

Н

Н

Н

Н

Н

Н

Н

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

02.02 – МР. 324 «С» 2023.03.06.020 ПЗ

Артеменко Кирило Васильович

2023 р.

НАУДІ І УКРАЇНИ

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

УДК 631.171:621.311

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

проф., д.т.н.

вчене звання, науковий ступінь

/КАПЛУН В. В./

підпис

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

доц., к.т.н.

вчене звання, науковий ступінь

/ОКУШКО О. В./

підпис

„_____” _____ 2023 р.
число місяць рік

„_____” _____ 2023 р.
число місяць рік

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту при вирощуванні грибів у спорудах закритого ґрунту»

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

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)

Санченко О. В.

(підпис)

(ПІБ)

Виконав _____

Артеменко К. В.

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2023

НАУКОВИЙ ЦЕНТР
УКРАЇНИ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

К. Т. Н., доцент /ОКУШКО О. В./
науковий ступінь, вчене звання підпис ПІБ
" " 2023 року
число місяць рік

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Артеменку Кирилу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема / магістерської / кваліфікаційної / роботи: «Підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту при вирощуванні грибів у спорудах закритого ґрунту»

затверджена наказом ректора НУБіП України від " " 2023 р. № " "

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи:

- Аналіз існуючих технологій і систем підживлення ґрунту при вирощуванні грибів у спорудах закритого ґрунту.
- Розробка методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту.
- Розробка методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту.
- Розробка рекомендацій щодо впровадження розроблених методів та засобів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- Аналітична частина.
- Електротехнічна частина.
- Розробка питань електропостачання та енергозбереження.
- Дослідницька частина.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) _____

Дата видачі завдання " " 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

Санченко О. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

Артеменко К. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

Реферат

НУБІП України

Магістерська робота «Підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту при вирощуванні грибів у спорудах закритого ґрунту».

НУБІП України

Обсяг – 91 с., 24 рис., 3 табл., 7 додатків, 60 джерел.

Мета дипломного проекту: підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту у спорудах закритого ґрунту для вирощування грибів.

НУБІП України

Головним завданням є аналіз і впровадження інноваційних технологій у сферу електроенергетики та автоматизації сільськогосподарського виробництва.

НУБІП України

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що результати дослідження можуть бути використані сільськогосподарськими підприємствами та господарствами з метою оптимізації процесів вирощування грибів у закритих ґрунтових умовах, що призведе до підвищення ефективності та прибутковості виробництва.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП 7

РОЗДІЛ 1. Аналіз існуючих технологій і систем підживлення ґрунту при вирощуванні грибів у спорудах закритого ґрунту 8

1.1 Огляд існуючих технологій підживлення ґрунту..... 8

1.2 Огляд існуючих систем керування підживленням ґрунту..... 18

1.3 Аналіз ефективності існуючих технологій і систем підживлення ґрунту..... 23

РОЗДІЛ 2. Гриби, як об'єкт дослідження у вдосконаленні системи керування підживлення ґрунту 29

2.1 Процес вирощування грибів..... 29

2.2 Система заходів щодо захисту від шкідників і хвороб..... 38

2.3 Товарознавча характеристика свіжих та перероблених грибів..... 40

2.4. Аналіз ефективності існуючих технологій і систем підживлення ґрунту..... 51

РОЗДІЛ 3. Розробка методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту 54

3.1 Розробка нових методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту..... 54

3.2 Оцінка ефективності розроблених методів і засобів..... 63

РОЗДІЛ 4. Розробка методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту 67

4.1 Методи проведення експериментів..... 67

4.2 Результати експериментів..... 75

НУБІП України

РОЗДІЛ 5. Розробка рекомендацій щодо впровадження розроблених методів та засобів 78

5.1 Розробка нових методів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту 78

5.2 Розробка нових засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту 81

Висновки 84

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 86

ДОДАТКИ 94

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Сучасний розвиток сільськогосподарської галузі вимагає постійного удосконалення технологічних процесів та впровадження інноваційних рішень.

Однією з ключових складових цього процесу є ефективне використання електротехнологічного обладнання для керування підживленням ґрунту у спорудах закритого ґрунту.

Технічний прогрес у галузі електроенергетики та автоматизації сільськогосподарського виробництва відкриває нові можливості для підвищення продуктивності та якості сільського господарства. Вирощування грибів у спорудах закритого ґрунту вже давно стало важливою галуззю агропрому, але його оптимізація та удосконалення продовжують бути актуальним завданням.

Мета даного дослідження полягає у вдосконаленні системи керування підживленням ґрунту за допомогою сучасних технологій електротехніки та автоматизації. Дослідження спрямоване на досягнення оптимального балансу між витратами електроенергії та отриманням найвищого можливого врожаю грибів.

Предмет дослідження – підвищення ефективності електротехнологічного обладнання.

Об'єкт дослідження – система керування підживленням ґрунту при вирощуванні грибів у спорудах закритого ґрунту.

У роботі буде проведено аналіз та порівняння різних типів електротехнологічного обладнання, а також визначено оптимальні параметри його роботи. Досягнення успіху у вирощуванні грибів у закритих ґрунтових умовах завдяки використанню ефективної електротехніки має велике значення як для сільськогосподарських підприємств, так і для ринку сільськогосподарської продукції в цілому.

РОЗДІЛ 1. Аналіз існуючих технологій і систем підживлення ґрунту при вирощуванні грибів у спорудах закритого ґрунту

1.1 Огляд існуючих технологій підживлення ґрунту

Закриті споруди ґрунту можна поділити на утеплений ґрунт, парники та теплиці [1].

Основна мета сучасного агробізнесу полягає в збільшенні виробництва якісної і безпечної аграрної продукції для забезпечення потреб внутрішнього продовольчого ринку, розвитку можливостей імпортозаміщення по окремих товарних позиціях та росту експорту. Доволі суттєвою є залежність внутрішнього ринку від імпорту овочів. Міжнародний досвід переконливо доводить, що оптимально розв'язати цю проблему можливо шляхом пришвидшеного розвитку агропромислового виробництва на основі інноваційних технологій захищеного ґрунту. У світі за різними експертними оцінками площі під закритим ґрунтом для вирощування сільськогосподарських культур складають близько 0,5–0,7 млн га та продовжують щорічно зростати.

Водночас нині за даними досліджень та аналізу державної статистичної інформації загальна площа захищеного ґрунту в усіх категоріях господарств України становить майже 7069,8 га, з яких у господарствах населення розміщено 6694,6 га, або 95% від усієї їх площі, а на підприємствах різних організаційно-правових форм — 2 га, зокрема у фермерських господарствах близько 12,3 га (рис.

1). Це досить небагато, враховуючи наявний значний ресурсний потенціал, ринки збуту та зростання попиту [2].

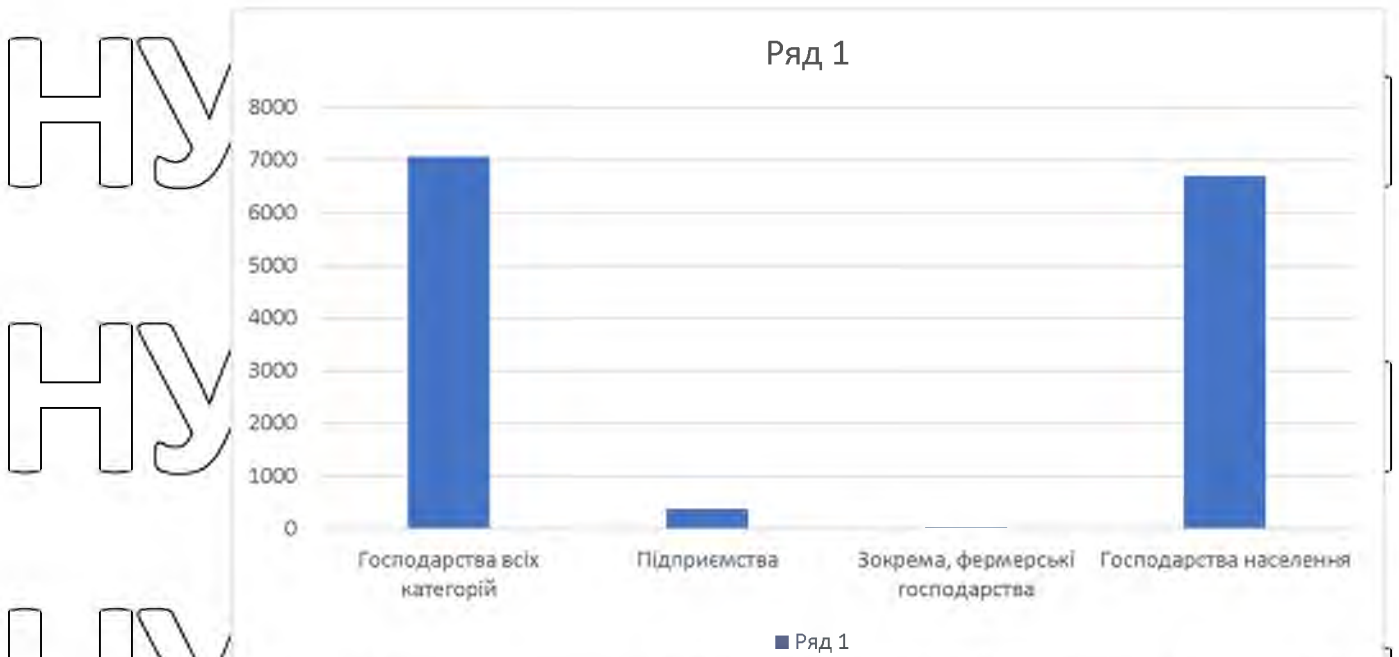


Рис. 1.1. Розподілення різних категорій господарств за площею захищеного ґрунту, яка використовувалась для виробництва продукції рослинництва у 2020 році

Замістити втрачене тепличне виробництво овочів півдня можна лише частково, вважає Хорев, і покрити «нестачу» можливо тільки у перехідні сезони – з середини весни до середини осені. Нові плівкові теплиці трошки зменшать залежність держави від імпорту і розширять місцевий сезон.

Причини таких перспектив очевидні. Найбільші обсяги виробництва овочів у плівкових теплицях були у нині окупованому Придніпровському економічному районі Запорізької області [3].

В умовах закритого ґрунту всі фактори, що впливають на ріст та розвиток рослин є абсолютно контрольованими. Для кожного виду рослин підбрано оптимальні параметри мікроклімату і алгоритм дій у різних ситуаціях. Відповідно, і урожай можна зібрати максимально можливий. Проте рослина – це живий організм. Ось чому різні комбінації контрольованих факторів по-різному впливають на її ріст і розвиток [4].

В закритому ґрунті (теплицях, парниках, оранжереях), порівняно з відкритим, підвищуються температура, вологість повітря та ґрунту, дешо

зменшується освітленість, збільшується вміст вуглекислого газу в повітрі. Вони значною мірою захищають рослини від несприятливих метеорологічних факторів (весняних заморозків, посухи та ін.), створюють кращі умови для ефективного регулювання водного та поживного режимів субстрату [5].

Закритий ґрунт являє собою теплиці і оранжереї, в яких вирощують теплолюбні рослини. У теплицях - сільськогосподарські, в оранжереях - фрукти, декоративні види і квіти. Поняття "закритий ґрунт" не ідком коректне, оскільки іноді під ґрунтом передбачають мінеральні розчини. Цей спосіб ще називають гідропонікою. Є кілька типів закритого ґрунту - від теплиць (парників) на дачних ділянках до промислових оранжерей, які оснащені потужними лампами освітлення, штучним підігрівом [6].

Утеплений ґрунт - це земля, яка може бути опалювальною або неопалювальною і використовується для вирощування розсади та ранніх овочів.

До неопалюваних ділянок відносяться невеликі плівкові накриття або переносні накриття з соломи, шпагату або плівки, які використовуються для захисту посівів вночі або в холодну погоду. Єдиним джерелом тепла є сонячна енергія. Джерелами тепла для обігріву ґрунту можуть бути сонячна енергія, біопаливо (свіжий гній, рослинні відходи), гаряча вода або електроенергія.

Парник - це приміщення зі скляними стінами або обтягнуте плівкою для вирощування ранньої розсади, швидкозростаючих овочів і фруктів.

Зрештою, парник - це те саме, що теплиця, але в ній не можна ходити.

Однак цієї невеликої висоти достатньо для того, щоб рослини дали гарний урожай.

Якщо парник переносний, його можна використовувати цілий рік. Його потрібно лише час від часу переміщати. Конструктивно парник - це або яма з дерев'яним чи залізобетонним покриттям, або коробка, накрита скляною рамою чи поліетиленовою плівкою. Опалення може бути сонячним, біопаливом або різними системами обігріву.

Теплиці - це невеликі каркасні споруди, повністю або частково заглиблені в землю, накриті прозорим покриттям.

Теплиці призначені для вирощування розсади для вирощування у відкритому ґрунті або для виробництва швидкозростаючих овочів. Глибина 0,4-0,8 м завглибшки, 1,4 м завширшки, будь-якої довжини, виготовлені з дерева або бетону і вкриті скляним або плівковим каркасом. Ґрунт у теплиці нагрівається за допомогою сонячної енергії, біопалива, гарячої води або електрики. Останній спосіб найбільше підходить для автоматизації.

Теплиці – найсучасніший і технічно найбільш оснащений тип закритого ґрунту. Теплиці, які входять до складу тепличного комплексу або функціонують як самостійні споруди, можна розділити за *призначенням* (овочеві, квіткові, розсадні), *періодом експлуатації* (зимові, весняні) і способом вирощування (ґрунтові, субстратні), в залежності від агротехнічних вимог.

Теплиці також класифікуються як одноланкові (корпусні) і багатоланкові (блокові) за своїми конструктивними характеристиками і як скляні, плівкові або скловолокнові за матеріалом покриття. Вони також можуть бути одношаровими або багатшаровими (баштовими), прозорими або непрозорими. За конструкцією даху теплиці можуть бути односхилими, двосхилими, неправильної форми або арочними.

Тепличні конструкції проектуються з урахуванням впливу зовнішніх кліматичних факторів мінімальної середньодобової температури, вітрових і снігових навантажень (добового снігонакопичення) та сейсмічної активності на ділянці будівництва. На сьогодні розроблені типові проекти теплиць для кожної кліматичної зони (додаток А).

Для вирощування грибів в теплицях використовують різноманітні добрива.

Добриво – це речовина або суміш речовин, що вносяться в ґрунт для забезпечення рослин поживними речовинами, необхідними для їх нормального росту і розвитку. Добрива можуть бути органічними або мінеральними.

Добрива класифікуються за такими *критеріями* [7]:

- *за властивостями* – за гігроскопічністю (здатністю вбирати вологу), розсіюваністю, злежалістю;

• *за способом внесення* – суцільного внесення, рядкового внесення і внесення з поливом водою;

• *за призначенням* – основне внесення (перед сівкою, лущенням, культивуацією), припосівне (одночасно з сівбою або садінням), підкормка в різні періоди росту і розвитку рослин.

Технологічний процес підготовки і внесення добрив поєднує в собі три складові (рис. 1.1). Кожна з цих складових є важливою, але вони взаємопов'язані, але технологічний процес слід розглядувати в наступній послідовності: технологія, комплекс машин, а потім організацію робіт [8].



Рисунок 1.2. Технологічний процес підготовки і внесення добрив

Ефективність добрив значною мірою залежить від правильного поєднання методів внесення добрив. До методів внесення добрив відносяться:

- Суцільне внесення добрив;
- Лінійне внесення добрив;
- Зрошувальне внесення добрив.

Суцільне внесення добрив - метод досить простий технологічно та не вимагає сновлення агрегатів у господарстві. Добрива можна вносити під передпосівну культивуацію, борошування тощо [9]. Найчастіше таким методом вносять лише азот і сірку.

Лінійне внесення добрив - метод внесення добрив під час посіву або посадки. Мета передпосадкового внесення добрив – забезпечити рослину поживними речовинами, необхідними для подальшого росту, на ранніх стадіях.

Зрошувальне внесення добрив – до внесення рідких добрив на полі необхідно приступати через 15 хвилин після початку зрошення. Процедура триває близько півгодини, після чого рекомендується продовжити краплинний полив ще 25-30 хвилин. Це дозволить повністю видалити залишки добрив із трубок [10].

При внесенні органічних і мінеральних добрив змінюється кількість і співвідношення поживних речовин у ґрунті, особливо фосфору. Щоб визначити стан використання добрив у господарстві та напрямок змін у ґрунті в зв'язку з урожайністю культур, баланс поживних речовин у землеробстві господарства необхідно вивчати в динаміці за тривалі періоди. Балансовими розрахунками за декілька років можна встановити, як змінюються окремі надходження, визначити їх частку в загальному балансі [11].

Для організації правильного зберігання, транспортування, змішування та внесення мінеральних добрив необхідно знати їх основні фізико-хімічні та механічні властивості, що визначають (поряд з вмістом діючої речовини) якість поставлених сільському господарству добрив. Державним стандартом (ДОСТ) і технічними умовами (ТУ), що розробляються з урахуванням особливостей виробництва на окремих заводах і якості сировини для кожного промислового добрива передбачається мінімальний вміст діючої речовини та максимальний вміст води і шкідливих домішок для рослин, регламентуються основні показники фізико-хімічних і механічних властивостей добрив. Відповідність вимогам стандарту добрив, що поставляються сільському господарству, контролюється за допомогою стандартних методів безпосередньо на хімічних заводах і в спеціалізованих підрозділах агрохімслужби [12].

Система удобрення – це комплекс агрономічних та організаційних заходів щодо раціонального використання добрив з метою підвищення родючості ґрунту, урожаю сільськогосподарських культур, поліпшення якості продукції та підвищення продуктивності праці в господарстві [13].

Залежно від призначення розрізняють такі способи внесення добрив:

- Основне внесення добрив (перед посівом)

- Передпосівне (послідовне);
- Підживлення (після посіву).

Основне (передпосівне) внесення добрив – це процес, коли добрива висіваються на поверхню ґрунту і вносять в ґрунт безпосередньо під час основного обробітку. При глибокому обробітку ґрунту добрива вносяться у вологий шар ґрунту, оскільки метою є забезпечення рослин поживними речовинами протягом вегетаційного періоду.

При поверхневому обробітку ґрунту добрива вносяться глибоко у вологий шар ґрунту (на глибину 15-18 см).

У всіх зонах вирощування всіх культур органічні добрива змішують з основним добривом і вносять під основний обробіток ґрунту.

Передпосівне внесення добрив – це внесення добрив близько до рядків і гнізд під час посіву. Його основна роль полягає в поліпшенні поживного статусу рослин на початку вегетації, коли коренева система ще не повністю розвинена. У цей період рослини дуже чутливі до нестачі легкодоступних поживних речовин, особливо фосфору. З цієї причини в рядки зазвичай вносять гранульовані складні добрива, такі як гранульований суперфосфат або нітрат фосфору. Добрива вносять одночасно з посівом, на 3-4 см уздовж рядків і на відстані 5-6 см від глибини загорання насіння.

Підживлення – це внесення добрив протягом вегетаційного періоду для збільшення поживних речовин у певні періоди розвитку.

Підживлення проводиться під час вегетаційного періоду та має на меті підвищення якості сільськогосподарської продукції. Воно доповнює та покращує дію основного внесення добрив [14]. Основні види підживлення:

- коренева;
- позакоренева;
- фертигація;
- гідроніка.

Фертигація (або внесення добрив з поливною водою) має такі переваги

[15]:

- елементи живлення та вода подаються близько до кореневої зони, що забезпечує кращу адсорбцію їх культурами;

- врожайність культур може підвищуватись на 25–50% завдяки збалансованій подачі елементів живлення та ефективному водопостачанню;

- ефективність використання добрив за умов фертигації становить 80-90%, що забезпечує економію як мінімум 25% елементів живлення, що втрачаються при інших способах внесення;

- поряд із економією добрив і водних ресурсів знижуються також затрати часу, робочої сили та енергії для виробництва однакової кількості продукції порівняно із традиційним способом внесення добрив.

Гідропоніка – це мистецтво вирощування рослин у воді. «Гідропоніка» - від грецького «гідро-вода» та «пронос-робота». Концепцію вирощування цим методом було відкрито заново в 1930-ті в Університеті Берклі (Каліфорнія) доктором Геріке, хоча гідропоніку використовували ще в давні часи [16].

Залежно від технічних засобів, що використовуються для підготовки та внесення добрив, змішувача, типу спеціального транспортного засобу та відстані транспортування добрив зі сховища або бурта на поле, застосовуються різні схеми технології внесення добрив.

Загалом, процес внесення добрив включає зберігання, змішування (за необхідності), транспортування, розвантаження та внесення добрив.

Технологічні схеми внесення добрив включають методи прямого посіву, переважувальний спосіб та трансферний спосіб.

При методі *прямого посіву* добрива транспортуються і вносяться однією машиною. Цей спосіб підходить, коли розмір поля великий, а відстань від складу до поля не перевищує 1,5-3 км. Цей метод не вимагає додаткового завантаження

або транспортних засобів і зменшує втрати добрив та простої машин з організаційних причин.

При *перевантажувальному* способі добриво перевозиться зі сховища на поле і в полі перевантажується в розкидач. Для цього методу використовуються спеціальні транспортні засоби, такі як ГАЗ-САЗ-3502, ЗСА-40, МТП-13 (шасі КамаЗ-5410) і МТП-10 (шасі ЗІЛ-130). Цей спосіб внесення добрив використовується, коли поля великі і відстань від складу до поля становить понад 5 км.

При *трансферному* способі, коли поля розкидані і невеликі, розкидач монтується на двовісний тракторний причіп і добрива завантажуються на складі. У полі причіп від'єднується, і добрива завантажуються в розкидач у міру необхідності. Залежно від виробничих умов, добрива можуть бути завантажені (наприклад, ДТ-75М+ПФП-1,2, Т-150+ПФП-2, МТЗ-80+ПФ-0,75), доставлені на поле і вивантажені на спеціально підготовленому краю поля. За допомогою трактора-навантажувача ці добрива просто завантажуються на розкидач для розпилення (наприклад, Т-150К+ПІТ-10; МТЗ-80+ПІТ-7,5; МТЗ-80+МТО-6; МТЗ-80+РОУ-6).

Технологічні властивості добрив включають в себе [17]:

- щільність;
- розміри гранул;
- сипкість;
- розсіюваність;
- в'язкість;
- злежуваність;
- гігроскопічність.

Ефективність існуючих технологій підживлення ґрунту можна оцінити за такими показниками:

- **Економічність** – витрати на внесення добрив в розрахунку на одиницю продукції;

- **Екологічність** – вплив на навколишнє середовище;
- **Продуктивність** – врожайність сільськогосподарських культур;
- **Якість продукції** – поживні якості продукції.

Ручне підживлення ґрунту є найменш ефективним способом, оскільки є трудомістким і вимагає значних затрат праці. Крім того, при ручному підживленні ґрунту не завжди забезпечується рівномірний розподіл добрив, що може призвести до зниження врожайності.

Механічне підживлення ґрунту є більш ефективним, ніж ручне, оскільки дозволяє механізувати процес внесення добрив. При механічному підживленні ґрунту забезпечується рівномірний розподіл добрив, що підвищує врожайність.

Автоматизоване підживлення ґрунту є найбільш ефективним способом, оскільки дозволяє повністю автоматизувати процес внесення добрив. При автоматизованому підживленні ґрунту забезпечується точний контроль кількості і частоти внесення добрив, що дозволяє отримати максимальну врожайність і якість продукції.

***Крапельний полив** є найбільш ефективним способом доставки добрив до рослин. При крапельному поливі добрива вносяться безпосередньо в зону коренів рослин, що забезпечує їх максимальне засвоєння.*

Серед основних переваг можна виділити:

- 1) Відпадає необхідність постійного поливу городу (можливість знаходитись в межах міста і бути спокійним за свої посадки);
- 2) Рівномірний полив в корінь, що є важливою умовою отримання хорошого врожаю;
- 3) **Економічна виграта води.** Але він не тільки економічний, але й дуже важливий при зростанні рослин в потрібне місце, в потрібний час доставляються потрібну кількість води.

Ці плюси і зробили цю систему дуже популярною.

***Поверхневий полив** є менш ефективним, ніж крапельний, оскільки добрива можуть бути вимити з ґрунту. Найпоширеніший спосіб поливу, суть*

якого - у розподілі води по поверхні ґрунту. Волога поступово вбирається, рівномірно зволожуючи ділянку.

Вода не потрапляє на вегетативну частину рослин, завдяки цьому на листках не утворюються опіки, не поширюються грибкові та бактеріальні інфекції [18].

Аеральний полив є найбільш ефективним способом доставки добрив до рослин в умовах закритого ґрунту. При аеральному поливі добрива вносяться в повітряний потік, який розподіляє їх по всій площі теплиці.

Найбільш ефективними технологіями підживлення є автоматизоване підживлення ґрунту і крапельний полив. Ці технології дозволяють забезпечити рівномірний розподіл добрив в ґрунті, а також точний контроль кількості і частоти внесення добрив. Це дозволяє отримати максимальну врожайність і якість продукції.

1.2 Огляд існуючих систем керування підживленням ґрунту

На сьогоднішній день для підживлення посівів українські господарства використовують як тверді (гранульовані), так і рідкі мінеральні добрива – КАС (карбамідно-аміачну суміш), РКД (рідкі комплексні добрива), аміачну воду тощо, які вносять внутрішньо ґрунтово, без посередньо в прикореневу зону рослин.

Системи керування підживленням ґрунту (СКПГ) призначені для автоматизації процесу внесення добрив.

Оскільки мікроклімат у теплиці залежить від зовнішніх [19] (вологість повітря, зовнішня температура, сила вітру, сонячне освітлення), експлуатаційних (маса повітря, маса ґрунту) і конструкторських факторів впливу [20], характеризується незадовільною динамікою і нестабільністю параметрів ГІІ, то на етапі проектування системи досить складно вибрати єдиний критерій керування [21]. Враховуючи всі ці збурюючі фактори, було поставлено завдання охопити всі етапи інтеграції процесів теплиці і, таким чином, дати можливість малозабезпеченим тепличним господарствам реалізувати інноваційні проекти

[22], тим самим зменшити витрати на виробництво сільськогосподарської продукції.

Враховуючи складність процесу оптимізації мікроклімату [23], для реалізації мети було знайдено комплексний підхід, який дає можливість одночасно стежити за всіма показниками мікроклімату приміщень закритого ґрунту, адже продуктивність залежить від збалансованості всіх процесів. Таким чином, у лабораторії «Електротехнології» було розроблено і виготовлено систему автоматичного керування технологічними процесами теплиці, яка складається з пристрою, програмного забезпечення і включає комп'ютерну техніку.

Робота і керування розробленим та виготовленим пристроєм автоматичного регулювання, що забезпечує необхідну точність параметрів мікроклімату захищеного ґрунту, базуються на застосуванні апаратно-обчислювальної платформи Arduino.

СКПГ дозволяють забезпечити рівномірний розподіл добрив в ґрунті, а також точний контроль кількості і частоти внесення добрив. Це дозволяє отримати максимальну врожайність і якість продукції. СКПГ можна класифікувати за такими ознаками:

За способом управління СКПГ поділяють на:

1. ручні
2. автоматизовані

Ручні системи керування. Системи, які не використовують автоматику для управління дозуванням добрив. Замість цього, дозування добрив здійснюється вручну оператором. Ручні системи керування підживлення ґрунту мають ряд переваг, зокрема низька вартість та проста конструкція. Однак, ручні системи керування підживлення ґрунту також мають ряд недоліків, зокрема:

- неточність;
- висока трудомісткість;
- значний ризик помилок.

Ручні системи керування підживлення ґрунту можуть бути хорошим варіантом для невеликих ділянок або для фермерів з обмеженим бюджетом. Однак, вони менш точні і трудомісткі, ніж автоматизовані системи.

Автоматичне управління зрошенням в ангарних теплицях за допомогою обладнання УТ-12 здійснюється окремо в нижній і верхній зрошувальних системах. З нижньої системи труб подається поливна вода, при цьому нижня система труб також використовується для подачі розчину мінеральних добрив. Зрошувальні труби можуть бути встановлені на висоті 0-2,2 м.

Зрошувальна вода розподіляється по групах труб за допомогою електромагнітних клапанів. Кожна теплиця має групу клапанів, які відкриваються по черзі, наприклад, 2-4 хвилини в одній теплиці і 2-4 хвилини в іншій теплиці.

Зволоження повітря всередині теплиці відбувається при короткочасному (10-30 секунд) відкритті клапанів в системі верхнього зрошувального трубопроводу. Висота системи верхнього зрошення при цьому не змінюється. Вода, яка використовується для поливу і зволоження, попередньо підігривається до заданої температури.

Система автоматичного регулювання температури поливної води розташована в шафі ШУЗ, а в четвертій шафі розміщено обладнання для управління насосом і регулювальним клапаном КП. Механізм роботи виглядає наступним чином (рис. 1.2).

Датчик температури поливної води ВК₂ і датчик R₁ температури в діапазоні від 0 до 40 °С приєднують до блоку регулюючого приладу БРП₁. При відхиленні температури від заданому на $\pm 1^\circ$ спрацьовують відповідні граничні елементи в блоці БРП₂ і включається реле КV₁ чи КV₂. При зниженні температури на 1° включається реле КV₁, що викликає спрацьовування виконавчого механізму ВМ, що збільшує через регулюючий клапан КР впуск гарячої води у підігрівник поливної води ППВ. При підвищенні температури на 1° включається реле КV₂, що подає сигнал до ВМ на зменшення пропуску води, що гріє, через регулювальний клапан. Для виключення перегулювання при зміні відкриття виконавчого

механізму застосовують імпульсний переривник — генератор імпульсів БД1 і реле KV_3 . На реле KV_3 від блоку БД1 надходять через кожні 20 с імпульси з установленої при налагодженні тривалістю від 1 до 10 с. Зм на впуску води, що гріє, відбувається короткочасно тільки при замкненому положенні контактів реле KV_3 і KV_1 чи KV_2 , що виключає перегулювання температури через інерційність ППВ. Логометр Р за допомогою датчика ВК1 вимірює температуру поливної води й обмежує її максимальне значення і випадку виникнення аварійної ситуації.

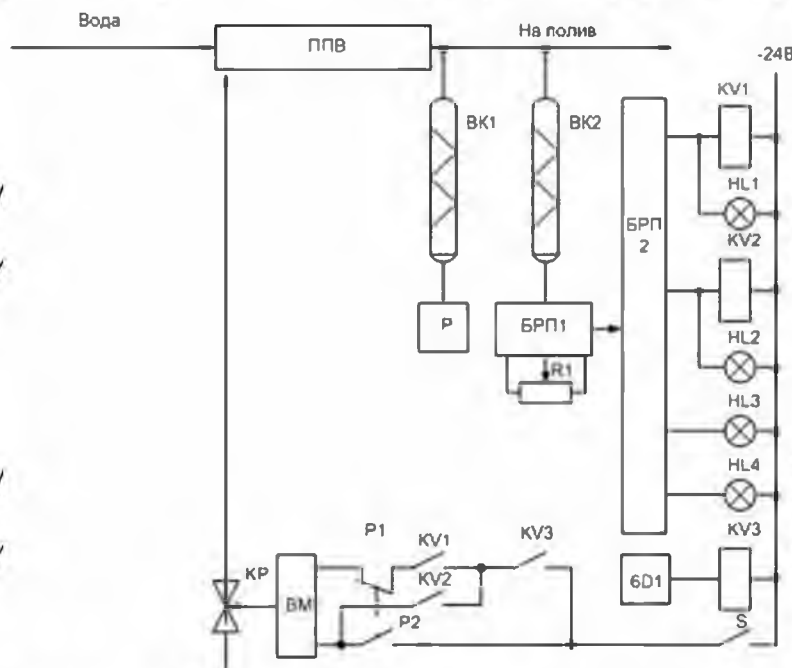


Рисунок 1.3. Принципова схема регулювання температури поливної води.

При досягненні максимально допустимого значення температури води логометр розмикає контакти P_1 і замикає контакти P_2 , що викликає форсоване закриття регулюючого клапана КР. Потім при зниженні температури води до встановленого значення контакти логометра повертаються у вихідне положення і вводять у роботу систему регулювання температури води. Сигнальні лампи показують наступне: HL_1 — температура води менше заданої, HL_2 — більше заданої, HL_3 — обрив і HL_4 — коротке замикання в колі датчиків.

За способом контролю СКПГ поділяють на.:

- 1) традиційні
- 2) інтелектуальні

Традиційні СКПГ використовують прості алгоритми управління. Традиційні СКПГ не враховують такі фактори, як стан ґрунту, стан рослин, погодні умови. Традиційні СКПГ є менш ефективними, ніж інтелектуальні.

Інтелектуальні СКПГ використовують складні алгоритми управління, які враховують наприклад, такий фактор, як стан ґрунту. Інтелектуальні СКПГ є більш ефективними, ніж традиційні.

Основними елементами СКПГ є:

- **Контролер** – відповідає за управління процесом внесення добрив.
- **Датчики** – вимірюють такі параметри, як вологість ґрунту, температура, вміст поживних речовин у ґрунті, стан рослин.
- **Активні елементи** – забезпечують внесення добрив в ґрунт, наприклад, крапельні лінії, форсунки, розсилювачі.

СКПГ мають такі переваги:

- *Підвищена ефективність* – СКПГ дозволяють забезпечити рівномірний розподіл добрив в ґрунті, а також точний контроль кількості і частоти внесення добрив.
- *Зменшення затрат праці* – СКПГ автоматизують процес внесення добрив, що дозволяє зменшити затрати праці.
- *Підвищення безпеки* – СКПГ зменшують ризик забруднення навколишнього середовища.

СКПГ мають такі недоліки:

- *Висока вартість* – СКПГ є більш дорогими, ніж традиційні методи внесення добрив.
- *Необхідність кваліфікованого персоналу* – для обслуговування СКПГ необхідний кваліфікований персонал.

Розвиток СКПГ спрямований на підвищення їх ефективності, економічності та екологічності. В цьому напрямку проводяться дослідження з розробки нових алгоритмів управління, а також з використанням біологічних добрив. В останні роки розробляються нові алгоритми управління СКПГ, які

враховують такі фактори, як прогноз погоди, стан ґрунту, стан рослин. Це дозволяє підвищити ефективність СКПГ.

СКПГ є ефективним способом внесення добрив. СКПГ дозволяють забезпечити рівномірний розподіл добрив в ґрунті, а також точний контроль кількості і частоти внесення добрив. Це дозволяє отримати максимальну врожайність і якість продукції.

1.3 Аналіз ефективності існуючих технологій і систем підживлення

ґрунту

Ґрунт є основним інструментом сільськогосподарського виробництва та джерелом продуктів харчування. Соціальний та економічний добробут нашої країни нерозривно пов'язаний з ґрунтом. Основне призначення сільськогосподарських земель - вирощування на них сільськогосподарських культур. Розмір врожаю за однакових кліматичних та економічних умов і стандартних витрат визначається родючістю ґрунту, з якого складається земельна ділянка.

В процесі урбанізації щорічно вилучаються із використання найбільш продуктивні в сільськогосподарському плані землі. Продовжується тенденція легковажного ставлення до раціонального використання ґрунтів: значні площі земель зайняті під звалищами, смітниками, відвалами, забруднені пестицидами, мають високу концентрацію неорганічних відходів, тоді як вміст органічних речовин у ґрунті знижується, що призводить до зменшення врожайності сільськогосподарських культур, що в перспективі може призвести до нестачі виробництва екологічно чистих продуктів харчування. Все це зумовлює необхідність подальших наукових досліджень в плані усунення причин і наслідків забруднень та продуктивного і раціонального використання відновленої родючості ґрунтів [24].

Україна є однією з країн з найвищою якістю ґрунтів у світі. На її території розташовано близько 8 відсотків світових запасів чорноземів та інших родючих ґрунтів. На землю припадає понад 40% виробничого потенціалу України.

Завдяки земельним ресурсам аграрний сектор виробляє близько 95% продовольства та понад 60% споживчих товарів. Це пов'язано з надзвичайно високим рівнем розвитку сільського господарства та розораності території України. Жодна інша країна Європи не має такої ситуації. Коли люди займаються сільським господарством, вони вивозять з полів вирощену біомасу, тим самим порушуючи малі біологічні цикли речовин. Це порушує екологічний баланс ґрунту і призводить до втрати органічної речовини. Ці втрати негативно впливають на всі режими ґрунту, включаючи поживні речовини, воду, повітря, тепло і здоров'я рослин. Умови росту рослин погіршуються, а врожайність знижується [25].

Високе антропогенне навантаження та інтенсивне сільськогосподарське використання протягом тривалого часу, часто нерациональне, спричиняють значні зміни у складі, властивостях та формуванні орних ґрунтів. Якість ґрунтів покращується шляхом внесення органічних і мінеральних добрив.

Родючість ґрунту – це результат розвитку природного ґрунтоутворення, а також окультурення ґрунту при його сільськогосподарському використанні. До факторів родючості ґрунту слід віднести елементи зольного та азотного живлення, воду, повітря і частково тепло – так звані земні умови росту і розвитку рослин [26].

Застосування добрив завжди відіграло центральну роль у комплексних заходах з підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Добрива мають найбільший вплив на формування кругобігу поживних речовин та енергії в ґрунті, агроекологічний стан земель та якість сільськогосподарської продукції.

Добрива та меліоранти є одним з найефективніших способів відновлення родючості ґрунтів і мають значний вплив на агроекологічний стан та агрохімічні показники при сільськогосподарському використанні орних земель.

Найважливішим фактором управління кругообігом поживних речовин у сільському господарстві є науково обґрунтоване внесення добрив, тобто таке, що враховує конкретні умови, за яких добрива є найбільш ефективними.

Наука показує, що для вирощування сільськогосподарських культур з високими врожайми необхідно вносити в ґрунт набагато більше основних поживних речовин, ніж рослини, які використовуються для формування врожаю. Наприклад, значна частина фосфору, що вноситься з добривами, зв'язується в ґрунті в нерозчинні сполуки. Рослини, які вносять суперфосфат, поглинають лише чверть фосфору протягом року. Калійні добрива можуть фіксуватися в ґрунті і не засвоюватися рослинами. Кількість азоту, що повертається в ґрунт, може бути меншою, ніж кількість поглинутого. Це пов'язано з тим, що певна кількість азоту в ґрунті осідає під час опадів і фіксується з атмосфери ризобіями бобових та вільноживучими мікроорганізмами (коаліційна фіксація). Тому, якщо втрата поживних речовин з урожаєм не компенсується після внесення добрив або з інших джерел, ґрунт буде все більше виснажуватися, а врожайність знижуватися.

Тому внесення добрив під сільськогосподарські культури є важливою частиною комплексу заходів, спрямованих на підтримку повного кругообігу поживних речовин у сільському господарстві. Застосування мінеральних і органічних добрив в основному покращує поживний режим ґрунту, підвищує вміст рухомих поживних речовин і їх загальне накопичення, викликає певні зміни в їх фракційному складі.

При використанні добрив органічних, до ґрунту повертаються лише ті поживні речовини, які вже були використані рослинами для формування врожаю. Але ця компенсація є неповною. Тому що компост не може повернути в ґрунт поживні речовини, що містяться в товарній продукції і вивозяться з ферми. Однак це не зменшує значення органічних добрив. Навпаки, там, де мінеральних добрив недостатньо, поживні речовини, що містяться в компості та інших органічних добривах, повинні повертатися в ґрунт на кожному господарстві. Це

найважливіший принцип культурного землеробства, якого слід дотримуватися незалежно від ґрунту, кліматичної зони чи спеціалізації господарства.

Тільки мінеральні добрива можуть забезпечити ґрунт поживними речовинами, необхідними рослинам. Мінеральні добрива використовують атмосферні запаси азоту, поклади апатитів і фосфатів, а також поклади калійних солей для формування врожаю. Поживні речовини мінеральних добрив, включені в сільськогосподарський цикл, потім багаторазово переробляються.

Важливим агроекологічним наслідком тривалого використання органічних і мінеральних добрив є зміна агрохімічних, фізико-хімічних та інших властивостей ґрунтів, що удобрюються. Оскільки більшість мінеральних добрив є фізіологічно кислими, вважається, що застосування систем мінерального удобрення часто супроводжується підкисленням ґрунту і зниженням рН ґрунтового розчину.

Негативний вплив мінеральних добрив на фізико-хімічні показники може бути нейтралізований застосуванням органічних добрив в органічних або органо-неорганічних системах удобрення. Наприклад, тривале використання мінеральних добрив призводить до підкислення, тоді як систематичне внесення органічних добрив може сприяти розкисленню темно-сірих ґрунтів, підвищенню вмісту кальцію, магнію і калію та зниженню гідролітичної кислотності.

Правильне поєднання органічних і мінеральних добрив має важливе значення для підтримки бездефіцитного кругообігу поживних речовин на фермі.

Застосування рівних пропорцій компосту та мінеральних добрив має схожий вплив на врожайність, але при їх поєднанні в сівозміні рівень використання поживних речовин рослинами підвищується. Крім того, планове внесення добрив допомагає підтримувати постійний рівень органічної речовини в ґрунті та відновлювати баланс поживних речовин у ґрунті, порушений під час збирання врожаю.

Ступінь інтенсифікації сільського господарства та окультурення характеризує баланс основних поживних речовин у сільському господарстві

конкретного господарства, регіону, району чи країни. Баланс поживних речовин у сільському господарстві дозволяє вивчати поживні речовини, вивезені з ґрунту в результаті збору врожаю, і поживні речовини, що надходять у ґрунт з різних джерел, які потім можна систематично контролювати і цілеспрямовано покращувати ефективну родючість ґрунту шляхом внесення добрив, хімічних препаратів тощо.

Ефективність кожного способу внесення добрив залежить від таких факторів, як тип рослини, ґрунтово-кліматичні умови, розмір ділянки та бюджет.

Допосівний (або основне) внесення добрив – це внесення добрив у ґрунт перед посівом або посадкою рослин. Цей спосіб є найбільш поширеним, оскільки він дозволяє рівномірно розподілити добрива по всій ділянці. Серед переваг можемо виділити такі, як:

- рівномірний розподіл добрив по всій ділянці.
- зниження ризику вимивання добрив з ґрунту.
- зручність і простота внесення.

Проте в даному внесенні добрив є свої недоліки.

- неможливість внесення добрив в точній відповідності з потребами рослин;
- необхідність попереднього визначення потреби рослин у поживних речовинах.

Припосівний (в рядки, лунки) внесення добрив – це внесення добрив у ґрунт безпосередньо перед посівом або посадкою рослин. Цей спосіб дозволяє забезпечити рослини поживними речовинами в момент їх зростання та розвитку.

Переваги:

- точність внесення добрив;
- зменшення ризику вимивання добрив з ґрунту.

Недоліки:

- необхідність додаткових витрат на ручне внесення добрив;

• неможливість рівномірного розподілу добрив по всій ділянці.

НУБІП УКРАЇНИ

Післяпосівний (підживлення в період вегетації) внесення добрив – це внесення добрив у ґрунт протягом вегетаційного періоду рослин. Цей спосіб дозволяє вносити добрива в міру необхідності, в залежності від потреб рослин.

Переваги:

• зменшення ризику вимивання добрив з ґрунту;

• збереження врожаю в разі несприятливих погодних умов.

НУБІП УКРАЇНИ

Недоліки:

- необхідність додаткових витрат на ручне або механізоване внесення

добрив,

• неможливість рівномірного розподілу добрив по всій ділянці;

НУБІП УКРАЇНИ

Кожен спосіб внесення добрив має свої переваги та недоліки. Правильний вибір способу внесення добрив дозволяє підвищити ефективність використання

добрив і отримати високий урожай.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 2. Гриби, як об'єкт дослідження у вдосконаленні системи керування підживлення ґрунту

2.1 Процес вирощування грибів

Шампінйони або печериці є найпопулярнішими грибами у світі: понад 75% усіх вирощуваних грибів — саме печериці. Їх активно використовують для приготування страв у закладах громадського харчування й для домашнього споживання та закупають великі торговельні мережі для збуту населенню. Саме тому бізнес на шампінйонах є таким перспективним напрямком підприємництва в наш час. Попит на ці гриби стабільний, а їх вирощування не потребує особливих знань та інвестицій [27].

У природних умовах, гриби ростуть на відкритій місцевості: луках, полях, найбільш часто вони зустрічаються на місцях випасу худоби, поблизу фермерських господарств. Незалежно від місця зростання, ці пластинчасті гриби містять цінні мінерали і вітаміни. Смачний і корисний продукт ідеально підходить людям, що стежать за вагою, вегетаріанцям [28].

Бізнес по вирощуванню грибів - печериць, опеньків, глив – непоганий варіант додаткового заробітку. Цьому сприяють переваги цієї бізнес-ідеї [29]:

- гриби не вимагають постійної уваги: вирощуючи їх, ви не будете зайняті цілий день;
- в багатьох випадках для вирощування грибів не потрібні спеціальні знання і навички;
- матеріали, які використовуються, теж в більшості своїй найпростіші, а те, що може становити складність, можна закуповувати в уже готовому вигляді.

У сучасному агробізнесі печериці та інші гриби вирощують у промислових масштабах на сучасних високотехнологічних підприємствах з використанням новітніх технологій вирощування, збирання та логістики [30].

Використовуються новітні технології вирощування, збирання та логістики. Промислове вирощування печериць здійснюється в спеціальних конструкціях (стелажах), розташованих в ізольованих будівлях заводу з виробництва печериць.

Однак вирощування може відбуватися і в інших місцях та спорудах:

- під землею, шахтах, кар'єрах:



Рисунок 2.1. Гриби в шахті

- підвалі:



Рисунок 2.2. Гриби в підвалі

- фруктосховища та овочесховища:

НУБІП України



Рисунок 2.3. Гриби шітаке, які вирощувались в овочесховищі

- овочеві теплиці (період осінь/зима):



Рисунок 2.4. Гриби печериці, які вирощувались в теплиці

- спеціальні зимові теплиці:



Рисунок 2.5. Гриби печериці, які вирощувались в зимовій теплиці

Отже, для вирощування їстівних грибів можна використовувати будь-яке приміщення, яке відповідає умовам, необхідним для росту і розвитку грибів.

Хоча цього достатньо для аматорського вирощування грибів, комерційне промислове виробництво має інші, більш жорсткі вимоги:

- Отримання прибутку;
- Економічний потенціал - повернення інвестицій;
- Висока якість продукції;
- Гігієнічні та епідеміологічні вимоги;
- Екологічні стандарти;

• Дотримуватись вимогам стандартів ДСТУ, (наприклад ДСТУ 7948:2015 Якість ґрунту. Проведення аналізів. Загальні вимоги).

ДСТУ 7948:2015 установлює класифікацію ґрунтів за ступенем і глибиною підлушення. Також стандарт застосовують центральні органи виконавчої влади з питань водного господарства, земельних ресурсів, аграрної політики, охорони навколишнього природного середовища, органи місцевого самоврядування, власники землі та землекористувачі під час визначання та контролювання якості ґрунтів, ступеня їх підлушення, придатності земель для різних способів використання, під час проведення моніторингу земель, інвентаризації та агрохімічної паспортизації земель і ґрунтово-сольової зйомки зрошуваних земель, розроблення проектів зрошувальних систем, їх реконструкції та модернізації, а також для створення ґрунтово-меліоративних баз даних.

ДСТУ 7948:2015 поширюється на лужні ґрунти в природних умовах, їх формування та підлушені внаслідок антропогенного впливу [31].

Отже підсумувавши вимоги можемо сказати, що багато методів вирощування грибів не підходять для промислового вирощування.

Наприклад, підземні приміщення, такі як кар'єри, шахти, катакомби, бомбосховища, бункери та підвали не можуть бути використані для вирощування грибів через низку недоліків, серед яких:

- дуже великі розміри;

низькі температури;
 • відсутність вентиляції та контролю температури.

Складна логістика та обмежене використання засобів для транспортування контейнерів з субстратами та дезінфекції приміщень ускладнюють вжиття запобіжних заходів та проведення робіт.

Тому при виборі підвалу для вирощування грибів слід враховувати наступне:

- температурний режим (якщо взимку температура опускається до 10°C, а влітку не піднімається вище 20°C, такі приміщення можна

використовувати для цілорічного вирощування (стівних грибів);

- планування логістики та облаштування технічних ліній.

Проблему підтримки мікрокліматичних умов можна вирішити, обладнавши приміщення додатковими системами вентиляції та кондиціонування, а також опалення.

Взимку підземні приміщення можуть вентилуватися природним чином. Наземні приміщення: сховища для зберігання фруктів і овочів зі штучним охолодженням, такі як сараї, хліви, скляні та плівкові теплиці. Умови утримання такі ж самі. У разі цілорічного комерційного вирощування олії, підготовка

субстрату, укріття та вирощування грибів здійснюється у спеціальних будівлях.

Виробничі потужності включають

- інженерні комунікації - електропостачання, водопостачання, резервні резервуари, опалювальні та очисні споруди;

- системи автоматизації та управління;
- бункери для зберігання субстрату;
- цехи підготовки субстрату
- цехи підготовки матеріалів для нанесення покриттів

- грибна кімната – приміщення для безпосереднього вирощування грибів;

- необхідні побутові приміщення;
- допоміжні технічні приміщення;
- системи сортування та пакування;
- зберігання готової продукції;
- системи транспортної логістики;
- заводи з переробки продукції.

Технологічний процес включає перелік основних і допоміжних технічних завдань, які визначають належну послідовність у циклі вирощування їстівних грибів. Схема передбачає варіанти використання різних вихідних матеріалів для підготовки субстрату та різних методів і систем вирощування (контейнери, стелажі, поліетиленові пакети, пластикові ящики), які будуть застосовуватися в кожному конкретному випадку.

Загальна технологічна схема (рис. 2.6) є основою для розробки ланцюжка виробництва грибів для кожного виробника, враховуючи його місцеві можливості та типи приміщень, які він використовує.



Рисунок 2.6. Загальна технологічна схема виробництва грибів

Вирощування посадкового матеріалу (міцелію) відбувається в спеціалізованих лабораторіях і є самостійним виробництвом, яке включає процес селекції для отримання нових видів їстівних грибів, процес вирощування міцелію початкової та проміжної культури, а також міцелію, що виробляється для комерційних цілей.

Поживним середовищем для культивованої печериці слугує субстрат, що забезпечує необхідні умови росту і розвитку гриба, багатий поживними речовинами в доступній формі, запасом певної кількості води. Структура субстрату повинна забезпечувати хороший повітрообмін в масі, що дуже важливо для видалення газоподібних продуктів метаболізму гриба.

З практики грибовництва відомі *три типи субстрату* для культури печериці:

- *на основі гною з соломою* — натуральний субстрат;
- *на основі соломи злакових культур з додаванням гною* — напівсинтетичний субстрат;
- *на основі соломи злакових культур з додаванням органічних азотовмісних матеріалів* (курячий послід та інші) — синтетичний субстрат.

Обов'язковим компонентом для всіх видів субстрату є садовий гіпс (алебастр) — мінерал, гідросульфат кальцію, різновид гіпсу, хімічна формула: $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.



Рисунок 2.7. Алебастр

Кращим є традиційний субстрат, який готують зі свіжого соломистого кінського гною, що одержують у разі стійлового утримання коней. Однак склад кінського гною сильно варіює залежно від якості кормів і раціону годування.

Вміст основних елементів у такому гної копивається в наступних межах (в % на суху речовину):

- азот (N) — 0,32 — 0,84
- фосфор (P_2O_5 – фосфор (V) оксид) — 0,18-0,68
- калій (K_2O – калій оксид) — 0,23-0,80

Зважаючи на ці особливості до гною додають різні азотозмісні матеріали:

- курячий послід;
- солодові паростки;
- пшону дробину;
- бавовниковий шрот;
- мінеральні добрива — карбамід, сульфат амонію, аміачну селітру.

Королівські печериці — порівняно новий на ринку продукт. Але він уже зайняв свою нішу і має високий попит. Технологія вирощування королівських

печериць практично нічим не відрізняється від технології виробництва звичайних печериць

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ



НУБІП УКРАЇНИ

Рисунок 2.8. Королівські печериці

У грибівництві в різних країнах світу користуються різною рецептурою приготування субстрату залежно від місцевих можливостей:

НУБІП УКРАЇНИ

1. субстрат на злаковій основі I:

1000 кг роздробленої, висушеної на повітрі соломи (рис або пшениця); 6000-800 кг бройлерного курячого посліду (N = 3%, вологість 95%); гіпс 50-65 кг з додаванням 4000-4500 л води. Вихід готового субстрату 3 тонни (з вмістом N =

2%);

НУБІП УКРАЇНИ

2. субстрат на злаковій основі II:

1000 кг повітряно-сухої соломи (рис або пшениця); 200 кг пшениці, ріпаку, сої або бавовняного насіння; 25 кг або 500 кг сульфату амонію; 20 кг CaCO₃);

3. субстрат на рисовій соломі або кукурудзяних стеблах:

НУБІП УКРАЇНИ

500 кг повітряно-сухої рисової соломи, 500 кг кукурудзяних стебел, 200 кг рисових висівок, сої, ріпаку або бавовняного насіння, 300-400 кг птичиного посліду, 40-50 кг гіпсу, 4000 л води. Вихід субстрату — 2,5 тони;

4. субстрат на основі цукрової тростини:

НУБІП УКРАЇНИ

1000 кг роздробленого повітряно-сухого очерету, 500 кг птичиного посліду, 100 кг рисових висівок, 100 кг карбаміду (або 20 кг сульфату амонію + 10 кг

CaCO₃), 25 кг гіпсу. Тривалість компостування маси збільшується на 1 тиждень через структури тростини;

5. субстрат для вирощування печериць:

Незалежно від його складу повинен мати: вологість 66-68%, муаровий колір з блакитно-білими плямами актиноміцетів, але не клейкий, солома повинна бути тьмяною, короткою, темно-коричневого кольору. Реакція середовища (рН водної суспензії) — близько 7,5, вміст загального азоту (на суху речовину) — 1,8-2,3%.

Перед приготуванням субстрату розраховують кількісне співвідношення вихідних матеріалів в сухій речовині з урахуванням їх фактичної вологості.

У більшості промислових грибовницьких комплексів субстрат готується на основі соломи злакових культур і бройлерного посліду в співвідношенні 1:0,85:1.

Вміст фосфору і калію в суміші вихідних матеріалів розраховують за аналогічною методикою. Практика показує, що цими речовинами субстрат забезпечений в достатній кількості.

Після визначення співвідношення вихідних матеріалів розраховують потребу в них для культивацийного приміщення. Водночас треба враховувати, що орієнтовно витрата субстрату на 1 м² корисної площі вирощування становить 100-

120 кг, вихід субстрату з вологістю 70% залишає 0,9-1 т на 1 т гною у разі його приготування з соломистого кінського гною, а синтетичного субстрату — 2,5-2,8 т на 1 т повітряно-сухої соломи з добавками.

2.2 Система заходів щодо захисту від шкідників і хвороб

Інтегрована боротьба з шкідниками і хворобами культивованих їстівних грибів потребує комплексу заходів.

Санітарно-гігієнічні заходи для захисту печериць, спрямовані на блокування джерел і способів поширення шкідників і збудників хвороб, основані на дотриманні загальних вимог гігієни під час вирощування грибів:

1. застосування фільтрів для мікробіологічного очищення повітря в системі кондиціонування і своєчасна їх заміна;

2. використання чистого спецодягу під час виконання технологічних операцій, особливо під час садіння, міцелію, оправлення гряд, трамбування шару субстрату, насипання покривного матеріалу;

3. суворе обмеження ходьби з культивацийних приміщення в коридор, а також з одного приміщення в інше;

4. застосування спеціальних килимків біля всіх дверей і їх щоденна обробка дезінфікуючими засобами;

5. пастки для комах;

6. ретельне миття машин після закінчення операцій, а також дезінфекція машин, механізмів і ручного інвентарю перед початком роботи;

7. видалення з приміщення залишків субстрату, покривного матеріалу та інших відходів під час роботи і ретельне очищення та миття приміщення після закінчення роботи;

8. використання ємностей, що закриваються для збору відходів в період збору врожаю і після закінчення збору врожаю, негайне видалення відходів з території шампійонниці;

9. зберігання запасу покривного матеріалу (в культивацийних приміщенні) для підсипання тільки в закритих ємностях;

10. регулярна дезінфекція підлоги в камері, в яку буде завантажуватися субстрат;

11. утримання в чистоті зовнішньої території шампійонниці. На території не повинно бути відкритих каналів з водою скидною;

12. сучасний збір хворих плодових тіл з використанням дезінфікуючих засобів;

13. регулярне проведення профілактичних заходів щодо боротьби з шкідниками печериць, а також з комахами, які є переносниками захворювань;

НУБІП України

14. припинення культурообороту і ретельна дезінфекція приміщення у разі масового захворювання культури мікогонієм, вертициллезом, якщо застосовані способи боротьби неефективні.

Агротехнічні заходи захисту печериць ґрунтовані на суворому дотриманні технологічних режимів на всіх етапах виробничого циклу, оскільки внаслідок цього створюються умови для швидкого зростання і розвитку культури їстівного гриба, що підвищує її стійкість проти шкідників, хвороб, конкурентів.

Фізичні способи захисту грибів – пастеризація субстрату (термообробка) є ефективним способом захисту від багатьох збудників і шкідників. Режими пастеризації наводяться вище.

Біотехнічні способи захисту грибів – використання різних пасток для відлову імаго грибних мух і комариків.

Хімічні способи захисту грибів – список дозволених інсектицидів наведено. Все – проти грибних комариків.

Біологічні способи захисту грибів – застосування мікробіологічних препаратів у разі мало об'ємного виробництва.

2.3 Товарознавча характеристика свіжих та перероблених грибів

Гриби – це спорова рослина, яка годується органічними залишками мертвих рослин або за рахунок живих рослин. Залежно від способів харчування вони поділяються на:

- *сапрофіти* – харчуються залишками мертвих рослин (гний, перегній): сморчки, строчки, шампіньйони, дощовик та ін.;
- *симбіонти* – існують за рахунком живих рослин, обмінюючись з ними органічними та іншими речовинами: білий гриб, підосичник, моковик, рижик та ін.;
- *паразити* – харчуються речовинами живих рослин. До них відносяться опеньки та ін.

Їстівні гриби. Їстівні гриби дикорослі і культивовані (шампіньйони) є додатковим джерелом харчового білка. Хімічний склад їстівних грибів

коливається і залежить від виду, віку, умов вирощування, ґрунтів тощо. На відміну від плодів і овочів гриби не містять хлорофілу і білків. Замість клітковини вони мають азотисту речовину фунгін, який входить до складу оболонки клітини. Замість звичайного крохмалю гриби містять тваринний – глікоген, а також трегалозу і маніт [32].

В їстівних грибах міститься: азотистих речовин – 2-7%, з яких на білки припадає 80%, жирів – 0,2-0,9%, вуглеводів – 1,1-3,7%, мінеральних речовин – 0,4-1,0%, а також вітаміни А, В₂, С, РР, Д.

Умовно гриби поділяють на нижчі і вищі. У **нижчих грибів** гіфи не мають поперечних перегородок, і міцелій являє собою одну сильно розгалужену клітину. У **вищих грибів** гіфи поділені на клітини (**нитки грибниці багатоклітинні**), причому клітини можуть містити одне або декілька ядер [33].

Вищі гриби можуть формувати **плодові тіла**. Те, що ми в побуті називаємо «грибами», і є плодове тіло. Типове плодове тіло такого гриба складається з **шапки та ніжки**. З гіф утворені сама грибниця і плодове тіло, в якому утворюються спори.

Будову грибів зображено на рис. 2.9. Залежно від будови нижньої частини шапки гриби поділяють на губчасті (трубчасті), пластинчасті, сумчасті.

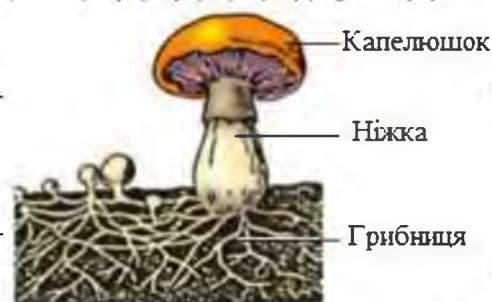


Рисунок 2.9. Будова грибів

Губчасті гриби. Нижня частина шапки цих грибів має тонькі трубочки, складені у губчасту тканину. До цієї групи відносять гриби: білий (боровик, піддубок, віїт), боровик жовтий, королівський, жовто-коричневий синцючий, дубовик або синяк, маслок звичайний і модриновий (бабка темна, козар),

підосичник (червоноголовець, бабка червона, чорниш), польський гриб або пісочник, моховик зелений жовто-бурий, різнокольоровий і козлик.



Рисунок 2.10. Представник губчастих грибів – білий гриб

Пластинчасті гриби. Мають нижню частину шапки у вигляді пластинок,

що радіально розходяться від ніжки. До цієї групи грибів відносять:

- сиротки (біла, золотиста, бурюча, гарна, білотна, коричнева, червоно-жовта, зелена велика, синьо-зелена, луската, червоно-пурпурова, рожева, чорна);
- грузді (справжній, червоно-коричневий, дубовий, ароматний, перцевий, сірий, сизий, осиновий, оливково-чорний, золотисто-жовтий, волосистий);
- вовнянку рожеву і білу;
- хрящ-молочник червоно-коричневий, перцевий, оливково-чорний і повстяний;
- трихолома (фіолетова, тополева, травнева, зелена, темно-сіра, червона, тополева кучна);
- опеньок справжній і літній; шампіньйон (звичайний, степовий, польовий, тротуарний);
- ризлик;
- валуй;

НУБІП Україна

- лисичку;
- свиннушку тонку;
- дощовик шипастий (грушовидний);
- порхавку гігантську; павутинник;

НУБІП Україна

- гливочку звичайну, яку називають також дуплянкою, плеврот черепитчастий;
- грибовик білий; їжовик шипуватий і жовтуватий (останній замість пластинок має шипики).



Рисунок 2.11. Представник пластинчатих грибів – сиріжка

Сумчасті гриби. Не мають вираженої шапки, виглядають як сумка. До цієї групи відносять гриби зморшок справжній і конічний, строчок, трюфель чорний літній.



Рисунок 2.12. Представник сумчастих грибів – трюфель чорний літній

За зарпковою цінністю їстівні гриби поділяють на чотири категорії:

перша категорія – це найбільш цінні гриби: білі, рижики, грузді справжні.

друга – маслюки, опеньки, грузді, підосичники, шампіньйони, вовнянки, дубовики, трюфеля.

третя – моховики, сиріжки, зморшки, грузді чорні, лисички.

четверта – сиріжки чорна і рожева, свинушки, їжовики, гливочки, зеленушки та ін.

Серед грибів зустрічаються дуже схожі на їстівні отруйні гриби, використання яких приводить до тяжких травлень зі смертним виходом.

Отруєння, навіть дуже важке, можуть викликати і самі цінні їстівні гриби, якщо використовуються перезрілі, несвіжі, з підвищеним вміщенням отруйних речовин (солі важких металів). До отруйних грибів відносяться бліда поганка, несправжній опеньок, сатанинський гриб, жовчний гриб, перечний гриб.

Отруєння отруйними грибами може мати різні наслідки: біль в животі, блювота, запаморочення, втрата свідомості, судоми і навіть летальний кінець. При будь-яких підозрах на отруєння грибами потрібно негайно звертатися до лікаря. Деякі гриби є смертельно небезпечними!



Рисунок 2.13. Представник отруйних грибів – бліда поганка

Біла поганка - найнебезпечніший гриб в українських лісах. Отруєння поганкою в більшості випадків смертельне. Якщо ви сумніваєтеся в тому, що гриб може виявитися поганкою - краще не беріть його.

Гриби ламкі укладають в корзини масою 1,5-2 кг, а з щільною м'якоттю – по 4-6 кг і закривають драпкою. Зберігають свіжі гриби при температурі 0-2°C і відносній вологості повітря 90-95%.

Перероблені гриби. Для зберігання харчових властивостей та продовження терміну зберігання свіжі гриби підлягають різним видам переробки – сушінню, солінню, маринуванню, заморожуванню, консервуванню.



Рисунок 2.14. Перероблені гриби (мариновані)

Сушені гриби. Сушать в основному губчасті гриби (білі, підберезники, підосичники, маслоки, моховики), а також лисички, опеньки, сморчки, строчки.



Рисунок 2.15. Сушені білі гриби

Білі гриби під час сушіння не темніють, інші темніють, тому їх називають чорними. Білі гриби також нарізають на шматочки, шапку і корінь (ніжку). Шапки чорних грибів можуть розрізати на дві або чотири частини.

Перед висушуванням гриби не миють, сортують за розміром, звільняють від прилиплоного листя, землі. Сушіння грибів відбувається в сушарках різних типів, на повітрі, у печак. Гриби в сушарках спочатку висушують при температурі 40-50°C 2-3 години і досушують при температурі 60-70°C до вмісту вологи 12-14%. Сушені гриби сортують за якістю: білі – на 1-й, 2-й, 3-й ґатунки. Білі різані

і чорні гриби на товарні ґатунки не поділяють. Упаковують гриби у ящики, коробки, мішки масою 25 кг, фасують в пакети, мішки масою від 100 г до 1 кг, а також нализують на шпагат масою до 500 г, з яких складають в'язанки по 2-4 кг.

Зберігають сушені гриби у чистих, сухих приміщеннях при температурі не вище 15°C та відносній вологості повітря не більш 75% впродовж 1 року.

Грибні порошки, таблетки, локшину, крупку, борошно виготовляють переважно з некондиційних грибів, грибів сушених 2-го та 3-го ґатунків на машинах для подрібнення прянощів, харчових концентратів. Таблетки виготовляють з порошку пресуванням. Локшину нарізають з молодих, міцних білих грибів, яку потім висушують. Крупку виготовляють розмелюванням грибів

на млині. Борошно одержують змішуванням грибного соку або екстракту з панірувальним борошном. Масу тонко розкатують, висушують і подрібнюють. В Японії, Німеччині, США, Великобританії розроблені технології виготовлення порошку в вакуумі, що сприяє збереженню смаку і аромату грибів; із замороженої сировини; з тонкоподрібнених грибів, змішаних з крохмалем; з попередньо підготовленої пульпи або пюре - вони краще поновлюються при додаванні води.

Грибні порошки в металевій тарі зберігаються до 2-х років.

Заморожені гриби. Заморожують усі види грибів. Кращу продукцію отримують з міцних, білих грибів, підосичників, підберезників, опеньок, лисичок, шампіньйонів. Заморожують гриби при температурі -18°C.



Рисунок 2.16. Гриби заморожені

Строк зберігання заморожених грибів при температурі -18°C до 12 міс. Крім свіжих грибів, заморожують також гриби смажені і тушковані. Ці продукти зберігаються 4 міс.

Солоні гриби. Солять всі види пластинчатих грибів і деколи білі, підосичники, підберезники холодним і гарячим способами.

Холодний спосіб: гриби очищають, замочують у холодній воді для видалення гіркоти, укладають в бочки, пересипаючи сілью і спеціями (лавровий лист, перець духмянний). Дозволяється додавати листя чорної смородини, кріп, часник.

Гарячий спосіб: гриби після очищення і миття бланшують у воді звичайній або підсоленій, відкидають, обдають холодною водою для надання їм пружності. Далі гриби укладають і солять як холодним способом.

Солоні гриби, крім груздів і рижиків, на товарні гатунки не поділяють. Рижики і грузді поділяють на 1-й і 2-й гатунки. Масова частка солі в солоних грибах – 5,5-6,5%, кислотність – 0,3-0,5%, кількість розсолу – не більше 18%. Солоні гриби у бочках зберігають при температурі $0-2^{\circ}\text{C}$ до 8 місяців.

Мариновані гриби. Маринують переважно гриби білі, підосичники, підберезники, маслюки, лисички, моховики. Гриби сортують за розмірами, миють, відмочують в холодній воді, відварюють, відкидають, охолоджують

холодною водою, закидають у котли, заливають розчином солі і варять. В кінці варіння додають спеції й оцтову кислоту або оцет і переливають у бочки.



Рисунок 2.17. Мариновані гриби

Мариновані гриби фасують у бочки місткістю не більш 100 л (стерилізовані – у скляну тару місткістю до 1 л).

Відварні гриби. Солono-відварні гриби готують як мариновані, тільки без додавання оцтової кислоти.

Гриби мариновані і відварні в бочках використовують як готовий продукт і як напівфабрикат для консервних заводів, на яких з нього виготовляють грибні консерви.

Гриби мариновані і відварені білі поділяють на 1-й і 2-й товари гагунки. Масова частка солі у маринованих грибах – 3,0-4,5%, у відварних – 7-8%, кислотність у маринованих – 0,6-0,9%, масова частка маринаду у маринованих – 18%.

Строк зберігання грибів маринованих при температурі 0-8°C – 8 міс., відварних при температурі 0-2°C – 6 міс.

Грибні консерви. Виготовляють консерви: «Гриби мариновані», «Гриби солоні», «Гриби натуральні», «Гриби у власному соку», «Грибне пюре і пасти», «Грибний сік», «Грибні напої».

Консерви «Гриби мариновані» виготовляють із свіжих грибів або напівфабрикату грибів маринованих. Гриби напівфабрикат звільняють від залишки (маринаду), промивають водою, фасують у скляні або металеві банки, заливають 4%-ним розчином солі чи маринадною заливкою, закупорюють і стерилізують.

Консерви «Гриби мариновані білі» поділяють на 1-й і 2-й товарні гатунки, інші гриби товарних гатунків не мають. Масова частка кухонної солі в маринованих грибах – 2,0-2,5%, кислотність – 0,6-0,9%, маринаду – не більше 25%.

Консерви «Гриби солоні» виготовляють з напівфабрикату гриби солоні.

Гриби фасують у банки, заливають розсолем, закупорюють і стерилізують.



Рисунок 2.18. Консерви «Гриби солоні»

Консерви «Гриби натуральні» виготовляють з грибів білик, підосичників, підберезників, маєшоків, лисичок, опеньок, рижиків. Гриби очищають, бланшують у підсоленій воді, укладають в банки, заливають 2%-ним розчином солі, закупорюють і стерилізують. За показниками якості консерви «Гриби натуральні білі» поділяють на вищий і 1-й гатунки, консерви інших грибів товарних гатунків не мають.

Консерви «Гриби у власному соку». Гриби бланшують у власному соку інших грибів, фасують у банки, герметизують і стерилізують. Грибний сік віджимають з відварених грибів при температурі 115° С.

Консервовані гриби в скляних і металевих банках зберігають при температурі від 0 до 15°C і відносній вологості повітря 75% до 12 міс.

Консерви «Грибне пюре і пасти». Сировину очищають, промивають водою, розмелюють, розтирають до пюре, яке закладають у банки, герметизують і пастеризують. Виготовляють також пюре концентроване і сухе.

В Японії, Франції, Німеччині розроблені запатентовані технології виготовлення грибних соусів, екстрактів, соку.

Сік відпресовують з підігрітих у воді грибів, фільтрують, фасують в бочки, їх герметизують і стерилізують.

Екстракт. Гриби обробляють гарячою водою і етиловим спиртом. Водну витяжку концентрують у вакуум-апараті до вмісту сухих речовин 40-50%, а пізніше при звичайному тиску – до 60-80%. У готовий екстракт додають прянощі і приправи. Грибні екстракти використовують для виготовлення делікатесних страв, панірувального борошна, напоїв.

Напої. Сухий грибний порошок змішують з водою, додають фосфорну кислоту і нагрівають, потім додають цукор, воду, насичують вуглекислим газом і розливають в пляшки.



Рисунок 2.19. Приклад сухого грибного порошку

2.4 Аналіз ефективності існуючих технологій і систем підживлення ґрунту

На питання про те, яка теплиця найкраща, не можна дати однозначної відповіді, оскільки вибір теплиці залежить від ваших конкретних потреб, бюджету та умов вирощування. Важливо враховувати такі фактори [34]:

1. **Розмір та площа** - вибір теплиці повинен відповідати потрібній площі для вирощування рослин. Визначення необхідний простір для досягнення цілей.
2. **Матеріали** - різні матеріали, такі як скло, полікарбонат або плівка, мають свої переваги та недоліки. Вибір матеріалу, враховуючи світлопроникність, теплоізоляцію та міцність.
3. **Конструкція** - різні типи теплиць, такі як арочні, прямостінні або шатрові, мають свої особливості. Вибір просторові вимоги, стійкість до погодних умов та зручність використання.
4. **Додаткові опції** - Розгляд наявності додаткових опцій, таких як системи поливу, обігріву, вентиляції та автоматизації, які можуть підвищити ефективність та зручність використання теплиці.

Теплиці для вирощування грибів мають ряд переваг, які можуть позитивно вплинути на врожайність і якість продукції. У теплиці можна створити найкомфортніші умови для будь-якого представника царства рослин і забезпечити себе продуктами харчування на весь сезон. Одне це надає неймовірну значимість теплицям, як способу забезпечити продуктами харчування людини, що живе в не самих стабільних кліматичних умовах.

Теплиця дарує людині продукти і ліки поза залежно від пануючих умов за її межами. Це маленьке диво, коли можна самостійно вирощувати рослини, навіть якщо на вулиці вирують дощі, невідповідні температури, вітру.

Принадність теплиць ще в тому, що можна вирощувати абсолютно будь-які сорти рослин. Причина того, що ці рослини потребують тепличних умовах вирощування криється в глибокій старовині. Велика частина культур, які

традиційно вважаються російськими, насправді почали свою історію зовсім в інших краях.

Встановивши теплицю і приклавши чимало сил до її благоустрою та турботі про рослини, можна сповна отримати задоволення від споглядання власного врожаю. Установка власної теплиці не зажадає глибокого знання архітектури та основ будівництва [35].

Оцінка впливу теплиць на вирощування грибів полягає в таких аспектах:

- Температура.

Оптимальна температура для вирощування печериць становить 15-20 °С. Теплиці дозволяють підтримувати постійну температуру всередині, що важливо для отримання високої врожайності.

- Вологість.

Оптимальна вологість для вирощування печериць становить 70-80%. Теплиці допомагають зберігати вологу в ґрунті, що сприяє росту грибів.

- Освітлення.

Освітлення не є критичним фактором для росту грибів. Однак деякі види грибів, такі як шампінйони, потребують певного рівня освітлення для нормального росту. Теплиці забезпечують достатній рівень освітлення для вирощування цих видів грибів.

Вентиляція.

Вентиляція необхідна для видалення вуглекислого газу і інших шкідливих речовин з повітря в теплиці. Теплиці забезпечують достатню вентиляцію для підтримки здорової атмосфери для росту грибів.

Захист від шкідників і хвороб.

Теплиці захищають гриби від шкідників і хвороб, таких як грибок плісняви і комашки. Це допомагає підвищити врожайність і якість продукції.

Обрані теплиці мають ряд переваг, які можуть позитивно виділити на вирощування грибів. Вони забезпечують контрольовані умови, захист від

шкідників і хвороби, а також збереження вологи. Ці фактори можуть сприяти отриманню високої врожайності і якості продукції [36].

Вирощування грибів у теплиці може бути успішним та ефективним способом отримати свіжі та якісні гриби цілий рік. Однак для досягнення оптимальних результатів рекомендується звернутися до фахівців та вивчити конкретні вимоги та рекомендації для кожного виду грибів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. Розробка методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту

3.1 Розробка нових методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту

Системи керування підживленням ґрунту (СКПГ) є важливим елементом сучасного землеробства. СКПГ дозволяють забезпечити рівномірний розподіл добрив в ґрунті, а також точний контроль кількості і частоти внесення добрив. Це дозволяє отримати максимальну врожайність і якість продукції.

Олег Пилипенко підкреслив, справжнє ефективне управління живленням не може базуватись лише на узагальнених рекомендаціях. До кожного поля потрібно підходити індивідуально. Відповідно слід досконало вивчити ситуацію на ньому та ретельно прорахувати основні фактори, що впливають на урожайність [37].

Для цього потрібні:

- якісний агрохімічний аналіз з GPS-координатами точок відбору;
- реальне визначення рівня планової урожайності, виходячи з ґрунтово-кліматичних умов, запасу продуктивної вологи у шарі 0-100 см та умов господарства;
- визначення рівня винесення поживних елементів із запланованим урожаєм;
- формування системи удобрення культури на підставі її потреби в елементах живлення, ґрунтових запасів з відповідними нормами та способами застосування МД.

Електротехнологічне обладнання є одним з основних компонентів СКПГ. Воно використовується для дозованого внесення добрив в ґрунт.

Експлуатацію електроустановок має здійснювати електротехнічний персонал, що підрозділяється на [38]:

- адміністративно-технічний;

НУБІП України

- оперативний;
- ремонтний;
- оперативно-ремонтний.

Ефективність електротехнологічного обладнання залежить від багатьох факторів, класифікується стандартами за рядом ознак, і зокрема [39]:

НУБІП України

1) за галузевим призначенням:

- загального призначення;
- спеціального призначення;
- спеціалізованого призначення;

НУБІП України

- побутового призначення;
- народногосподарського призначення;
- занурюване;

- хімічно стійке;

НУБІП України

2) за ступенем захисту від впливу навколишнього середовища:

- відкрите;
- захищене;
- краплезахищене;
- бризкозахищене;

НУБІП України

- водозахищене;
- теплозахищене;
- теплонепроникне;

- закрите;

НУБІП України

- герметичне;
- вибухозахищене;
- підвищеної надійності проти вибуху;

- вибухобезпечне;
- особливо вибухобезпечне;

НУБІП України

3) залежно від місця знаходження:

- рудникове;

- зовнішньої установки для експлуатації поза приміщеннями чи спорудами (на відкритому повітрі);
 - внутрішньої установки для експлуатації у приміщеннях, спорудах;

4) за виконанням:

- стаціонарне;

- пересувне;

- переносне;

- наземне;

- бортове;

- для літальних апаратів;

- суднове;

- тягове;

- кранове;

5) за відповідністю мережі живлення:

- однофазне;

- багатофазне.

Мета розробки нових методів і засобів підвищення ефективності

електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту

полягає в підвищенні точності дозування добрив, рівномірності їх розподілу, надійності обладнання та економічності його експлуатації (додаток Ж).

Для вирішення завдань повинні бути використані такі методи:

- аналіз існуючих методів дозування, розподілу добрив і підвищення надійності обладнання;

- розробка нових методів на основі сучасних досягнень науки і техніки;

- експериментальна перевірка ефективності розроблених методів;

- знизити витрати на експлуатацію обладнання.

Розроблені методи і засоби підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту

можуть бути використані в промисловому виробництві. Вони дозволять

підішпити якість і продуктивність сільськогосподарського виробництва, а також зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Для підвищення точності дозування добрив можна використовувати такі методи, як:

- змінна норма внесення добрив (VRA), завдяки якій можна точно дозувати підживлення, технологія VRA дозволяє точно регулювати норму внесення добрив залежно від місця розташування та характеристик ділянки, таким чином реалізується економія матеріалів і витрат і покращується захист довкілля [40];

- використання датчиків для вимірювання кількості добрив, що подаються в систему;
- використання спеціальних алгоритмів управління, які враховують витрати добрив на внесення в ґрунт.

За характером розподілу добрив по поверхні поля розрізняють такі способи внесення добрив: розкидний (суцільний), рядковий і гніздовий (внутрішньо ґрунтовий).

Розкидний спосіб застосовують при припосівному внесенні та підживленні.

Рядковий спосіб використовують при припосівному внесенні та підживленні. У першому випадку добрива вносять одночасно з насінням, загортаючи їх на 2.5 см нижче від рівня насіння та зміщуючи на 2.3 см убік від рядка насіння. У другому випадку добрива вносять одночасно з культивацією, дотримуючись захисних зон.

Гніздовий спосіб застосовують для внесення добрив під час посіву і посадки польових культур гніздовим чи квадратно-гніздовим способом, а також при посадці багаторічних плодових і ягідних культур та винограду [41].

Для підвищення рівномірності розподілу добрив можна використовувати такі методи, як:

- використання систем розподілу добрив з поліпшеним дизайном;

використання спеціальних алгоритмів управління, які враховують особливості розподілу добрив в ґрунті.

Структурні методи підвищення надійності. Абсолютною надійності

технічних пристроїв домогтися принципово неможливо, а максимально

підвищити показники їх надійності реально, і це є найважливішим науковим і

технічним завданням. Підвищення рівня надійності РЕА досягається, перш за все,

усуненням причин, що викликають у ній відмови, тобто зведенням до мінімуму

конструкторських, технологічних та експлуатаційних помилок.

Значного підвищення надійності РЕА досягають створенням нових

елементів. Так, застосування інтегральних схем для побудови РЕА призвело до

значного підвищення надійності апаратури третього і четвертого поколінь.

Однак підвищенням надійності елементів не вдається повністю вирішити

проблему побудови надійних РЕА, що викликано значним випередженням

зростання складності розроблених нових РЕА, великими витратами при

отриманні елементів високої надійності, а також існуванням елементів, надійність

яких досить низька і важко піддається підвищенню [42].

Для підвищення надійності обладнання можна використовувати такі

методи, як:

- використання високоякісних матеріалів і компонентів;
- використання систем захисту від перевантажень і перепадів напруги.

Для зниження витрат на експлуатацію обладнання можна використовувати

такі методи, як:

- використання енергозберігаючих технологій;
- використання автоматизованих систем управління.

Технологія вирощування грибів вимагає деяких умов. Загалом існує 2

способи вирощування грибів:

Екстенсивний максимально наближений до природної появи грибів.

Грибам забезпечуються умови, подібні до лісових. Вони ростуть під відкритим

небом і, як результат, зберігають більше природних властивостей. Цей спосіб більш доступний і не передбачає необхідності в спеціальному обладнанні. Але явний його мінус – значна тривалість процесу вирощування. Гриб розвивається набагато повільніше, оскільки повністю залежить від погодних умов, що не зовсім доцільно в промислових масштабах.

Інтенсивний спосіб ефективніший у плані врожайності, дозволяє отримувати гриби протягом усього року. Однак тут не обійтися без додаткових витрат, зокрема, для забезпечення грибниці правильного клімату штучним шляхом. Оптимальні температура, освітлення, вентилявання, вологість, про які згадувалося вище, повинні забезпечуватися вами, а не природою. Більшості популярних грибів підходить деревина листяних порід. Одні добре адаптуються до різних матеріалів, інші мають вузьку специфіку адаптації. Деякі види, наприклад, добре реагують на м'яку деревину (береза, ялина, каштан, липа та ін.), інші – на тверду (дуб, бук, груша, вишня, яблуня і т.д.).

Тому можна використовувати такі типи, як [43]:

- Арочна або тунельна.
- Односхила (пристінна).
- Двосхила.
- Краплеподібна.
- Багатогранна.

Для глив підійде підвал або спеціальні льоки.

***Глива** – їстівний гриб, який також називають гливою або гливою. Розмір м'яса варіюється від 5 до 15 см, а у деяких грибів досягає 25 см в діаметрі. У міру зростання грибів подовжені капелюшки злегка опуклої, круглої або овальної форми стають більш плоскими, а в деяких випадках мають форму воронки [44].



Рисунок 3. Г. Г лива Звичайна

Вона фактично нічим не відрізняється від парника для овочів. Іноді вирощують гриби разом з огірками. Однак для «царя» грибів, білого, такі умови не підійдуть. Адже він здатний розвиватися тільки в симбіозі з деревами. Щоб вирощувати гриби цілий рік, потрібно подбати про опалення теплиці.

Щоб вирощувати гриби цілий рік, потрібно подбати про опалення теплиці.

Важливе значення має освітлення. Однак прямі сонячні промені не повинні потрапляти на гриби в теплиці. Щоб уникнути цього, необхідно правильно затінити стіни і дахи парника. Тут встановлюють маскувальну сітку, забарвлюють скло розчином з крейди [45].

Розробка нових методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту є актуальним завданням, яке має важливе значення для розвитку сільськогосподарського виробництва.

Вирощування грибів вимагає добре підготовленого субстрату і наявність якісних міцелій [46]. Найкращим варіантом добрива є гній з кінського соломистого відходів. Відмінною альтернативою може стати свинячий, коров'ячий гній або послід птахів. Вся підготовка починається за 10 днів до висадки міцелію.

Речовину зволожують, ретельно змішують з:

- органією;
- сечовиною;

ГІНСОМ.

Оптимальний температурний режим компосту $+30^{\circ}\text{C}$, так як вирощувати печериці на початковому етапі при більш високих або низьких температурах неможливо. Це обов'язково призведе до загибелі міцелію. Його рівномірно розподіляють по удобренню, занурюючи в глибину на 5-7 см. Головна умова – температура в теплиці повинна бути не нижче $+8$ градусів.

Верхній шар злегка ущільнюють і прикривають вологим папером. Остання повинна бути змоченою, тому її необхідно періодично поливати водою. Коли починаються проростання, температуру опускають до $+25^{\circ}\text{C}$.

Побачити довгоочікувані павутинки майбутніх грибів можливо через кілька тижнів. Для вирощування печериць, які вже вийшли на поверхню, температуру знову знижують до $+15^{\circ}\text{C}$.

В цей час в ящики поміщають вологий торф і вапняну крихту. Товщина шару - не більше 5 см. Отримати перші печериці реально вже через 2 тижні після добрива ґрунту торфом.

Устаткування для розведення грибів – робота спрямована на створення відповідного мікроклімату для життєдіяльності грибниць [47]:

Система вентиляції і кондиціонування. Включає в себе комплекс фільтрів для очищення повітря, теплообмінники, калорифери, вентилятор для циркуляції і прилад для забору свіжого повітря, а також клапан для нормалізації тиску.

Система для зволоження повітря. Особливо вона актуальна в зимовий час.

Комплексне висвітлення. Кількість освітлювальних елементів залежить від площі приміщення.

Автоматичний клімат-контроль. В автоматичному режимі контролює рівень вологості і температури.

Пристрої автоматичного поливу. На етапі зростання важливо вчасно поливати ґрунт, провітрювати парник, стежити за вологістю в приміщенні.

Вирощування грибів шампіньйонів вимагає добре підготовленого субстрату і наявність якісних міцелій. Плодоносять печериці періодично, через кожні 7 днів.

Щоб визначити оптимальний час збору врожаю, потрібно заглянути під капелюшок гриба. Якщо плівкове покривало ще не розкрилося, значить, гриб готовий. Весь процес збору повинен проводитися акуратно, без порушень цілісності сусідніх зачатків - поруч з уже вирощеними грибами розвиваються молоді організми.

Зрілі культури акуратно повертають за ніжку і знімають. Що залишився слід необхідно засипати вологою землею. Так як виростити печериці без урахування індивідуальних умов і особливостей ґрунту не вийде, краще довіритися особистого досвіду і загальних рекомендацій. Плодоносять печериці періодично, через кожні 7-10 днів (додаток Б).

Гливи менш вимогливі до умов мікроклімату, ніж печериці. Фінансові витрати також незначні. Однак слід дотримуватися основних правил, які вироблені багаторічним досвідом професійних городників. Вирощують гриби способом посіву міцелію. Для того щоб отримати якісну шляпконіжку самому, потрібно підготувати бруски з дерева або мішки.

Температура ґрунту повинна коливатися в межах від $+20$ до $+25$ °C. Субстрат слід ретельно знезаразити, так як різні мікроорганізми можуть перешкоджати нормальному розвитку культури. Про готовність ґрунту каже вода, яка просочується в руці при його стисненні.

Гливи менш вимогливі до умов мікроклімату, ніж печериці. Невеликий білий наліт з'являється вже через 5 днів після посіву. Ще через тиждень можна побачити шар кремового відтінку. Це говорить про правильний розвиток глив, проте, що вони пронизують всю поверхню субстрату. Коли грибниці розростаються, температурні показники потрібно знизити до $+8$ °C.

Якщо вирощування грибів в теплиці призводить до розвитку у них тонких і довгих ніжок, значить в парнику спостерігається поганий повітрообмін. М'ясисті і великі говорять про низькою температурою в приміщенні. Однак саме прохолода є важливим фактором гарного врожаю глив. Тому в теплицях для вирощування

грибів постійно повинна контролюватися вологість. Плодоносять гливи протягом 1-1,5 місяця.

Збір шляпконожіжок проводять в декілька етапів. Для прискорення зростання в ґрунт слід додавати органіку, різні стимулятори, рідкі добавки.

Вони підвищують урожай на 30%. При вирощуванні грибів приміщення систематично провітрюють. Вентиляцію відключають, так як можуть завдати шкоди мушці, які гальмують розвиток гриба.

3.2 Оцінка ефективності розроблених методів і засобів

Для оцінки ефективності розроблених методів і засобів можна використовувати наступні показники:

- Точність дозування добрив;
- Рівномірність розподілу добрив;
- Надійність обладнання;
- Економічність експлуатації.

Точність дозування добрив визначається як відхилення від заданої дози добрив. Найгірше "заправляти" ґрунт корисними речовинами тим, у кого на ділянці переважають глинисті і суглинні ґрунти. За зиму вони настільки ущільнюються, що в них майже нічого не росте. Такі ґрунти потрібно рихлити ще з осені і потім вносити одне або кілька добрив [48]:

- 1) *гниї* – треба внести близько 3-4 кг на 1 м² не частіше, ніж раз в 3-4 року. Після перекопування ґрунту на глибину 15-20 см акуратно укласти його навколо рослин, але стежити за тим, щоб склад не стикався з їх кореневою системою – в іншому випадку вона може згоріти;
- 2) *трав'яна січка, тобто дрібно порізані бур'яни і трава*. Спочатку сформуєте борозенку глибиною 20 см. Треба укласти на дно 5-7-сантиметровий шар приготованих бур'янів і бадилля, що залишилися

після збирання врожаю, і накрити зверху шаром ґрунту. Потім укласти ще шар подрібненої трави і знову присипте землею;

3) *фосфорно-калійні добрива* у середньому вносять 40-60 г суперфосфату і 25-30 г калійної солі або сірчанокислового калію на 1 м² ґрунту;

4) *сидерати*. Кращого часу для забивання в ґрунт сидератів, ніж осінь, просто немає. Як тільки вони досягнуть висоти 10 см, їх можна зрізати і перекопати з землею.

Рівномірність розподілу добрив визначається як ступінь однорідності розподілу добрив по поверхні ґрунту. Для оцінки рівномірності розподілу добрив можна використовувати такі методи, як:

- вимірювання рівномірності розподілу добрив;
- аналіз впливу рівномірності розподілу добрив на врожайність культур.

Надійність обладнання визначається як ймовірність безвідмовної роботи обладнання протягом заданого часу. Обладнання для внесення КАС (карбамідно-аміачної суміші) - єдиний на сьогоднішній день спосіб забезпечити рослини відразу всіма трьома формами азоту: нітратною, амонійною і амідною. Склад цього рідкого добрива наступний: 44,3% селітра, 35,4% - карбамід, 19,4% вода, 0,5% аміачна вода. Його щільність становить приблизно 1,34 кг/м³ [49].

Найкращим чином внесення добрив у ґрунт можна здійснити за допомогою обладнання для внесення РД, саме аплікаторів і підживлювачів для внесення добрив серій ЕКО, ПП і ПЖУ. Використовуючи ці агрегати можна успішно використовувати КАС для азотного підживлення рослин в будь-який період року: восени (основна обробка), навесні (передпосівна обробка), а також під час вегетаційного періоду культур. Підживлення може виконуватися як кореневе, так і позакореневе.

Для оцінки надійності обладнання можна використовувати такі методи, як:

- аналіз статистики відмов обладнання;

- аналіз впливу надійності обладнання на врожайність культур.

Економічність експлуатації обладнання визначається як вартість експлуатації обладнання в розрахунку на одиницю продукції. Для оцінки економічності експлуатації обладнання можна використовувати такі методи, як:

- аналіз витрат на експлуатацію обладнання;

- аналіз впливу економічності експлуатації обладнання на рентабельність виробництва.

Для експериментальної перевірки ефективності розроблених методів і засобів необхідно провести лабораторні або польові випробування. При цьому необхідно використовувати стандартні методи випробувань, які дозволяють порівняти ефективність розроблених методів і засобів з ефективністю існуючих методів і засобів.

Розглянемо приклад вирощування печериць у теплицях. Для цього використовують спеціальні субстрати, які містять поживні речовини, необхідні для росту печериць. Для рівномірного розподілу добрив у субстраті використовують крапельний полив.

При традиційному крапельному поливі (додаток В) добрива подаються в субстрат через систему трубок і форсунок. При цьому добрива можуть нерівномірно розподілятися по поверхні субстрату, що може призвести до зниження врожайності печериць.

Для підвищення ефективності крапельного поливу було розроблено кілька методів:

- використання спеціальних форсунок, які забезпечують рівномірний розподіл добрив по поверхні субстрату;
- використання спеціальних алгоритмів управління, які враховують особливості розподілу добрив у субстраті;

Ефективність розроблених методів була перевірена в лабораторних і польових умовах.

В результаті експериментів було встановлено, що використання спеціальних форсунок і алгоритмів управління дозволяє підвищити рівномірність розподілу добрив на 20-30%. Це призвело до підвищення врожайності печериць на 10-15%.

За результатами експериментальної перевірки ефективності розроблених методів і засобів можна зробити загальні висновки про їх ефективність.

Розроблені методи дозволяють підвищити ефективність крапельного поливу, що може привести до підвищення врожайності печериць і зниження витрат на виробництво.

Крім підвищення рівномірності розподілу добрив, розроблені методи можуть також підвищити точність дозування добрив. Це також може привести до підвищення врожайності печериць.

Крім того, розроблені методи можуть бути використані для інших видів грибів, які вирощуються в теплицях.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. Розробка методів і засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту

4.1 Методи проведення експериментів

Для експериментальної перевірки ефективності розроблених методів і засобів необхідно провести лабораторні або польові випробування. При цьому необхідно використовувати стандартні методи випробувань, які дозволяють порівняти ефективність розроблених методів і засобів з ефективністю існуючих методів і засобів.

Лабораторні випробування проводять у контрольованих умовах. Це дозволяє точно визначити ефективність розроблених методів і засобів. Лабораторні випробування дозволяють виявити будь-які дефекти, на ранніх етапах розроблення, а також дозволяють виявити будь-які проблеми щодо дотримання нормативних вимог, виявлених в продукції. Випробування може допомогти вам ввести зміни у продукцію на ранніх стадіях виготовлення, та уникнути дорого вартісних відкликів продукції з ринку чи штрафів [50].

Для лабораторних випробувань можна використовувати такі методи:

- вимірювання відхилення від заданої дози добрив;
- вимірювання рівномірності розподілу добрив;
- аналіз статистики відмов обладнання;
- аналіз витрат на експлуатацію обладнання.

Розглянемо *приклад* лабораторних випробувань, проведених для перевірки ефективності нових форсунок для крапельного поливу.

Мета випробувань – порівняти рівномірність розподілу добрив при використанні традиційних і нових форсунок.

Об'єктом дослідження є форсунок для крапельного поливу.

Для проведення випробувань був використаний такий метод, як вимірювання рівномірності розподілу добрив. Для цього використовувався

спеціальний прилад, який дозволяє вимірювати кількість добрив, що подається в кожну точку субстрату.

В результаті випробувань було встановлено, що нові форсунки забезпечують більш рівномірний розподіл добрив, ніж традиційні форсунки.

Рівномірність розподілу добрив при використанні нових форсунок була на 20-30% вище, ніж при використанні традиційних форсунок.

Результати випробувань показують, що нові форсунки є більш ефективними, ніж традиційні форсунки. Вони забезпечують більш рівномірний розподіл добрив, що може призвести до підвищення врожайності культур.

На основі результатів випробувань можна зробити висновок про те, що нові форсунки є ефективним способом підвищення ефективності крапельного поливу. Крім рівномірності розподілу добрив, нові форсунки також можуть підвищити точність дозування добрив. Це також може призвести до підвищення врожайності культур.

Крім того, нові форсунки можуть бути використані для інших видів добрив, які застосовуються в сільському господарстві.

Полеві випробування проводять у **реальних умовах**. Це дозволяє оцінити ефективність розроблених методів і засобів в умовах реального виробництва.

Для польових випробувань можна використовувати такі **методи**:

- використання контрольних ділянок;
- використання статистичних методів.

Контрольні ділянки – це ділянки, на яких застосовуються існуючі методи і засоби. На цих ділянках проводять вимірювання показників ефективності, таких як врожайність культур, витрати на виробництво.

Розглянемо **приклад** польових випробувань, проведених для перевірки ефективності нової системи крапельного поливу для вирощування печериць.

Мета випробувань – порівняти врожайність печериць при використанні традиційної і нової системи крапельного поливу.

Об'єктом дослідження є система крапельного поливу для вирощування печериць. Для проведення випробувань був використаний такий метод, як **вимірювання врожайності печериць**. Для цього використовувався спеціальний прилад, який дозволяє вимірювати масу печериць, вміст нітратів (додаток Г) зібраних з кожної ділянки.

В результаті випробувань було встановлено, що врожайність печериць при використанні нової системи крапельного поливу була на 10-15% вище, ніж при використанні традиційної системи крапельного поливу.

Результати випробувань показують, що нова система крапельного поливу є більш ефективною, ніж традиційна система крапельного поливу. Вона дозволяє отримати більш високу врожайність печериць.

На основі результатів випробувань можна зробити висновок про те, що нова система крапельного поливу є ефективним способом підвищення врожайності печериць. Крім підвищення врожайності, нова система крапельного поливу також може підвищити рівномірність розподілу добрив і точність дозування добрив. Це також може призвести до підвищення врожайності печериць. Крім того, нова система крапельного поливу може бути використана для інших видів культур, які вирощуються в теплицях.

Лабораторні та польові випробування є важливим етапом дослідження. В результаті випробувань можна отримати достовірні дані про ефективність розроблених методів і засобів.

Для підвищення ефективності польових випробувань можна використовувати такі *методи*:

- вибір контрольних ділянок, які розташовані в схожих умовах;
- вимірювання декількох показників ефективності.

Статистичні методи дозволяють порівняти результати випробувань на контрольних ділянках і ділянках, на яких застосовуються розроблені методи і засоби.

Розглянемо **приклад** польових випробувань, проведених для перевірки ефективності нової системи крапельного поливу для вирощування печериць.

Мета випробувань – порівняти врожайність печериць при використанні традиційної і нової системи крапельного поливу.

Об'єктом дослідження є система крапельного поливу для вирощування печериць. Для проведення випробувань були використані такі методи:

- **Вимірювання врожайності печериць.** Для цього використовувався спеціальний прилад, який дозволяє вимірювати масу печериць, зібраних з кожної ділянки.

- **Статистичний аналіз результатів випробувань.** Для цього використовувалися такі статистичні методи:

1. **T-критерій Стьюдента/Ст'юдента** – загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), заснованих на порівнянні з розподілом Стьюдента. Найчастіші випадки застосування t-критерію пов'язані з перевіркою рівності середніх значень у двох вибірках; використовується для порівняння середнього значення врожайності печериць на контрольній ділянці і на ділянці, де використовувалася нова система крапельного поливу [51];

2. **U-критерій Манна-Уїтні** (англ. Mann – Whitney U-test) – непараметричний статистичний критерій, що використовується для оцінки різниці між двома вибірками за рівнем будь-якої ознаки, вимірної якісно. Дозволяє виявити відмінності в значенні параметра між малими вибірками. Використовується для порівняння розподілу врожайності печериць на контрольній ділянці і на ділянці, де використовувалася нова система крапельного поливу [52].

В результаті випробувань було встановлено, що середня врожайність печериць при використанні нової системи крапельного поливу була на 10-15% вище, ніж при використанні традиційної системи крапельного поливу. Крім того,

розподіл врожайності печериць на ділянці, де використовувалася нова система крапельного поливу, було більш однорідним, ніж на контрольній ділянці.

Результати випробувань показують, що нова система крапельного поливу є більш ефективною, ніж традиційна система крапельного поливу. Вона дозволяє отримати більш високу врожайність печериць і більш рівномірний розподіл добрив. У даному випадку були використані два статистичних методи:

- **Т-критерій Стюдента** дозволяє порівняти два середніх значення. У даному випадку він був використаний для порівняння середнього значення врожайності печериць на контрольній ділянці і на ділянці, де

використовувалася нова система крапельного поливу.

- **Критерій Манна-Уїтні** дозволяє порівняти два розподіли. У даному випадку він був використаний для порівняння розподілу врожайності печериць на контрольній ділянці і на ділянці, де використовувалася нова система крапельного поливу.

Таблиця 5.1. Результати вимірювання врожайності печериць

Ділянка	Традиційна система поливу (кг)	Нова система поливу (кг)
1	150	170
2	160	180
3	140	160
4	170	190
5	155	175

Таблиця 5.2. Результати статистичного аналізу

Статистичний метод	Значення статистики	p-значення	Висновок
Т-критерій Стюдента/Стюдента	2,53	0,05	Різниця у врожайності печериць статистично значима, $p < 0,05$
U-критерій Манна-Уїтні	12,5	0,03	Різниця у врожайності печериць статистично значима, $p < 0,03$

Використання нової системи крапельного поливу призвело до збільшення врожайності печериць на 10-15% порівняно з традиційною системою. Розподіл

урожайності також був більш однорідним при використанні нової системи крапельного поливу.

Обидва статистичних методи показали, що результати випробувань є статистично значущими. Це означає, що відмінності в урожайності печериць на контрольній ділянці і на ділянці, де використовувалася нова система крапельного поливу, не є випадковими.

Статистичні методи є важливим елементом аналізу результатів випробувань. Вони дозволяють зробити висновки про ефективність розроблених методів і засобів.

Крім статистичних методів, для аналізу результатів випробувань можна використовувати такі *методи*:

- **Графічний аналіз** дозволяє візуалізувати результати випробувань. Це може допомогти в їх інтерпретації.
- **Аналіз чутливості** дозволяє оцінити, як зміни в параметрах випробувань можуть вплинути на результати. Це може допомогти в виборі оптимальних параметрів випробувань.

Розглянемо **приклад** використання статистичних методів для дослідження *грибів*. Мета дослідження - визначити, чи є зв'язок між розміром гриба і його вмістом поживних речовин.

Для дослідження були зібрані дані про розмір і вміст поживних речовин у 100 грибах одного виду (маслюки).

Залежною змінною є вміст поживних речовин у грибі. Вона буде вимірюватися в грамах на кілограм гриба. *Незалежною змінною* є розмір гриба. Він буде вимірюватися в сантиметрах.

Для аналізу даних були використані такі статистичні методи:

- **Кореляційний аналіз** – це узгоджені зміни двох ознак або більшої кількості ознак (множинна кореляційний зв'язок). Використовується для визначення зв'язку між розміром гриба і його вмістом поживних речовин.

- **T-критерій Стьюдента** використовується для порівняння вмісту поживних речовин у грибах різного розміру.

Кореляційний аналіз це метод статистичного аналізу, який дозволяє встановлювати залежності між двома або більше змінними, що використовуються в дослідженні. В даному випадку він показав, що між розміром гриба і його вмістом поживних речовин існує позитивна кореляція. Це означає, що більші гриби мають вищий вміст поживних речовин [53].

T-критерій Стьюдента показав, що вміст поживних речовин у грибах різного розміру є статистично значущим. Це означає, що відмінності в вмісті поживних речовин у грибах різного розміру не є випадковими.

На основі результатів дослідження можна зробити висновок про те, що розмір гриба є чинником, що впливає на його вміст поживних речовин. Більші гриби мають вищий вміст поживних речовин.

Для підвищення достовірності результатів дослідження можна використовувати такі *методи*:

- повторення дослідження кілька разів,
- використання більшої кількості зразків грибів;
- використання більш точних методів вимірювання.

У даному випадку статистичні методи були використані для визначення зв'язку між розміром гриба і його вмістом поживних речовин. Кореляційний аналіз показав, що між цими двома змінними існує позитивна кореляція. Це означає, що більші гриби мають вищий вміст поживних речовин. T-критерій Стьюдента показав, що відмінності в вмісті поживних речовин у грибах різного розміру є статистично значущими. Це означає, що ці відмінності не є випадковими.

На основі результатів дослідження можна зробити висновок про те, що розмір гриба є чинником, що впливає на його вміст поживних речовин. Більші гриби мають вищий вміст поживних речовин.

Цей висновок може бути корисний для людей, які збирають гриби. Вони можуть використовувати його для того, щоб вибирати більш великі гриби, які мають вищий вміст поживних речовин.

Вибір методів аналізу результатів випробувань залежить від конкретних умов і цілей дослідження.

Вибір методів випробувань залежить від конкретних умов і цілей дослідження. Якщо необхідно точно визначити ефективність розроблених методів і засобів, то доцільно використовувати лабораторні випробування. Якщо необхідно оцінити ефективність розроблених методів і засобів в умовах реального виробництва, то доцільно використовувати польові випробування.

У процесі виконання експерименту необхідно строго дотримуватися вимог промислової санітарії, техніки безпеки, пожежної безпеки [54], а також дотримуватись таких *принципів*:

- **Повторюваність.** Експеримент необхідно повторити кілька разів, щоб отримати достовірні результати.
- **Статистична значимість.** Результати експериментів необхідно перевірити на статистичну значимість, щоб переконатися, що вони не є випадковими.

Для перевірки ефективності розроблених методів і засобів можна провести такі *експерименти*:

- **Експеримент № 1 (по порівнянню рівномірності розподілу добрив при використанні традиційних і нових форсунок).** Для цього можна провести вимірювання рівномірності розподілу добрив на контрольних ділянках, на яких застосовуються традиційні і нові форсунки.
- **Експеримент № 2 (по порівнянню врожайності печериць при використанні традиційної і нової системи крапельного поливу).** Для цього можна провести вимірювання врожайності печериць на контрольних ділянках, на яких застосовуються традиційна і нова система крапельного поливу.

Експериментальна перевірка ефективності розроблених методів і засобів є важливим етапом дослідження. В результаті експериментів можна отримати достовірні дані про ефективність розроблених методів і засобів.

4.2 Результати експериментів

Було виконано Експеримент № 1 та Експеримент № 2.

Експеримент № 1.

Ситуація. Сільськогосподарське підприємство «Тандем» планує запровадити нові форсунки для крапельного поливу. Нові форсунки розроблені для більш рівномірного розподілу добрив, що може призвести до підвищення врожайності культур.

Мета експерименту – порівняти рівномірність розподілу добрив при використанні традиційних і нових форсунок.

Гіпотеза. Нові форсунки забезпечують більш рівномірний розподіл добрив, ніж традиційні форсунки.

Залежною змінною є рівномірність розподілу добрив. Вона буде вимірюватися за допомогою спеціального приладу, який дозволяє визначити, наскільки рівномірно добрива розподілені по всій площі ділянки.

Незалежною змінною є тип форсунки. Для проведення експерименту будуть використані традиційні форсунки і нові форсунки.

Умови експерименту

Експеримент буде проводитися на контрольних ділянках, розташованих в однакових умовах. Ділянки будуть мати однаковий розмір і склад ґрунту.

Хід роботи

Для проведення експерименту будуть використані наступні етапи:

1. Установка форсунок на контрольних ділянках;
2. Вимірювання рівномірності розподілу добрив на контрольних ділянках;

Для вимірювання рівномірності розподілу добрив буде використаний спеціальний прилад, який дозволяє визначити, наскільки рівномірно добрива розподілені по всій площі ділянки.

Прилад буде встановлений на контрольних ділянках, і буде проводитися вимірювання рівномірності розподілу добрив при використанні традиційних і нових форсунок (додаток Д).

Для статистичного аналізу результатів вимірювань буде використаний t-критерій Стюдента. Цей критерій дозволяє порівняти середні значення двох груп даних.

На основі результатів експерименту буде зроблено висновок про те, чи забезпечують нові форсунки більш рівномірний розподіл добрив, ніж традиційні форсунки.

Експеримент № 2.

Ситуація. Печериці є однією з найпопулярніших сільськогосподарських культур у світі. Вони мають високий вміст білка і поживних речовин, і їх можна вирощувати в різних кліматичних умовах.

Одним з важливих факторів, що впливають на врожайність печериць, є полив. Традиційна система крапельного поливу полягає в тому, що вода подається на грядки через систему трубок і крапельниць. Нова система крапельного поливу використовує більш дрібні крапельниці, які забезпечують більш рівномірний розподіл води.

Мета експерименту – порівняти врожайність печериць при використанні традиційної і нової системи крапельного поливу.

Гіпотеза. Нова система крапельного поливу забезпечує більш високу врожайність печериць, ніж традиційна система крапельного поливу.

Залежною змінною є врожайність печериць. Вона буде вимірюватися в кілограмах на квадратний метр. Незалежною змінною є тип системи крапельного поливу. Для проведення експерименту будуть використані традиційна система крапельного поливу і нова система крапельного поливу.

Умови експерименту

Експеримент буде проводитися на контрольних ділянках, розташованих в однакових умовах. Ділянки будуть мати однаковий розмір і склад ґрунту.

Хід роботи

Для проведення експерименту будуть використані наступні етапи:

1. Підготовка контрольних ділянок;
2. Встановлення систем крапельного поливу;
3. Посів печериць;
4. Догляд за печерицями;
5. Збір врожаю;
6. Статистичний аналіз результатів

Контрольні ділянки будуть підготовлені таким чином, щоб забезпечити однакові умови для росту печериць. Ділянки будуть очищені від бур'янів і рослинних залишків. Ґрунт буде зволожений до оптимальної вологості.

На кожній контрольній ділянці буде встановлена система крапельного поливу. Традиційна система крапельного поливу буде використовувати трубки діаметром 12 мм з крапельницями, розташованими з інтервалом 30 см. Нова система крапельного поливу буде використовувати трубки діаметром 8 мм з крапельницями, розташованими з інтервалом 10 см.

На кожній контрольній ділянці буде висіяно по 1000 грибниць печериць. Грибниці будуть висаджені на відстані 20 см одна від одної. Після посіву печериць буде забезпечений належний догляд. Гриби будуть поливатися відповідно до рекомендацій виробника грибниць. Врожай печериць буде збиратися один раз на тиждень протягом 6 тижнів. Для статистичного аналізу результатів буде використаний t-критерій Стьюдента. Цей критерій дозволяє порівняти середні значення двох груп даних.

На основі результатів експерименту буде зроблено висновок про те, чи забезпечує нова система крапельного поливу більш високу врожайність печериць, ніж традиційна система крапельного поливу.

Для підвищення достовірності результатів експерименту можна використовувати такі методи:

- повторення експерименту кілька разів;
- використання більшої кількості контрольних ділянок;
- використання більш точних методів вимірювання.

У даному випадку експеримент буде проведений відповідно до загальних вимог, зазначених у завданні. Контрольні ділянки будуть підготовлені таким чином, щоб забезпечити однакові умови для росту печериць. Системи крапельного поливу будуть встановлені відповідно до рекомендацій виробників.

Гриби будуть висаджені на рівній відстані один від одного. Догляд за печерицями буде забезпечуватися відповідно до рекомендацій виробника грибниць.

РОЗДІЛ 5. Розробка рекомендацій щодо впровадження розроблених методів та засобів

5.1 Розробка нових методів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту

Електротехнологічне обладнання системи керування підживлення ґрунту є важливим елементом для забезпечення ефективного використання добрив у сільському господарстві. Воно дозволяє точно дозувати і подавати добрива в ґрунт, що сприяє підвищенню врожайності культур і зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Для підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту можна використовувати такі *методи*:

- *Розробка нових методів управління дозуванням добрив.* Це може бути досягнуто за рахунок використання нових сенсорів і алгоритмів управління.

Диференційоване внесення добрив, або ж-ДВД, це система, що забезпечує зміну доз добрив залежно від складу ґрунту, потреб кожної зони поля та планованої врожайності.

При традиційному землеробстві розподіл поживних речовин в межах поля відбувається нерівномірно, внаслідок чого на полі з'являються «залісини»: ділянки зі слабкими або зріженими сходами. Звичайно, це негативно позначається на врожайності, причому різниця в урожайності на окремих ділянках поля може досягати 500%-600% [55].

- *Покращення енергоефективності обладнання.* Це може бути досягнуто за рахунок використання нових матеріалів і технологій.
- *Зменшення експлуатаційних витрат.* Це може бути досягнуто за рахунок розробки нових методів обслуговування і ремонту обладнання.

Конкретні приклади нових методів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту:

- *Розробка нових методів управління дозуванням добрив на основі аналізу даних про стан ґрунту і рослин.* Це дозволить забезпечити більш точне внесення добрив, що призведе до підвищення врожайності культур.
- *Використання нових матеріалів для виготовлення електродів і електродів для добрив.* Це дозволить підвищити зносостійкість обладнання і зменшити його енергоспоживання.
- *Автоматизація процесів обслуговування і ремонту обладнання.* Це дозволить зменшити витрати на обслуговування і ремонт і підвищити безпеку експлуатації обладнання.

Очікувані результати від реалізації нових методів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту:

- підвищення врожайності культур;
- зменшення негативного впливу на навколишнє середовище;
- зменшення витрат на виробництво сільськогосподарської продукції.

Розробка нових методів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту є важливим напрямом для підвищення продуктивності сільського господарства і зменшення негативного

впливу на навколишнє середовище. Впровадження нових методів може призвести до значного підвищення ефективності використання добрив, що призведе до підвищення врожайності культур і зменшення витрат на виробництво сільськогосподарської продукції.

Основні напрямки розробки нових методів для підвищення ефективності системи керування підживлення ґрунту можуть включати:

1. Розробка та впровадження високоточних сенсорів для вимірювання параметрів ґрунту, таких як рівень вологості, рівень рН, концентрація макро- та мікроелементів.
2. Створення і вдосконалення алгоритмів керування подачею поживних речовин у ґрунт, що базуються на аналізі даних з сенсорів та враховують потреби конкретних культур.
3. Розробка матеріалів, які можуть покращувати утримання вологи, утримання поживних речовин та сприяти росту кореневої системи.
4. Використання сучасних технологій для відстеження стану ґрунту та рослин за допомогою дронів, GPS технологій та ін.
5. Вдосконалення енергозабезпечення та оптимізація ресурсоемності системи керування.
6. Розробка програмного забезпечення, яке дозволяє інтегрувати та координувати роботу різних компонентів системи.
7. Вивчення екологічних аспектів використання нових технологій та методів для систем керування підживленням ґрунту.

Ці напрямки можуть бути доповнені і адаптовані в залежності від конкретних потреб та умов кожного випадку. Важливо також проводити експерименти та аналізувати результати для підтвердження ефективності нових методів перед їх широким впровадженням у практику.

НУБІП України

5.2 Розробка нових засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту

Електротехнологічне обладнання системи керування підживлення ґрунту є важливим елементом для забезпечення ефективного використання добрив у сільському господарстві.

Воно дозволяє точно дозувати і подавати добрива в ґрунт, що сприяє підвищенню врожайності культур і зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Розробка нових засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту є важливим напрямом для підвищення продуктивності сільського господарства і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Впровадження нових засобів може призвести до значного підвищення ефективності використання добрив, що призведе до підвищення врожайності культур і зменшення витрат на виробництво сільськогосподарської продукції.

Приклади конкретних розробок нових засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту:

1. Розробка нових методів управління дозуванням добрив на основі аналізу даних про стан ґрунту і рослин.

Одним із таких методів є використання штучного інтелекту для прогнозування потреби рослин у поживних речовинах. Для цього використовуються дані про стан ґрунту, рослин і погодні умови. На основі цих даних створюється модель, яка дозволяє прогнозувати потреби рослин у поживних речовинах. Потім ця модель використовується для управління дозуванням добрив.

2. Використання нових матеріалів для виготовлення електродів і електродних мас для добрив.

Одним із таких матеріалів є біорозкладні електроди.

Електрод (від електро- та грецького hodos — шлях), (англ. electrode, нім. Elektrode f) — конструктивний елемент електронного, іонного чи електротехнічного приладу чи технологічної установки, який є провідником певної форми, що з'єднує відрізок електричного кола, який знаходиться в робочому середовищі (вакуум, газ, напівпровідник, рідина), з іншою частиною цього кола, яка утворюється дротами [56].

Електрод — це металевий або неметалевий стрижень, призначений для підведення струму до зварювальної дуги. Вони виготовляються з органічних матеріалів, які розпадаються в ґрунті. Це дозволяє зменшити забруднення навколишнього середовища [57] (додаток Е).

3. Автоматизація процесів обслуговування і ремонту обладнання.

Одним із таких методів є використання мобільних роботів для обслуговування і ремонту обладнання. Ці роботи оснащені камерами і сенсорами, які дозволяють їм самостійно виявляти і усувати несправності обладнання [58].

Ці та інші розробки нових засобів підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту мають потенціал для значного підвищення продуктивності.

Розробка нових засобів є ключовим етапом у вдосконаленні агротехнологій та підвищенні врожайності. Можливими напрямками розробки є

1. сучасних сенсорів для вимірювання рівня вологості, рН та концентрації поживних речовин у ґрунті. Вдосконалення системи збору та аналізу даних з сенсорів для точного контролю над підживленням ґрунту.
2. Розробка програмного забезпечення для автоматизованого керування подачею поживних речовин в залежності від потреб культур та умов ґрунту. Впровадження систем штучного інтелекту для прогнозування оптимальних доз поживних речовин.
3. Розробка спеціальних покриттів та матеріалів, що забезпечують краще утримання вологи та поживних речовин у ґрунті.

4. Розробка систем, які дозволяють подавати поживні розчини безпосередньо до кореневої зони рослин, максимізуючи їх поглиблене засвоєння.

5. Розробка енергоефективних рішень для живлення обладнання, що дозволяє зменшити залежність від джерел електроенергії.

6. Впровадження сучасних засобів IoT (Інтернет речей – відноситься до мережі фізичних пристроїв, транспортних засобів, приладів та інших фізичних об'єктів, у які вбудовано датчики, програмне забезпечення та підключення до мережі, що дозволяє їм збирати та обмінюватися даними [59] для забезпечення віддаленого моніторингу та управління процесами в ґрунті.

7. Вивчення впливу нових технологій на навколишнє середовище та природні процеси, забезпечення сталого виробництва.

8. Систематичне тестування та оцінка нового обладнання та методів на різних типах ґрунту та культур.

Ці напрямки розробки можуть бути доповнені та адаптовані в залежності від конкретних умов та вимог сільськогосподарських господарств [60]. Важливо враховувати баланс між введенням нових технологій та їх впливом на довкілля, а також економічну доцільність впровадження нових засобів.

Висновки

У рамках магістерської кваліфікаційної роботи було проведено дослідження щодо підвищення ефективності електротехнологічного обладнання системи керування підживлення ґрунту при вирощуванні грибів у спорудах закритого ґрунту.

Модель дозволяє прогнозувати потребу грибів у поживних речовинах і забезпечує більш точне і своєчасне внесення добрив. Нові матеріали підвищують зносостійкість обладнання і зменшують його енергоспоживання. Автоматизація дозволила зменшити витрати на обслуговування і ремонт обладнання і підвищити безпеку експлуатації.

Розв'язання цих наукових проблем має значне значення для науки і практики. Нова модель управління дозуванням добрив дозволяє підвищити ефективність використання добрив, що призведе до підвищення врожайності грибів і зменшення витрат на виробництво грибної продукції. Нові матеріали для виготовлення електродів і ємностей для добрив підвищують надійність і ефективність обладнання, а також зменшують його негативний вплив на навколишнє середовище. Автоматизація процесів обслуговування і ремонту обладнання дозволяє підвищити ефективність і безпеку експлуатації обладнання.

Рекомендації щодо наукового та практичного використання здобутих результатів

Для подальшого розвитку досліджень у цьому напрямі рекомендується:

- провести додаткові дослідження щодо підвищення точності і надійності моделі управління дозуванням добрив;
- розробити нові методи використання нових матеріалів для виготовлення електродів і ємностей для добрив;
- розробити нові методи автоматизації процесів обслуговування і ремонту обладнання.

Ось деякі конкретні приклади перспективних досліджень у цьому напрямі:

- **Розробка моделі управління дозуванням добрив на основі штучного інтелекту.** Така модель зможе самостійно навчатися і адаптуватися до змін умов вирощування грибів;

- **Використання нових матеріалів для виготовлення електродів і ємностей для добрив, таких як біорозкладні матеріали.** Це дозволить зменшити забруднення навколишнього середовища;

- **Розробка мобільних роботів для обслуговування і ремонту обладнання.** Ці роботи зможуть самостійно виявляти і усувати несправності обладнання, що дозволить підвищити ефективність і безпеку експлуатації обладнання.

Ці та інші дослідження мають потенціал для значного підвищення ефективності виробництва грибної продукції.

Отримані в рамках магістерської кваліфікаційної роботи результати мають важливе значення для підвищення ефективності виробництва грибної продукції. Вони можуть бути використані для розробки нових технологій і обладнання для вирощування грибів у спорудах закритого ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Овочівництво закритого ґрунту. Одеський державний аграрний університет. Режим доступу – URL: https://moodle.osau.edu.ua/pluginfile.php/1162/course/summary/Закритий_ґрунт_ЛП3.pdf (дата звернення: 23.10.2023).
2. Агроіндустрія закритого ґрунту: інновації та продуктивність – Агробізнес сьогодні. Режим доступу – URL: <https://agrobusiness.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/22078-ahroindustriia-zakrytoho-gruntu-innovatsii-ta-produktyvnist.html> (дата звернення: 23.10.2023).
3. Як відкрити закритий ґрунт - AgroTimes. Режим доступу – URL: <https://agrotimes.ua/article/yak-vidkryty-zakrytyj-grunt/> (дата звернення: 23.10.2023).
4. Закритий ґрунт – життя під контролем. Режим доступу – URL: <https://infoindustria.com.ua/zakritiy-grunt-zhittya-pid-kontrolem/> (дата звернення: 23.10.2023).
5. Особливості вирощування садивного матеріалу в закритому ґрунті. URL: <https://forestry.com.ua/2019-01-16-n/> (дата звернення: 23.10.2023).
6. Що таке закритий ґрунт. UAEU Українська ТОП Газета. URL: <https://uaeutop.com.ua/domivka/shcho-take-zakritij-grunt.html> (дата звернення: 30.10.2023).
7. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ. Режим доступу – URL: https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/730322/mod_resource/content/1/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%206.pdf Режим доступу – (дата звернення: 23.10.2023).

8. Внесення стартових добрив: як обрати вірне рішення - AgroONE. Режим доступу – URL: <https://www.agroone.info/publication/vnesennja-startovih-dobriv-jak-obrati-virne-rishennja/> (дата звернення: 23.10.2023).

9. Внесення добрив через краплинний полив - Аква Прайс. Aqua Price. Режим доступу – URL: <https://www.aquaprice.com.ua/ua/vnesenie-udobrenij-cherez-kaпельnyj-poliv> (дата звернення: 23.10.2023).

10. Капельний полив: як правильно розрахувати та купити в Україні. "Кліома Сервіс™ - розплідник ягідних рослин". Режим доступу – URL: <https://klioma-servise.in.ua/ua/a237378-kaпельnyj-poliv-kak.html> (дата звернення: 23.10.2023).

11. Добрива та їх використання в аграрному виробництві. Технологія галузі. Режим доступу – URL: <https://tehngaluzu.wordpress.com/2013/04/11/добрива-та-їх-використання-в-аграрном/> (дата звернення: 23.10.2023).

12. Добрива і біологічна якість сільськогосподарської продукції. Головна Elib LNTU. Режим доступу – URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Бондарчук%20202/page6.html (дата звернення: 23.10.2023).

13. Тема 10 Поняття про систему удобрення. Наукові основи одержання запланованого врожаю. Головна Elib LNTU. Режим доступу – URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Бондарчук%20202/page12.html (дата звернення: 23.10.2023).

14. Способи внесення добрив - строки і основні технології | Агро блог LNZ Web. Режим доступу – URL: <https://lnzweb.com/blog/stroky-vnesennya-dobriv> (дата звернення: 23.10.2023).

15. Фертигація – інноваційний підхід до удобрення культур. Журнал Агроном. Режим доступу – URL: <https://www.agronom.com.ua/fertygatsiya-innovatsijnyj-pidhid-do-udobrennya-kultur> (дата звернення: 23.10.2023).

16. Що таке гідропоніка, методи вирощування рослин без ґрунту. [Hydroponics.in.ua](https://hydroponics.in.ua/ua/art-cto-takoe-gidropnika). Режим доступу – URL: [URL: https://hydroponics.in.ua/ua/art-cto-takoe-gidropnika](https://hydroponics.in.ua/ua/art-cto-takoe-gidropnika) (дата звернення: 23.10.2023).

17. Добрива. Система Оптимум. Режим доступу – URL: <https://www.systopt.com.ua/article-dobryva> (дата звернення: 23.10.2023).

18. Полив рослин: види, способи і інструменти. vseroste.com.ua. Режим доступу – URL: <https://vseroste.com.ua/blog/poliv-roslin-vidi-sposobi-i-instrumenti> (дата звернення: 23.10.2023).

19. Гайдукевич С. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯМ У СПОРУДАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ. [Academia.edu](https://www.academia.edu) - Share research. Режим доступу – URL: https://www.academia.edu/93461990/АВТОМАТИЗОВАНА_СИСТЕМА_КЕРУВАННЯ_ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯМ_У_СПОРУДАХ_ЗАКРИТОГО_ҐРУНТУ (дата звернення: 23.10.2023).

20. П. Цмоць, та Т. В. Теслюк, "Структура та моделі роботи системи управління мікрокліматом мінітеплиці", Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні науки та інформаційні технології, Н 843, с. 228-237, 2016.

21. В. О. Сапик, та Д. П. Карпук, "Апаратне забезпечення автоматизованого регулювання мікроклімату теплиці", Наукові нотатки: міжвуз. 36, вип. 40, с. 245-250, Луцьк, 2013.

22. Л. Г. Віхрова, В. М. Каліч, та Т. О. Прокопенко, "Адаптивна автоматизована система збору та контролю основних параметрів мікроклімату в теплиці" Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб наук пр., вип. 29, с. 168-172, Кіровоград: КНТУ, 2016.

23. Н. Ю. Кривицька, В. Є. Командровська, та В. В. Андрущенко, "Інтеграційні процеси підприємств України: визначення, види та напрями", Економіка та управління підприємствами, вип. 24, с. 131-134, 2017.

24. Лекція 9. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ ГРУНТІВ ПРИ ТЕХНОГЕННОМУ ЗАБРУДНЕННІЮ. Головна | Elib LNTU. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Августинювич/page11.html

(дата звернення: 23.10.2023).

25. Автоматизація поливу та підживлення рослин – Розділ 5. АВТОМАТИЗАЦІЯ Т. П. У ЗАХИЩЕНОМУ ГРУНТІ – Навчальний посібник – Автоматизація технологічних процесів і САК. Режим доступу – URL: https://atpicak.ucoz.ua/load/navchalnij_posibnik/rozdil_5_avtomatizacija_t_p_u_zakhi

shhenomu_grunti/5_3_avtomatizacija_polivu_ta_pidzhivlennja_roslin/24-1-0-69 (дата звернення: 23.10.2023).

26. Що таке родючість ґрунту, і чому про неї багато говорять? Частина 1 | АПК HLR. АПК HLR. Режим доступу – URL: <https://apk.hlr.ua/articles/plodorodie-pochvyi-ego-oczenka-i-prakticheskoe-znachenie> (дата звернення: 23.10.2023).

27. Вирощування шампінйонів: бізнес-план для фермера - AgroApp: Швидке кредитування для агробізнесу AgroApp: Швидке кредитування для агробізнесу. Режим доступу – URL: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/viroshhuvannya-shampinjoniv-biznes-plan-dlya-fermera/> (дата звернення: 23.10.2023).

28. Як вирощувати печериці?. AGRO-MARKET - інтернет-магазин насіння і саджанців, продаж кореневищ і цибулин квітів. Режим доступу – URL: https://agro-market.net/ua/news/ogorod/kak_vyrashchivat_shampinony/ (дата звернення: 23.10.2023).

29. Prostobank Consulting. Вирощування грибів гливи та шампінйонів в домашніх умовах: бізнес ідеї, технології. Рейтинги банківських послуг України: порівняння депозитів, кредитів, кредитних карток та інших продуктів, новини банків на Bankchart.com.ua. Режим доступу URL: https://bankchart.com.ua/biznes/biznes_start/statti/viroschuvannya_glivi_openkiv_pec_herits_yak_biznes_vitrati_dohodi_tehnologiya (дата звернення: 23.10.2023).

30. Приготування та внесення мінеральних і органічних добрив. GitHub Pages. Режим доступу URL:

https://evgivanov.github.io/expl_html_book/book/part3/tema3-2.html

(дата

звернення: 23.10.2023).

31. Сучасна технологія вирощування грибів шампіньйонів - УАПГ. Режим доступу – URL: <https://uapg.ua/blog/suchasna-tehnologiya-viroshhuvannya-gribiv-shampinjoniv/> (дата звернення: 23.10.2023).

32. ДСТУ 7948:2015. Якість ґрунту. Проведення аналізів. Загальні вимоги.

33. Товарознавство. Продовольчі товари: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів освіти 1 та 2 рівнів акредитації / О.Г. Бровко, О.В. Булгакова, Г.С. Гордієнко, В.В. Дяглов, А.А. Квасников, А.П. Козлов, О.В. Кудінова, Н.Т. Лазарева, Г.О. Ліхоніна, Л.П. Ляховченко, В.Д. Малигіна, І.І. Медведькова, Л.В. Молоканова, Л.В. Породіна, В.П. Ракова, О.А. Ракша-Слюсарєва, Е.О. Темнохуд. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2008. - 619 с.

34. Загальна характеристика грибів – урок. Біологія. МійКлас. Режим доступу – URL: <https://www.miyklas.com.ua/p/biologiya/6-klas/tcarstvo-gribi-16033/zagalna-kharakteristika-gribiv-yikh-rol-u-prirodi-ta-zhitti-liudini-16034/re-0cf3b2ba-64fc-4c08-ad63-5c0b0daf3a4e> (дата звернення: 23.10.2023).

35. Отруйні гриби України: головні види, зовнішні ознаки та симптоми отруєння. Новини України – УНІАН. Режим доступу – URL: <https://www.unian.ua/lite/advice/otruyni-gribi-foto-otruyni-gribi-yaki-buvayut-11207060.html> (дата звернення: 23.10.2023).

36. Питання-Відповідь Нова Теплиця. Режим доступу – URL: <https://novateplica.com.ua/uk/questions/> (дата звернення: 23.10.2023).

37. Теплиця. Позитивні і негативні сторони. Ландшафтний дизайн Київ. Озеленення та благоустрій територій. Режим доступу – URL: <https://xn--80ai1b.top/Teplica-Polozhitelnye-i-otricatelnye-storony-ua.html> (дата звернення: 23.10.2023).

38. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві / Віртуальні виставки. РОУНБ (РДОБ) - Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека.

Режим доступу URL: URL: <http://libr.rv.ua/ua/virt/114/> (дата звернення: 23.10.2023).

39. Головний сайт для агрономів. Управління елементами живлення – підгрунтя для планованих врожаїв. Superagronom.com. Режим доступу – URL: <https://superagronom.com/articles/164-upravlinnya-elementami-jivlennya--pidgruntya-dlya-planovanih-vroжайiv> (дата звернення: 23.10.2023).

40. Лекція. Організація обслуговування електротехнічного обладнання у сільському господарстві. Навчально-інформаційний портал НУБіП України.

Режим доступу – URL: <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=275105> (дата звернення: 23.10.2023).

41. Вирощування грибів. Laravel. Режим доступу – URL: <https://www.systopt.com.ua/article-vyroshhuvannya-grybiv> (дата звернення: 23.10.2023).

42. Основні відомості про енергетичне обладнання, що використовують у сільському господарстві. URL: https://cdn.snau.edu.ua/moodle/pluginfile.php/305322/mod_resource/content/1/2.pdf (дата звернення: 23.10.2023).

43. Що таке внесення добрив за змінною нормою (VRA)? URL: <https://support.at.farm/hc/uk/articles/360017891139-%D0%A9%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B5-%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B8%D0%B2-%D0%B7%D0%B0-%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%8E-%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%BE%D1%8E-VRA-> (дата звернення: 23.10.2023).

44. Способи внесення добрив, види добрив та їх технологічні властивості.

Головна Навчальний портал НУБіП. URL: https://elearn.nubip.edu.ua/pluginfile.php/733343/mod_resource/content/1/%D0%9B

82%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%B4%D0%BE%20%D1%
pdf (дата звернення: 23.10.2023).

45. Методи підвищення надійності. URL: [http://radio-
vtc.inf.ua/Quality/L6.pdf](http://radio-
vtc.inf.ua/Quality/L6.pdf) (дата звернення: 29.10.2023).

46. Ізоляція теплиці: види, матеріали і способи покриття. Кузня. URL:
<https://kuznya-iviv.com.ua/izoliatsiia-terplytsi-vydy-materialy-i-sposoby-pokryttia/>
(дата звернення: 23.10.2023).

47. Опис та характеристика рослини ГЛИВА ЗВИЧАЙНА. Аграрії разом.
URL: <https://agrarii-razom.com.ua/plants/gliva-zvichayna> (дата звернення:
23.10.2023).

48. Вирощування в теплиці з полікарбонату овочів, фруктів, квітів та
грибів зимою та літом - відео та опис. Фермерство в Україні. URL:
<https://www.fermerstvo.org.ua/viroschyvannua-v-terpluzi.html> (дата звернення:
23.10.2023).

49. Як вирощувати гриби в домашніх умовах в підвалі - Soytisdat.biz.ua.
Soytisdat.biz.ua – Вісник Щинителя. URL: [https://soytisdat.biz.ua/jak-viroshhuvati-
gribi-v-domashnih-umovah-v/](https://soytisdat.biz.ua/jak-viroshhuvati-gribi-v-domashnih-umovah-v/) (дата звернення: 29.10.2023).

50. Вирощування грибів в теплиці технологія і особливості розведення
різних видів - Фермер. Фермер - Все для саду та городу. URL:
<https://varest.com.ua/viroshhuvannja-gribiv-v-terpici-tehnologija-i/> (дата звернення:
29.10.2023).

51. Які добрива вносити восени – види і дозування. Режим доступу –URL:
<https://ukr.media/garden/371275/> (дата звернення: 23.10.2023).

52. Машина для внесення мінеральних добрив | Техніка для внесення
КАС, аміачної води. Богуславська сільгосптехніка | Обприскувачі
сільськогосподарські, Культиватори, Запчастини. Режим доступу – URL:
<https://boguslav.ua/produkcziya/amvoda/> (дата звернення: 23.10.2023).

53. Лабораторні випробування - Український інститут стандартів. Український інститут стандартів. Режим доступу URL: <https://usi.biz.ua/laboratorni-viprobuвання/> (дата звернення: 23.10.2023).

54. Оцінювання достовірності значень за t - критерієм Стьюдента. Pidru4niki. URL: <https://pidru4niki.com/10611207/psihologiya/otsinyuvannya-dostovirnosti-znachen-kriteriyem-studenta> (дата звернення: 23.10.2023).

55. Тема: критерій U Манна-Уїтні. Факультет психології. URL: <https://psychology.karazin.ua/dist2020/materialy/Olefir/Manna-Uitni.pdf> (дата звернення: 23.10.2023).

56. Кореляційний аналіз даних: Що це таке і як його застосовувати – UA5.org. UA5.org – Матеріали з інформаційних технологій. URL: <https://ua5.org/model/1728-korelyaczijnyj-analiz-danyh-shho-cze-take-i-yak-jogo-zastosovuvaty.html> (дата звернення: 23.10.2023).

57. Методи експериментальних досліджень. Ужгородський національний університет. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/23890> (дата звернення: 23.10.2023).

58. Головний сайт для агрономів. Локально-стрічкове диференційоване внесення добрив. Superagronom.com. URL: <https://superagronom.com/articles/27-lokalno-strichkove-diferentsiyovane-vnesennya-dobriv> (дата звернення: 23.10.2023).

59. Кінетика електродних процесів. URL: <https://compi.com.ua/kinetika-elektroodnih-procesiv-polyarizaciya-depolyarizaciya-i.html> (дата звернення: 23.10.2023).

60. What is the internet of things? IBM. IBM in Deutschland, Österreich und der Schweiz | IBM. URL: <https://www.ibm.com/topics/internet-of-things> (дата звернення: 23.10.2023).

НУБІП України

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця. Типові проекти тепличних комбінатів

Номер ТП	Площа, га	Тип теплиць	Снігове навантаження, Н/м ²	Найнижча добова температура, °С
810-73	6	Блочні скляні овочеві	100-150	-25 – -35
810-82	6		100	-25
810-86	6		100-150	-25 – -35
810-85	6		150	-25
810-83	6		150	-25 – -35
810-84	6		150	-25 – -35
810-95	3	Аграрні скляні овочеві	250	-40
810-91	1	Блочні плівкові розсадні	100	-15
810-94	1		100	-15
810-93	1	Блочні плівкові овочеві	100	-15
810-73	1		100	-15

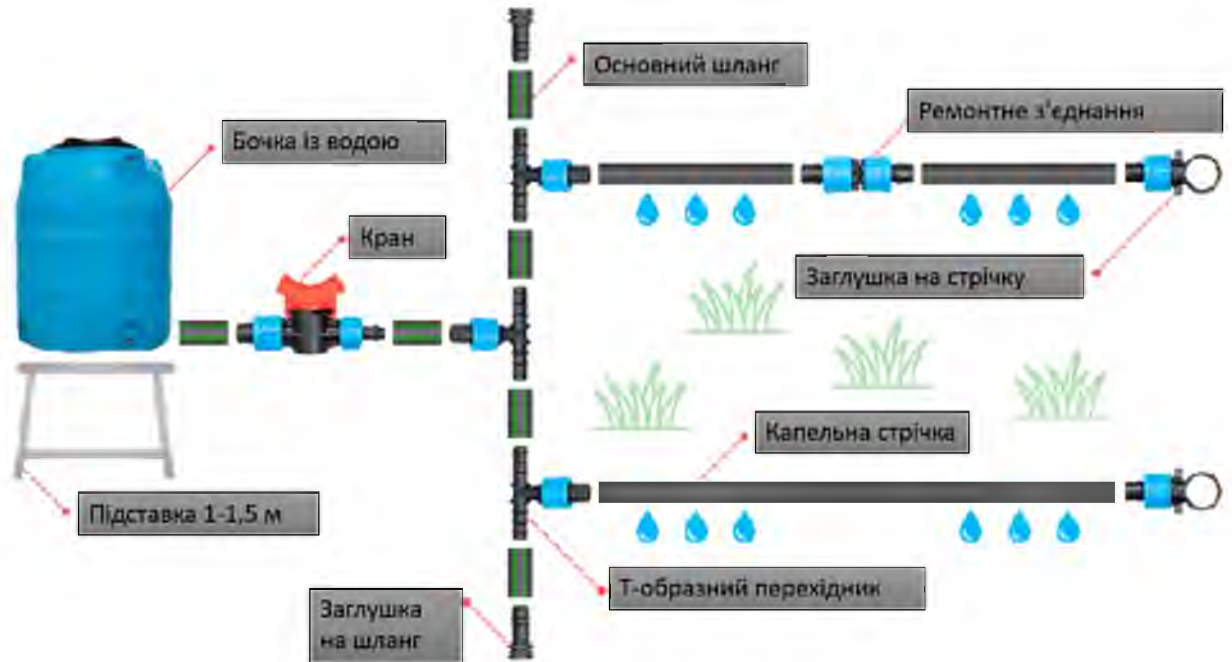
Додаток Б

Рисунок. Печериці в теплиці.



Додаток В

Рисунок. Традиційний крапельний полив



Додаток Г

Рисунок. GreenTest mini ECO. Нітрат-Тестер, Дозиметр і вимірювач жорсткості води



Додаток Д

Рисунок. Форсунки

Фото	Найменування	ГДК*
	Гриби	40

Нітратовимірювач	
Чутливість	0,1 мг / кг
Матеріал корпусу	Ударостійкий пластик
Дисплей	Чорно-білий. 61x128.
Габаритні розміри, мм	100x30x18
Маса виробу (без елементів живлення), не більше, гр.	30 м акумулятор (Li-ion) 65 mAh, підзарядка через USB-порт
Діапазон температур зберігання, °С	-20 ... + 50
Похибка приладу, не більше	не більше 10%



Додаток Е

Рисунок. Електроди для зварювання



Додаток Ж

Рисунок. Експлуатаційні властивості енергетичного обладнання

