

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

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології
Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Баланський Андрій Борисович

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Удосконалення електрифікації цеха для вирощування грибів за
інтенсивною технологією з розробкою системи автоматичного управління
мікрокліматом

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

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

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Савченко Л.Г.
к.і.н., доцент

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Баланський Андрій Борисович. Удосконалення електрифікації цеха для вирощування грибів за інтенсивною технологією з розробкою системи автоматичного управління мікрокліматом. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

Завданням кваліфікаційної роботи було на прикладі грибниці довести ефективність вирощування гливи за рахунок впровадження автоматичного управління параметрів мікроклімату. Можливість використання споруд захищеного ґрунту з непрозорим покриттям, необхідних для вирощування грибів, робить їх використання енергозберігаючими завдяки «ізольованості» камери від чинників, які б порушували температурно-вологісний режим. Крім того, можна підвищити економічну ефективність вирощування гливи за рахунок впровадження автоматичного управління параметрами мікроклімату.

Поставлена задача була досягнута за рахунок впровадження сучасних засобів автоматизації, які дозволили зменшити витрати праці на виробничий процес, підвищити річний обсяг продукції і конкурентну спроможність вирощеної на об'єкті гливи.

Ключові слова: електрифікація, мікроклімат, схема управління, технологія, електропривод.

ANNOTATION

Balansky Andrey Borisovich. Improving the electrification of the shop for growing mushrooms by intensive technology with the development of an automatic microclimate control system. - Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for the bachelor's degree in the specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics". – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The task of the qualification work was to prove the efficiency of oyster mushroom growing on the example of a mycelium by introducing automatic control of microclimate parameters. The possibility of using the structures of protected soil with an opaque coating, necessary for growing mushrooms, makes their use energy-saving due to the "isolation" of the camera from factors that would violate the temperature and humidity. In addition, it is possible to increase the economic efficiency of oyster mushroom cultivation through the introduction of automatic control of microclimate parameters.

This goal was achieved through the introduction of modern automation tools, which have reduced labor costs for the production process, increase the annual output and competitiveness of oyster mushrooms grown on site.

Key words: electrification, microclimate, control scheme, technology, electric drive.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ.....	8
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ...	18
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	25
ВИСНОВКИ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	32
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Харчова промисловість – одна з перших серед інших галузей змогла пристосуватися до ринкових умов, подолати наслідки кризи 90-х років і досягти позитивних результатів. Починаючи з 1999 року, в галузі нарощується виробництво, зростає питома вага харчової промисловості в загальних обсягах продукції. Основним фактором зростання обсягів виробництва в галузі стало імпортозаміщення завдяки істотному поліпшенню якості вітчизняних виробів і відсутньої девальвації гривні. Отже, харчова промисловість стає привабливою для інвестування, і все більша увага отримує вирощування грибів.

Основним фактором, який стримує розвиток і поширення вирощування грибів є його велика енергоємність, яка одночасно сприяє впровадженню наукових досягнень, вимагаючи від господаря не тільки раціонального використання ресурсів, а й пошуку нових методів ведення господарства.

Відомо, що в вирощуванні грибів істотну роль відіграють витрати на опалення, серед шляхів зниження яких наступні:

- оптимізація температурно-вологісного режиму з урахуванням біологічних особливостей рослин;
- алгоритми автоматизації підтримки параметрів мікроклімату;
- удосконалення конструкції споруд захищеного ґрунту.

Досягнення відчутного результату можливо при комплексному використанні заходів зниження витрат, що і пропонується в даному дипломному проекті, а саме, застосування сучасних засобів автоматизації для забезпечення гнучкого алгоритму підтримки параметрів мікроклімату і застосування сучасного непрозорого покриття.

На сьогоднішній день в спорудах захищеного ґрунту з непрозорим покриттям вирощування овочевих культур не практикується в Україні, але практикується вирощування грибів в переобладнаних приміщеннях, овочесховищ, підвалах, що має спільні риси з обраним напрямом.

Ефективність даного напрямку планується довести на прикладі вирощування гливи. Чому обрано саме гриби, а зокрема - гливи?

В умовах дефіциту продовольчого білка, високу вартість м'ясних продуктів значну поживну цінність набувають плодові тіла гливи звичайної та інших видів цього роду.

Вирощування грибів також має загальні вимоги до технології вирощування з обраним напрямом проєкту, і це буде першим кроком до застосування непрозорого покриття, враховуючи овочівництво. А глива обрана тому, що технологія її вирощування вимагає ізоляваності від зовнішнього середовища, вона має попит у населення і її поживність не поступається картоплі, печериць і таке інше. Крім того субстрат для вирощування гливи може складатися з відходів рослинництва, а отриманий урожай, при дотриманні технологічного процесу, може становити 25% від маси субстрату, а при застосуванні різних добавок - може досягти 35% .

При вирощуванні грибів для виробництва субстрату можна використовувати солому, яка залишається після збору зернових. Крім того, сприятливий транспортне положення дозволяє вигідно реалізовувати вирощену продукцію.

Метою кваліфікаційної роботи є проєктування системи електрифікації цеху для вирощування грибів.

Об'єкт дослідження: методи проєктування енергозабезпечення промислових цехів.

Предмет дослідження: закономірності впливу умов вирощування грибів на вибір засобів електрифікації та атоматизації цехів для їх вирощування.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Баланський А. Б.** Контроль клімату при вирощуванні шампіньонів. Збірник тез VII-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу*

сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 31 березня 2021 року. Житомир : ЖАТК, . С. 158.

2. Савченко Л. Г., **Баланський А.**, Романчук Н., Ковальов Б., Макарчук П. Моделювання надійності електроприводу. *Інноваційні технології в АПК*: збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції, 20-21 травня 2021 р., м. Луцьк. Луцьк: Луцький НТУ, 2021. С. 110-112.

3. Савченко Л.Г., Романчук Н, **Баланський А.** Проблема аналізу надійності електроенергетичних систем. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, м. Умань 20 травня 2021 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. С. 200-203.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути впровадженні в цехах для вирощування грибів на промисловій основі в умовах Житомирської області.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 18 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 33 сторінок комп'ютерного тексту, містить 12 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ

Існує два методи вирощування гливи: екстенсивний та інтенсивний.

Екстенсивний метод вирощування гливи простий, дешевий, зручний для лісових господарств, які мають велику кількість деревних відходів різних листяних порід дерев, а також для садівників, жителів села. Хоча збір врожаю носить сезонний характер, даний метод має свої переваги: використання відходів деревини, яка зазвичай не використовується у деревообробній промисловості.

Цей метод не потребує великих капіталовкладень і витрат електроенергії, оскільки для вирощування гливи таким методом відсутня необхідність в спеціальних приміщеннях, складних процедурах підготовки субстрату. Отримання цінного поживного продукту виконується по безвідходній технології.

Інтенсивний спосіб культивування гливи відрізняється складом субстрату і можливістю отримання продукту протягом усього року при вирощуванні в захищеному приміщенні при заданих параметрах навколишнього середовища. Цей спосіб має більш короткий цикл (2-2,5 місяці на відміну від екстенсивного - близько 3 місяців) і придатний до механізації та автоматизації технологічного процесу. Відомі два способи інтенсивного вирощування гливи - стерильний і нестерильний. Стерильний спосіб полягає в тому, що зволене поживна речовина закладають в автоклав, стерилізують, а потім додають до субстрату грибницю. При цьому конкурентні мікроорганізми гинуть, а міцелій гливи вільно розвивається.

Цей спосіб дає гарні результати, але для підсобного господарства маловживаних: він вимагає стерильних умов протягом усього періоду вирощування або внесення в стерилізований субстрат так звані мікробіологічні добавки, які складаються з комплексу бактерій, які стримують розвиток

запліснявілих грибів, але не заважають розвитку гливи. Така мікробіологічна добавка в Росії не проводиться і запатентована в Угорщині і Франції. Цей спосіб використовується для вирощування передпосівного міцелію і проведення лабораторних експериментів.

В кінці 20-х років був розроблений нестерильний спосіб вирощування гливи, при якому необхідна тільки пастеризація (пропарювання) субстрату, а всі останні процеси проходять в нестерильних умовах. Тут також можна використовувати бактеріальні добавки, але можна обійтися і без них, якщо дотримуватися санітарних умов.

Слід зауважити, що цей спосіб не дає стовідсоткової гарантії отримання красивого, стабільного врожаю: завжди залишається загроза пліснявіння субстрату. Тому краще вирощувати гливи в невеликих масштабах, тоді легше проводити профілактичні заходи. Як субстрат можна використовувати відходи сільськогосподарського виробництва: солома злакових культур, лузга насіння соняшнику, стебла і стержні качанів кукурудзи, стружку та ін. Необхідно стежити, щоб ці відходи не були заражені цвіллю.

Перераховані вище відходи можна змішувати в різних пропорціях, що дає можливість експериментувати і раціонально використовувати відходи підсобного господарства.

У даній роботі приймається інтенсивна технологія виробництва гливи з нестерильними умовами навколишнього середовища, яка дозволить зменшити капіталовкладення при якісному врожаї, але для цього необхідно суворо дотримуватися технології вирощування гливи та санітарно-гігієнічних правил.

Вирощування гливи звичайним інтенсивним методом в спеціально обладнаному приміщенні з параметрами мікроклімату, якими можна управляти, має ряд переваг перед екстенсивним методом, а саме: процес виробництва плодівих тіл може виконуватися протягом всього року. Урожайність методу більш стабільна, завдяки створенню оптимальних умов для росту грибниці і плодоношення. Використовуючи різноманітні субстрати, в зв'язку з термічною

обробкою, можна отримати більш короткий технологічний цикл. При інтенсивному методі вирощування можлива механізація та автоматизація виробничих процесів.

Розглянемо технологічні блоки більш детально. Як субстрат для вирощування гливи використовуються відходи сільськогосподарського виробництва: солома злакових культур, лузга насіння соняшнику, стебла і стержні качанів кукурудзи, стружку та ін. Необхідно стежити, щоб ці відходи не були заражені цвілью і відповідали умовам (таблиці 1.1).

Таблиця 1.1 – Умови для вибору субстрату

Умови вибору	Характеристики
виробничі	Доступність, транспортування, вартість, зберігання
технологічні	Однорідність, технологічність
біологічні	Інфікованість, селективність
фізичні	Структура, міцність, дисперсність, вологість
хімічні	Склад, ставлення вуглецю до азоту, кислотність
мікологічні	Зростання міцелію (біологічна ефективність)
екологічні	Екологічна чистота (пестициди, важкі метали, радіонуклідів)

До добавок відносяться відходи первинної сировини харчової та легкої промисловості рослинного і тваринного походження висушені або мелені в борошно, як правило, їх використовують для підвищення поживності субстрату.

Подальша обробка субстрату складається з подрібнення, замочування і ферментації, для обраної технології.

Подрібнення соломи до 5 см дозволяє уникнути пустот, які міцелій повинен долати. Подрібнений субстрат потрібен певний час замочувати у воді, щоб він всмоктав в себе необхідний запас вологи. Від залишків вологи можна позбавлятися за допомогою спеціальних пристроїв. Оптимальна вологість субстрату 70%, яку на практиці визначають так: якщо стиснути субстрат в руці,

то між пальцями будуть крапельки води. При початковій вологості субстрату 15% для його зволоження знадобиться 3-4 тисячі літрів води на тону субстрату.

Ферментація - процес, при якому субстрат одночасно обробляють теплом і свіжим повітрям. Температуру субстрату намагаються швидко підняти до рівня 60-70°C і витримують протягом 8-12 годин - пастеризація. Далі необхідно поступово охолоджувати субстрат до 45°C протягом 48-72 годин - конденсація. При проведенні ферментації вологість субстрату повинна знаходитися в межах 70-80%, а температура не повинна перевищувати 70°C. По закінченню ферментації субстрат, використовуючи штучне повітряне охолодження, доводять до температури 25-28°C.

Субстрат можна запарювати в кормозапарника: завантажують сухий субстрат, потім заливають його гарячою водою (80-85°C). Високу температуру підтримують також за рахунок періодичної подачі пари в кормозапарника. Час обробки пшеничної соломи в цьому випадку становить 3-4 години.

Посівний міцелій, якщо він до цього зберігався в холодильнику, за день до інокуляції вивантажують в приміщення з кімнатною температурою для того, щоб температура міцелію і субстрату зрівнялася. Міцелій вивантажують в продезинфіковану ємність, де подрібнюють руками до окремих зерен. На руки обов'язково надягають чисті гумові рукавички, які періодично миють і дезинфікують в 1% розчині гіпохлорату натрію. Міцелій вноситься або пошарово, або рівномірно переміщується з субстратом. Для міцелію вітчизняного виробництва норма внесення становить 3-5% від маси субстрату, для фірмового міцелію - досить 1,5-1,8%.

При формуванні субстрату блоків необхідно, щоб температура субстрату була 20-30°C. Оптимальне значення рН субстрату для зростання гливи 5-6, а вологість 70-80%.

На виробництві оброблений субстрат з камери надходить в змішувач, в якому встановлений дозатор міцелію. На виході змішувача, субстрат, зазвичай,

розфасовують в перфоровані поліетиленові мішки, які перфорується заздалегідь, або складаються в блоки. У даній роботі пропонується використовувати традиційний спосіб вирощування грибів: одноразові мішки з субстратом, що формуються в групи і підвішені на тросах, які закріплені на стелі. Формування в групи забезпечує необхідні «коридори» для персоналу і тачок.

Перед початком технологічного циклу, або перед закладкою нової партії, проводять дезінфекцію виробничих приміщень і обладнання. Для чого в даному дипломному проекті пропонується використовувати бактерицидні лампи.

Залежно від виду субстрату, який використовується, якості посівного міцелію, мікроклімату і точності дотримання технології виробничий цикл вирощування гливи може становити 8-10 тижнів - це час, який проходить від внесення грибниці до видалення відпрацьованих блоків. Процес інкубації триває 21 день. Він характеризується необхідністю контролю клімату, параметри якого наведені в таблиці 2.2, і процесу розростання міцелію в субстраті.

Таблиця 1.2 – Умови плодоношення гливи і параметри мікроклімату

Фаза	термін (днів)	Параметри мікроклімату			
		Температура повітря, °C	Освітленість (Вт/м ²)	Вологість повітря, %	Вентиляція, м ³ /год на 1т субстрату L _{розр}
Інкубація	16-20	20-24	-	50-70	Для охолодження субстрату
Індукція плодоношення	2-3	10-14	Не важливо	70-80	100-200
Плодоношення	5-7	14-16	3-5 (8-12 годин)	85-95	100-200
Плодоношення	3-7	14-16	3-5 (8-12 годин)	80-90	100-200
Період відпочинку	5-7	20-24	Не важливо	70-80	Рециркуляція для вирівнювання температури

Тривалість плодоношення - 42 доби. Основний урожай доводиться на її перше і друге плодоношення. При дотриманні технології врожайність становить 20% від ваги субстрату. Гриби збирають, сортують, швидко

охолоджують до $+20\text{ C}^0$ в спеціальному холодильнику, потім перевозять в холодильник на зберігання ($+20\text{C}^0$). Транспортування в спеціальних автомобілях при температурі $+20\text{ C}^0$.

Утилізація відпрацьованого субстрату проходить в наступній послідовності: субстрат пропарюють при 700 C^0 протягом 12 годин в спеціальній камері, вивозять на звалище або використовують як органічне добриво, оскільки при вирощуванні на рослинних субстратах глива здатна зруйнувати целюлозу і лігнін із звільненням легкодоступних компонентів. План приміщення наведений в графічній частині.

Нормальний повітрообмін необхідний для вирощування гливи, особливо якщо одночасно з подачею повітря виконується його охолодження, підігрів або зволоження. Глива потребує 4-5 разів більшому провітрюванні, ніж печериці. Максимальна потужність вентилятора - $300-500\text{ м}^3 / \text{рік}$, вона залежить від температури і пори року. У виробничому приміщенні при розведенні грибів допустимий вміст вуглекислого газу в повітрі становить $0,6-0,5\%$. Відповідну норму провітрювання необхідно встановити експериментально. Протяги, зайвий рух повітря шкідливі, тому що (особливо якщо повітря сухе) маленькі гриби висихають, краю великих капелюшків скручуються, жовтіють, висихають. При необхідності підігрітий або охоложене повітря запускають через повітропровід, який розташований в приміщенні під стелею, причому отвори направляють вгору або в прохід між грибами. Необхідно забезпечити можливість зворотної циркуляції повітря, оскільки не завжди є потреба максимальну кількість свіжого повітря, але в приміщенні не повинно бути протягів. Використане повітря виводиться вниз через отвори, розташованих збоку приміщення. Зовні це повітря доцільно вивести вгору за допомогою труби на висоту 3-4 м. Неприпустимо, щоб близько мобільних грядок створювалася оболонка вуглекислого газу, її необхідно постійно «рухати».

Відповідно до попередніх розрахунків визначимо кількість грядок.

Визначимо обсяг однієї грядки:

$$V_{\Gamma} = 3 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h, \quad (1.1)$$

де h – висота мішка, м;

d – діаметр, м;

3 – кількість мішків на одному тросі.

$$V_{\text{М}} = 3 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 0,7 = 0,41 \text{ м}^2;$$

Визначимо вагу субстрату в одному мішку:

$$m = \rho \cdot V_{\text{МГ}}, \quad (1.2)$$

де ρ – щільність субстрату, кг / м³, найбільш прийнятна щільність субстрату = 450 кг / м³.

$$m = 450 \cdot 0,41 = 185 \text{ кг};$$

Визначимо розрахункову кількість мобільних грядок:

$$N_{\text{р}} = \frac{M_{\text{р}}}{m}, \quad (1.3)$$

де $M_{\text{р}}$ – розрахунковий вага субстрату для отримання необхідного врожаю грибів, кг. $M_{\text{р}} = 20000$ кг.

$$N_{\text{р}} = \frac{20000}{185} = 108;$$

Приймаємо загальна кількість грядок $N = 108$ шт.

Тоді приймаємо $m = 9$ рядів по $n = 12$ тросів в кожному ряду.

Визначимо габарити приміщення. Довжина ряду, м:

$$L = 1,3 \cdot n, \quad (1.4)$$

$$L = 1,3 \cdot 12 = 15,6 \text{ м};$$

Приймаємо довжину приміщення $L = 15$ м.

За технологічними вимогами приймаємо ширину робочої зони $B = 10$ м.

Визначимо площа приміщення, м²:

$$S = L \cdot B, \quad (1.5)$$

$$S = 15 \cdot 10 = 150 \text{ м}^2;$$

Для того, щоб перевірити ефективність проведених розрахунків, необхідно визначити коефіцієнт використання площі приміщення, кг / м²:

$$\text{ВП} = \frac{M}{S}, \quad (1.6)$$

$$\text{ВП} = \frac{20000}{150} = 133 \text{ кг} / \text{ м}^2;$$

При вирощуванні в мішках він коливається від 100 кг / м² до 200 кг / м².

Вибір і розміщення технологічного обладнання

Електрощитова, де розташовані групові щити і шафа управління, і приміщення для культивування гливи, де розташоване робоче обладнання, за характером навколишнього середовища і за ступенем ураження електричним струмом відноситься до особливо небезпечних.

Камера інкубації і плодоношення за характером навколишнього середовища відноситься до особливо сирим з хімічно активним середовищем, тому що відносна вологість при технологічному процесі повинна триматися в межах 75-95%, тобто, є пари вологи, які здатні конденсуватися при незначному зниженні температури, хімічно активні речовини виникають під час технологічного процесу; за ступенем ураження електричним струмом його можна віднести до особливо небезпечних, оскільки присутні кілька небезпечних факторів: бетонні поли, характер навколишнього середовища, одночасний дотик до частин електричного обладнання, яке знаходиться під напругою і заземлені конструктивних елементів приміщення.

Електрощитову також можна віднести до особливо небезпечних, оскільки приміщення можна віднести до вологої категорії, струмопровідний підлогу і можливе одночасне дотик частин електричного обладнання, яке знаходиться під напругою, і заземлені конструктивних елементів приміщення.

Для виконання умов технологічного процесу виробництва інокулював субстрату вибираємо енергетичне обладнання (таблиця 1.3). Електричні

двигуни для даного обладнання (таблиця 1.3) вибираються відповідно, з огляду на те, що двигуни правильно підібрані у виробника, до встановленої потужності. Паспортні дані прийнятих двигунів приведені в таблиці 1.5.

Розрахунок і вибір електросилового обладнання для підтримки параметрів мікроклімату виконані в наступному розділі, а схема електрична розподільча (заповнена за результатами розрахунків пункту 4.5) і план розташування обраного обладнання наведені в графічній частині.

Таблиця 1.3 - Обладнання для виробництва субстрату і його інокуляції

Технологічний процес	Тип	Продуктивність	Встановлена потужність, кВт
Ухвалення, накопичення, дозована подача компонентів субстрату	БДК-Ф-70-20	От 2,3 до 9 т/час	8,6
Подрібнення сіна, соломи в розсипному стані вологістю до 25%	ИГК-30Б	3 т/час	30
Запарювання компонентів субстрату (ферментація)	С-12	4 т/час	15
Дозування міцелію	ДТК	9-180 кг/час	0,27
Подача подрібненої соломи	А9-КТФ	3 т/час	0,75

Вибір і розміщення світлотехнічного обладнання

Вибір світлотехнічного обладнання визначається характером навколишнього середовища, вимог до освітленості і економічною доцільністю. При виборі необхідно, щоб ступінь захисту устаткування відповідала характеру навколишнього середовища в приміщенні.

Вибір джерела світла визначається показниками економічної доцільності та ефективності, а також необхідно враховувати рекомендації нормативних

документів СНиП II-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування і Галузеві норми освітлення сільськогосподарських підприємств, будівель і споруд.

В даному проекті застосовується система загального освітлення з рівномірним розташуванням світильників. Розрахунок проводився за методом коефіцієнта використання (лампи розжарювання) і з застосуванням методу лінійних ізолюкс.

Результати вибору наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Технічні дані вибраного обладнання

Найменування	Тип	Встановлена потужність, кВт	Тип двигуна	Паспортні дані двигуна								
				Частота обертів, об/хв.	Потужність, кВт	Струм, А	ККД %	Коефіцієнт потужності, у.е.	$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{ном}}}$
Накопичення	БДК-Ф-20	8,6	АИР132М4У3	1450	11	22	87,5	0,87	7,5	2,0	2,2	1,6
Подрібнення	ИГК-30Б	30	АИР180М4У3	1470	30	57	92	0,87	7,0	1,7	2,7	1,5
Запарювання	С-12	15	АИР160М6У3	920	15	30	87,5	0,87	6,0	1,2	2,0	1,1
Дозування	ДТК	0,27	АИР63В4У3	1320	0,37	1,2	68	0,7	5,0	2,1	2,2	1,8
Подача готової соломи	А9-КТФ	0,75	АИР80А6У3	920	0,75	2,3	70	0,7	4,5	2	2,2	1,6

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Оскільки камера інкубації і плодоношення належить до категорії приміщень особливо вологих з хімічно активним середовищем, то саме тому все технологічне обладнання повинно мати ступінь захисту IP 54.

Вибір необхідного обладнання виконується відповідно до конструктивно габаритними параметрами культиваційних приміщення для вирощування грибів і маси завантаженого субстрату, має принципові відмінності в порівнянні з вибором аналогічного обладнання для тваринницьких приміщень. Це пов'язано, перш за все, з тим, що субстрат для вирощування грибів, на відміну від тварин і птиці, не має здатності підтримувати постійну температуру при зміні температури внутрішнього повітря в приміщенні, незважаючи на виділення їм біологічного тепла, яке утворюється за рахунок життєдіяльності міцелію.

Характерною особливістю культиваційних приміщень для вирощування грибів є те, що правильний вибір опалювально-вентиляційного обладнання забезпечує лише принципову можливість утримання заданих значень температури субстрату і повітря. Важливе значення має зміст заданого рівня різниці температур, яка забезпечує нормативне випаровування води субстратом і грибами. Вплинути на величину температури субстрату, за умови постійного значення швидкості повітря над його поверхнею, можна тільки за рахунок зміни температури внутрішнього повітря. У зв'язку з цим необхідно враховувати динаміку зміни температури субстрату і повітря в культиваційних приміщенні.

Важливе значення при вирощуванні грибів має також підтримання балансу вологи, оскільки при вологості повітря, значно меншою, ніж максимально можлива, зв'язана вода випаровується і поверхню гриба починає підсихати, а при вологості повітря, близькій до максимально можливої, зв'язана

вода не випаровується, а навпаки, вільна волога дифундує на поверхню плодового тіла і відбувається набухання стінок поверхневих клітин гриба, який забезпечує баланс між пружністю і еластичністю.

Відомо, що необхідно затратити 2 кг води на вирощування 1 кг плодових тіл грибів. Причому 55% води, або 1,1 кг, випаровується субстратом і грибами. При врожаї в кількості 100 кг / т субстрату, отриманого за 8 днів, необхідне випаровування води буде становити 570 г / т годину.

Нагрівання повітря в зимовий і його охолодження в літній періоді спричиняє зменшення парціального тиску водяної пари в припливно повітрі, який призводить до наднормативного збільшення випаровування вологи субстратом і грибами. У зв'язку з цим подачу водяної пари в культивацийні приміщення необхідно здійснювати найбільш інтенсивно при низьких значеннях температури зовнішнього повітря. З підвищенням температури зовнішнього повітря його вологоємність також збільшується, що призводить до зменшення подачі водяної пари. Припинення подачі водяної пари відбувається одночасно з відключенням нагрівальних приладів. У літній період компенсації вологи можна досягти шляхом дрібнодисперсного розпилення води або більш частими поливами

При вирощуванні грибів в спеціалізованих і адаптованих культивацийних приміщеннях вибір опалювально-вентиляційного обладнання проводять на стадії виконання проектних робіт. Для цього визначають тепловий баланс культивацийних приміщення в стаціонарному режимі відповідно до рівняння:

$$Q_C - Q_{ВВ} - Q_{ВП} + Q_{ПП} - Q_{ОГ} + Q_P = 0 , \quad (2.1)$$

де Q_C - загальні тепловиділення субстрату і грибів, кВт;

$Q_{ВВ}$ - тепловиділення субстрату і грибів, витрачений на випаровування води, кВт;

$Q_{ВП}$ - втрати тепла з витяжним вентиляційним повітрям, кВт;

$Q_{ПП}$ - надходження тепла з припливним вентиляційним повітрям, кВт;

$Q_{ОГ}$ - втрати тепла через огорожу приміщення, кВт;

Q_R - регуляційної потік тепла для підтримки параметрів мікроклімату в культиваційних приміщенні, кВт, який визначається:

для зимового періоду,

для літнього періоду,

де $Q_{нкп}$ - витрати тепла на нагрівання рециркуляційного приміщення, кВт;

$Q_{нпп}$ - витрати тепла на нагрівання суміші зовнішнього припливного і внутрішнього рециркуляційного повітря, кВт;

$Q_{ох}$ - витрати холоду на охолодження суміші зовнішнього припливного і внутрішнього рециркуляційного повітря і зниження її вологості, кВт.

За допомогою загальновідомих виразів для визначення складових частин теплового балансу була розроблена імітаційна модель системи підтримки параметрів мікроклімату культиваційних приміщення для вирощування грибів, яка дає можливість розрахувати основні енергетичні параметри обладнання в залежності від температури зовнішнього повітря. Імітуючи зміна температури зовнішнього повітря відповідно до малюнка 2.1, для культиваційних приміщення «стандартного плану» на 20 т субстрату, при підтримці концентрації вуглекислого газу на рівні 0,12% і його виділення в кількості 80 г / т годину, основні енергетичні і технологічні параметри обладнання матимуть значення, наведені на малюнку 2.1. Обмін повітря для підтримки заданої температури і концентрації вуглекислого газу має три характерних зони: перша, коли міститься задана концентрація вуглекислого газу, а підтримання температури і теплового балансу забезпечується роботою опалювального агрегату; друга, коли опалювальний агрегат не працює, а підтримання температури і теплового балансу забезпечується як зниженням, так і збільшенням в допустимих межах концентрації вуглекислого газу; третя, коли знову міститься задана концентрація вуглекислого газу, а підтримання температури і теплового балансу забезпечується роботою холодильної машини.

Відповідно до рекомендованих параметрами електричного обладнання, з урахуванням географічного розташування приймається потужність нагрівальних елементів $P_{\text{Наг}} = 15 \text{ кВт}$, потужність системи охолодження $R_{\text{ухля}} = 15 \text{ кВт}$, подача пара повинна бути на рівні 16 кг / год .

Розрахунок вентилятора, приводного електродвигуна і нагрівальних елементів виконуємо згідно наступної методики:

За відомою питомою вентиляційною нормі визначимо продуктивність вентилятора:

$$L_{\text{ВЕНТ}} = M \cdot L_{\text{РОЗР}}, \quad (2.2)$$

де M – вага субстрату, т.

$$L_{\text{ВЕНТ}} = 20 \cdot 200 = 4000 \text{ м}^3 \text{ год};$$

Надійну вентиляцію забезпечують радіальні вентилятори.

Результати вибору вентилятора:

індекс вентилятора: В-Ц4-75-5;

відносний діаметр робочого колеса, $D / D_{\text{н}}$: 1,05;

Продуктивність, тис.м³ / год:

номінальна: 3,78;

в робочій зоні: 2,65 - 5,6;

Тиск, Па:

номінальна: 388;

в робочій зоні: 422 – 231;

максимальний ККД, %: 84;

частота обертання робочого колеса, об / хв: 930;

вага без електродвигуна, кг: 76,8;

встановлена потужність електродвигуна, кВт: 0,75.

За встановленої потужності вибираємо електродвигун, керуючись частотою обертання робочого колеса вентилятора і встановленою потужністю електродвигуна. Результати вибору заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Паспортні дані обраного електродвигуна

Тип	Кутова швидкість, об/хв.	Потужність, кВт	Напруга, В	Струм статору, А	ККД, %	Коефіцієнт потужності, у.е.
АИР71В4У3	1350	0,75	380	2,14	73	0,73

В якості нагрівальних елементів для нагріву повітря приймаємо трубчастий електронагрівач, параметри якого наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні технічні дані трубчастих електронагрівачів

Тип	Номінальна потужність P_H , кВт	Номінальний струм, В	Розгорнута довжина, м	Зовнішній діаметр, мм
ТЭН-15	0,56	220	1,58	13,5

Визначимо кількість нагрівальних елементів:

$$N = \frac{P_{\text{НАГ}}}{P_H}, \quad (2.3)$$

$$N = \frac{15}{0,56} = 27 ;$$

Приймаємо схему з'єднань нагрівальних елементів - зірка.

Визначимо кількість нагрівальних елементів на одну фазу:

$$N_{\Phi} = \frac{N}{m}, \quad (2.4)$$

де m - кількість фаз, $m = 3$;

$$N_{\Phi} = \frac{27}{3} = 9;$$

Визначимо струм, який проходить в одній фазі:

$$I_H = \frac{N_{\phi} \cdot P_H \cdot 10^3}{U_H}, \quad (2.5)$$

де U_H - номінальна напруга мережі, В. $U_H = 220$ В.

$$I_H = \frac{9 \cdot 0,56 \cdot 10^3}{220} = 22,9 \text{ А};$$

Для зволоження повітря вибираємо творець туману з наступними параметрами:

інтервал робочого тиску - 3-6 атм;

розмір водяного пилу - 70 мікрон;

клапан протикраплинний з вихідним тиском - 0,8-1,5 атм.

Для забезпечення робочого циклу приймаємо компресор з наступними параметрами:

назва: компресор повітряний поршневий 2ВУ0,35-0,5 / 7,3 (стаціонарний);

продуктивність, м³ / хв: 0,5;

тиск, Па: 6,3;

ресивер, л: 60;

напруга, В: 380;

встановлена потужність, кВт: 4.

На компресорі встановлений асинхронний електричний двигун з короткозамкненим ротором, параметри якого наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Паспортні дані обраного електродвигуна

Тип	Кутова швидкість, об/хм	Потужність, кВт	Напруга, В	Струм статору, А	ККД, %	Коефіцієнт потужності, у.е.
АИР10014У3	1410	4,0	380	8,5	85	0,84

Для охолодження повітря приймається система охолодження автономного кондиціонера 1КС-12, параметри якої наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Параметри системи охолодження кондиціонера

Марка кондиціонера	Продуктивність, МДж/год	Витрата води на охолодження конденсату, (м ³ /год) при 25 ⁰ С	Потужність компресору, кВт
1КС-12	50	2,06	4,5

На компресорі холодильного агрегату також встановлено асинхронний електричний двигун з короткозамкненим ротором, параметри якого наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Паспортні дані обраного електродвигуна

Тип	Кутова швидкість, об/хв	Потужність, кВт	Напруга, В	Струм статора, А	ККД, %	Коефіцієнт потужності, у.е.
АИР112М4У3	1430	5,5	380	11,4	85,5	0,86

Висновки по розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено розрахунок і вибір силового електрообладнання для цеху з вирощування грибів.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Аналіз стану автоматизації і постановка задачі

Сучасні споруди захищеного ґрунту як об'єкт управління температурним режимом характеризується незадовільною динамікою і нестационарністю параметрів, які впливають з особливостей технології виробництва (таблиця 3.1). У той же час агротехнічні вимоги вимагають високу точність стабілізації температури, своєчасне її зміна в залежності від фази розвитку і часу доби (таблиця 3.2). Всі ці обставини висувають високі вимоги до функціонування та технічного вдосконалення обладнання автоматизації.

Дотримання агротехнічних вимог дозволить збирати якісний урожай, який буде конкурентно спроможним. Цього можна досягти шляхом застосування сучасних засобів автоматизації та дотримання правил експлуатації електрообладнання, яке дозволить уникнути аварійних ситуацій.

Відповідно до технологічного процесу складена функціональна схема автоматизації, яка приведена в графічній частині.

Розроблена схема дозволяє контролювати основні фізичні параметри клімату в камері плодоношення, які наведені в таблиці.

У таблиці 3.1 перераховані не всі параметри, за якими можна контролювати забезпечення мікроклімату, але вони піддаються автоматизації легше, ніж всі інші, які наведені нижче.

Таблиця 3.1 - Фізичні параметри клімату в камері плодоношення, які регулюються технічними засобами

Назва параметра	Од. виміру	Примітки, фізичний зміст
Об'ємна концентрація	%	В атмосферному повітрі 0,34%. Видаляється з допомогою вентиляції зовнішнім повітрям

вуглекислого газу		
Температура повітря	°C	Впливає на температуру субстрату і випаровування з поверхні компосту, покривної ґрунту і грибів
Температура субстрату	°C	Сильно впливає на випаровування води поверхнею субстрату плодового тіла.
Відносна вологість повітря	%	Впливає на випаровування води грибами і субстратом
Освітленість	лк/м ²	Впливає на формування плодового тіла

Крім перерахованих вище параметрів контроль мікроклімату можна здійснювати за такими величинами:

- щільність повітря (кг / м³) - падає з ростом температури повітря і його вологоємності, при температурі 210C вологість повітря повинна складати 1,2 кг / м³;
- вологовміст повітря (г / кг) - вміст пари води в одному кілограмі повітря, для прикладу: в зовнішньому повітрі влітку вміст вологи більше, взимку - менше;
- насичена влагоемкість (г / кг) - граничне вміст вологи повітря при даній температурі, яке спостерігається поблизу поверхні води тієї ж температури;
- парціальний тиск пари води (кПа) - та частина тиску повітря, яка створюється рухом молекул води в повітрі; обумовлює
- можливість випаровування води; чим воно менше тим випаровування більше;
- тиск насиченої пари води (кПа) - зі зростанням цього параметра поблизу поверхні, яка випаровується, - зростає випаровування води з поверхні;
- випаровування води з поверхні субстрату, міцелію, плодового тіла (г / (м² год)) - впливає на розвиток плодового тіла і товарний вид грибів;

- швидкість руху повітря близько мобільних грядок (м / с) - швидкість руху повітря поблизу мобільних грядок впливає на коефіцієнт тепловіддачі грядок в повітря;
- ентальпія повітря (кДж / кг) - вміст тепла повітря по відношенню до сухого повітря при 0⁰С .; дозволяє розрахувати витрати енергії на нагрівання та охолодження повітря.

Відповідно до таблиці 3.1 складена функціональна схема автоматизації, яка приведена в графічній частині. Вибір технічних засобів автоматики для цієї схеми наведено в наступному пункті цього розділу.

Вибір технічних засобів автоматики

При виборі технічних засобів автоматизації необхідно дотримуватися Державної системи приладів (ГСП), яка дозволяє утворювати необхідну структуру і забезпечити незалежну заміну окремих вузлів [5, 17, 19, 20-22, 30, 32, 35].

Для системи автоматичного управління, яка проектується, при виборі технічних засобів, перевага необхідно віддавати тим засобам автоматизації, які входять в систему ГСП або приладів, параметри вхідних і вихідних сигналів яких узгоджені з комплексами цієї системи. На основі цих вимог вибираємо засоби автоматизації за технологічними процесами (таблиця 4.2).

Таблиця 3.2 - Технічні засоби автоматики

Контрольовані параметри	Тип обладнання
«Сухий» і «зволожений» термометр в приміщенні температура субстрату	ОВЕН «МПП51-Щ4»
Датчик рівня води	ДПУ-1М
Концентрація вуглекислого газу	ПКУ-4В
Тиск в ресивері компресора для утворення туману	ЭКМ-3
Електромагнітні клапани для творця туману	двохпозиційний

Вибрані засоби автоматики забезпечують необхідну надійність і якість регулювання, крім того ПКУ-4В і програмнологічні контролери ОВЕН дозволяють швидке перепрограмування, з метою виробництва інших видів грибів.

Програмний задатчик-регулятор має функцію самонастроювання, і може контролювати різницю температур між навколишнім середовищем і температурою субстрату - забезпечить необхідне випаровування вологи з поверхні субстрату і гливи.

Технічні характеристики приладів наведені в таблицях.

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики і умови експлуатації МПР51

Технічна характеристика	Значення
Номинальна напруга живлення	220 В, 50 Гц
Допустиме відхилення напруги живлення	-15 ...+10%
Споживана потужність	<6 Вт

Розробка електричної принципової схеми електроустановки

Схема управління робочими машинами повинна відповідати наступним вимогам:

Ручний і автоматичний режими роботи;

1 світлова сигналізація роботи машин і режиму роботи лінії;

2 захист електродвигуна, який призначена для приводу вентилятора;

3 захист компресорного устаткування;

4 блокування включення бактерицидної лампи з відкритим кожухом фільтра воздуховода;

5 пуск машин контролю відповідних технологічних параметрів в певній послідовності:

5.1 режим підтримки вологи: робота вентилятора - наявність тиску в ресивері - наявність води в резервуарі;

5.2 підтримання температурного режиму: робота вентилятора - робота нагрівальних елементів або системи охолодження;

5.3 знезараження зовнішнього повітря: відчинення засувки для доступу зовнішнього повітря через деякий час після включення бактерицидної лампи.

6 захист засобів контролю температурно-вологісного режиму і концентрації вуглекислого газу;

7 сигналізація критичного рівня води в баку для створення туману;

8 можливість перевірки датчиків рівня пульта управління.

Проектування шафи управління

Пульт управління системи автоматизації виконує роль постів контролю, управління і сигналізації автоматизованого об'єкта. Крім того, на фасадних сторонах пульта розміщуються накладні написи, які пояснюють призначення окремих панелей пульта.

При проектуванні пульта керуємося наступною нормативною документацією: ГОСТ 26032-83 «Система уніфікованих типових конструкцій агрегатних комплексів ГСП. Загальні технічні умови»; ОСТ 36.13-76 «Щити і пульти систем автоматизації технологічних процесів. Загальні технічні умови». Схема електрична з'єднань наведена в графічній частині.

На дверцятах шафи розташовані перемикачі, кнопкові станції, прилади світлової сигналізації, автоматичний вимикач кола управління, програмний задатчик-регулятор. Магнітні пускачі, теплові реле, реле часу розташовані на задній стінці шафи.

На схемі підключень, яка приведена в графічній частині, показана маркування і послідовність приєднань до клемної коробки шафи управління обладнання і пристроїв, які виходять за межі шафи (двигуни, нагрівальні елементи, освітлювальна мережа (технологічного процесу), засувки і датчики рівня ресивера).

Для синтезу та аналізу розроблених схем автоматизації виконаємо перевірку на стійкість. Для чого охарактеризуємо кожен систему автоматичної

підтримки параметра, складемо структурні функціональні і структурні алгоритмічні схеми (наведені в графічній частині).

Система автоматичного регулювання (САР) температурно-вологісним режимом за такими напрямками: за алгоритмом функціонування - програмний; по взаємодії регулятора та об'єкта управління - разомкнутая; за принципом регуляції - по відхиленню; за законом регуляції - пропорційно-інтегрально-диференціальний; за характером управління - дискретний.

Функціонально структурна схема приведена в графічній частині.

Система автоматичним управлінням режимом: за алгоритмом функціонування - програмний; за взаємодією регулятора і об'єкта управління - разомкнутая; за принципом регуляції - по обуренню; за законом регуляції - пропорційна; за характером управління - дискретний.

Система автоматичного регулювання хімічного складу повітря: за алгоритмом функціонування - стежить; за взаємодією регулятора і

об'єкта управління - замкнута; за принципом регуляції - по відхиленню; за законом регуляції - пропорційно-інтегрально-диференціальний; за характером управління - дискретний.

Перевіримо на стійкість систему автоматичного управління температурно-вологісним режимом. Системи автоматичного управління освітленістю і хімічним складом повітря стійкі, оскільки вони розроблені і перевірені виробником.

Для забезпечення вимог до засобів автоматизації по точності, чутливості і інерційності необхідно правильно вибрати закон регулювання регулятора.

Для об'єкта, який розглядається в дипломному проекті, з коефіцієнтом передачі об'єкта $k_{об} = 0,2 \text{ C} / \%$ регулюючого органу, часом чистого запізнення (про = 600 с, постійної часу регуляції $об = 600 \text{ с}$ і наступними показниками перехідного процесу: максимальне динамічне відхилення $v_1 = 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, статистична помилка $v_{уст} = 0,5 \text{ с}$, час регуляції $t_p = 720 \text{ с}$, перерегулювання з обуренням = 0,3, максимальне обурення за навантаженням $ув = 30\%$.

ВИСНОВКИ

Завданням проекту було на прикладі грибниці довести ефективність вирощування гливи за рахунок впровадження автоматичного управління параметрів мікроклімату. Можливість використання споруд захищеного ґрунту з непрозорим покриттям, необхідних для вирощування грибів, робить їх використання енергозберігаючими завдяки «ізольованості» камери від чинників, які б порушували температурно-вологісний режим. Крім того, можна підвищити економічну ефективність вирощування гливи за рахунок впровадження автоматичного управління параметрами мікроклімату.

Поставлена задача була досягнута за рахунок впровадження сучасних засобів автоматизації, які дозволили зменшити витрати праці на виробничий процес, підвищити річний обсяг продукції і конкурентну спроможність вирощеної на об'єкті гливи.

З огляду на економічний ефект, враховуючи, що проект виконаний з дотриманням нормативних документів – його можна рекомендувати до практичної реалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беккет Кеннет. Растения под стеклом /Перевод с англ. М.Г. Барабанщикова; Под ред. И.В.Дрягиной. Москва.: Мир, 1988. 197 с.
2. Биско Н. А., Дудка И.А. Биология и культивирование съедобных грибов рода вешенка. Киев.: Наук. думка., 1987. 145 с.
3. Бобров А. Любимица вешенка // Огородник.2004. №5. С. 46-47
4. Бодин А.П, Московкин Ф.И. Новое электрооборудование для сельского хозяйства. М.: Россельхозиздат, 1975. 239 с.
5. Вешенка гриб домашний. Хозяин. 2002. №45. С. 8.
6. Гарибова Л.В. Грибы в своем саду. М.: Ин-т технолог. Исслед.,1993.- 167 с.
7. Голуб Г.А. Микроклимат сооружений для выращивания грибов // Вестник аграрной науки. 2003. №10. С. 46-49.
8. ГОСТ 12.4.155-85 «Устройства защитного отключения. Классификация. Общих требования.»
9. Грибы и грибоводство/ Авт.-сост. П.А.Сычева.-М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2003. 512 с.
10. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила строения электроустановок. Электрооборудование специальных установок.
11. Справочник сельского электрика. В.С. Олейник, В.М. Гайдук, В.Ф. Гончар и др.; Под ред. В.С. Олейника. 3-ое изд., перераб. и доп. Киев: Урожай, 1989. – 264 с.
12. Дудка И.А. и др. Культивирование съедобных грибов. Киев: Урожай, 1992. 157 с.
13. Зыков Д. Вешенка на жидком субстрате. Наука и жизнь. 2002. №6. С. 22-23.
14. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. – 3-ое изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1990. 351 с.

15. Казокин Ю. Н. Выращивать грибы выгодно. Картофель и овощи.- 1990. №6. С. 39-40
16. Климов В.В. Оборудование теплиц для подсобных и личных хозяйств. Москва: Энергоатомиздат, 1992. 96 с.
17. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. Москва: Агропромиздат, 1991. 239 с.
18. Корчемный Н., Федоренко В., Щербань В. Энергосбережение в агропромышленном комплексе. Тернополь: Учебники и пособия, 2001. 984 с.