробки насіння у високовольтному електричному полі постійного струму.



Для визначення впливу факторів на ЧДП було проаналізовано чутливість доходів до зміни цих факторів у діапазоні  $\pm 10\%$  та періоду реалізації проекту два роки. Для аналізу ризиків, пов'язаних з установкою станції, було використано метод Монте-Карло. Цей метод базується на використанні імітаційної моделі, здатної відтворювати серію сценаріїв, що відповідають обмеженням визначеним для вихідних змінних. При цьому очікуваний інтегральний ефект інвестиційного проекту базується на імовірнісному значенні показника ефективності проекту (в даному випадку ЧДП).

$$ЧДП = \sum_{t=0}^T (N_{no} \cdot B_{no} + G_{dn} \cdot B_{dn} + G_{zn} \cdot B_{zn} + N_n \cdot B_n - 3r) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K, \quad (5.6)$$

де  $N_{no}$  – кількість заощаджених препаратів для передпосівної обробки насіння;  $B_{no}$  – вартість 1кг препарату;  $G_{dn}$  – вага додатково отриманого насіння;  $B_{dn}$  – вартість 1т товарного насіння;  $G_{zn}$  – вага заощадженого посівного насіння;  $B_{zn}$  – вартість 1т посівного насіння;  $N_n$  – кількість заощаджених протравлювачів;  $B_n$  – вартість 1кг фунгіцидів і протравлювачів.

Генерація серії випадкових сценаріїв з однаковою ймовірністю зміни факторів у межах  $\pm 20\%$  від базового значення дає гістограму розподілу чистого дисконтованого прибутку за 500 прокоїв, як показано на рисунку 5.3.

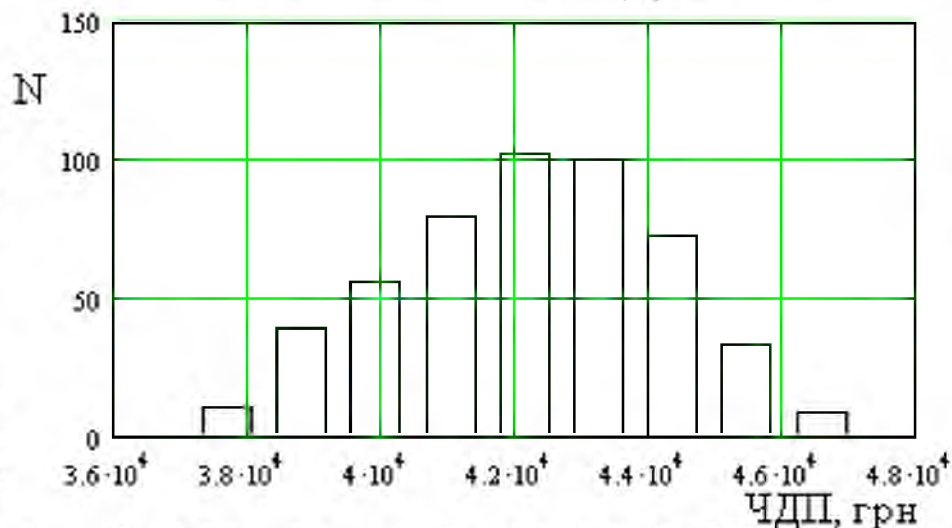


Рис. 5.3. Гістограма розподілу випадкових значень чистого дисконтированого доходу:  $N$  – кількість прогонів

При прийнятих параметрах моделі, коефіцієнт очікуваних втрат визначається за формулою:

$$K_B = \frac{B}{B + \Pi}, \quad (5.7)$$

де  $B$  – очікувані втрати (сума всіх від'ємних результатів, помножених на вірогідність їх утворення),  $\Pi$  – очікувані прибутки (сума всіх позитивних результатів, помножених на вірогідність їх утворення).

З імовірністю 0,95 очікуваний коефіцієнт втрат дорівнює  $K_B = 0$  і можна зробити висновок, що ризики, пов'язані з використанням установки для обробки насіння сільськогосподарських культур в електричних полях постійного струму високої напруги, є незначними.

## ВИСНОВКИ

З отриманих теоретичних та експериментальних результатів можна зробити наступні загальні висновки:

1. Аналіз існуючих технологій передпосівної обробки насіння електрофізичними методами показує, що електричні поля високої напруженості можуть бути використані як екологічно чистий та ефективний засіб передпосівної обробки.

2. Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що під впливом електричних полів постійного струму високої напруженості в насіннях проходять хімічні та фізичні реакції, що позитивно впливають на посівні якості насіння.

3. Аналіз проведених досліджень показав, що ефект стимуляції насіння після обробки електричним полем високої напруженості постійного струму що ріст насіння значно інтенсифікувався при обробці електричними полями високої напруженості постійного струму. При цьому енергія проростання насіння досліджуваних сортів сої була майже на тому ж рівні, що і в лабораторних умовах, в середньому 92-98%. Посівні якості насіння сої сорту Київська 98 були вищими, ніж у сортів Олена та Артеміда, і досягалися за обробки насіння біологічним стимулятором росту пізофіном (100%) та електричним полем (97-98%).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. Электростатическая модель молекулы озона / [Антонченко В.Я., Гончарук В.В., Ильин В.В., Семяновский В.Н.] – К.: ІТФ, 1993. – 12 с.
3. Архипов М.В. Фотометрические методы диагностики устойчивости растений / М.В. Архипов // Биофизика растений и фитомониторинг. Сб. науч. трудов АФИ. – 1990. – С. 186 – 208.
4. Аскоченская Н.А. Водный режим в покоящихся семенах / Н.А. Аскоченская // Биохимические и физиологические исследования семян. – 1979. – С. 94 – 104.
5. 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.
6. 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.
7. Бажал М.І. Вплив параметрів зовнішнього середовища на електричну стабільність біомембрани / М.І. Бажал // Наукові праці НУХТ. – 2002. – Вип. 11. – С. 22 – 25.
8. Баран А.Н. Об описании стимулирующего действия электрического тока на процессы биосинтеза / А.Н. Баран // Электронная обработка материалов. – 1994. – № 3(177). – С. 58 – 62.
9. Берега О.М. Пророщування пивоварного ячменю в електростатичному полі високої напруги / О.М. Берега, Л.С. Червінський, М.П. Салата //

Електрифікація та автоматизація сільського господарства. Науково – виробничий журнал. – 2003. – № 2. – С. 9 – 12.

10. Берека О.М. Температурна камера для пророщування 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.

11. 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.

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

Назаренко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – 2004.

– Вип. 17. – С. 30 – 33.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.



17.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.

18.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.

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

20.Берека О.М. Обработка семян сельскохозяйственных культур в сильных электрических полях / О.М. Берека // Збірник наукових праць Уманського аграрного університету. – 2008. – Ч.1, Вип. 69. – С. 34 – 40.

21.Бондаренко Н.Ф. Исследование биофизико – химических процессов в торфяниках / Н.Ф. Бондаренко, П.П. Гончар – Зайнин, О.М. Данченко // Научно-технический бюллетень по агрономической физике. – 1975. – № 24. – С. 18 – 21.

22.Биофизика живых систем: от молекулы к организму / Под ред. И. Д. Вологовского – Мн.: Белсанс, 2002. – 204с.