

Український науково-дослідний інститут
прогнозування та випробування техніки і технологій
для сільськогосподарського виробництва
імені Леоніда Погорілого
(УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
РОЗВИТКУ ТА ВИПРОБУВАННЯ
НОВОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

Збірник наукових праць

Випуск 9 (23)

Книга 2

Дослідницьке
2006

УДК 631.3:631.171.001.4 (05)

Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць / УкрНДІ прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г. виробництва імені Леоніда Погорілого (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого). Редкол. В.В. Іванишин (голов. ред.) та ін. – Дослідницьке, 2006. – Вип. 9(23), кн. 2 – 307 с. – Бібліогр. в кінці ст.

Розглянуто тенденції розвитку та перспективні напрямки технологічних процесів для тваринництва та кормовиробництва. Викладено методичні питання оцінки надійності технічних засобів під час проведення випробувань. Висвітлено біотехнологічні засади для отримання екологічно чистої продукції.

Збірник розрахований на фахівців сільського господарства, працівників проектно-конструкторських та науково-дослідних організацій, що займаються питаннями вдосконалення сільськогосподарської техніки і технологій.

Редакційна рада:

В. Іванишин, академік АІНУ і МКА, канд. екон. наук (головний редактор);
Т. Бабинець, канд. екон. наук; *А. Бойко*, доктор техн. наук, професор (НАУ);
Л. Гром-Мазнічевський, чл.-кор. УААН та РАСТН, доктор техн. наук (ННЦ "ІМЕСГ" УААН); *В. Гусар*, чл.-кор. АІНУ, канд. техн. наук; *В. Дубровін*, доктор техн. наук, професор (ННТІ НАУ); *В. Євтенко*, доктор техн. наук (ННЦ "ІМЕСГ" УААН);
В. Івасюк, академік АІНУ, канд. фіз.-мат. наук; *В. Корабельський*, доктор техн. наук (НТУ "КП"); *М. Луценко*, академік АІНУ, доктор с.-г. наук; *О. Маковецький*, академік АІНУ, доктор с.-г. наук, професор; *І. Ревенко*, доктор техн. наук, професор (НАУ); *О. Розпутний*, доктор с.-г. наук (БДАУ); *І. Шевченко*, доктор техн. наук, доктор с.-г. наук, професор (ТДАТА); *С. Коваль*, академік АІНУ, канд. техн. наук; *В. Таргоня*, академік УНАНЕТ, канд. с.-г. наук; *Л. Шустик*, чл.-кор. АІНУ, канд. техн. наук; *В. Шейченко*, канд. техн. наук (заступник головного редактора, відповідальний секретар); *В. Ясенецький*, академік АІНУ, канд. техн. наук.

Рекомендований та затверджений до друку рішенням вченої ради
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого (протокол № 4 від 8 грудня 2006 р.)

© Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого), 2006.

(Свідчення про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ № 3854 від 2006 р.)

УДК 631.333.92:635-1/-2

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ БІОКОНВЕРСІЇ ОРГАНІЧНОЇ СИРОВИНИ АГРОЦЕНОЗІВ

Г. Голуб, д-р техн. наук

ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"

О. Кепко, канд. техн. наук

Уманський державний аграрний університет

Приведено результати розробки і впровадження технічних засобів для біологічної конверсії органічної сировини агроценозів та їх техніко-економічна оцінка.

На сучасному етапі свого існування перед людством постало декілька важливих завдань, які потребують вирішення. Серед них – забезпечення потреб населення продуктами харчування (продовольча проблема), технологічних процесів та побуту енергетичними ресурсами (енергетична проблема) та утримання біологічного розмаїття форм життя й збереження навколишнього середовища (екологічна проблема). Комплексне вирішення цих проблем потребує подолання протиріччя, яке полягає в тому, що збільшення виробництва продуктів харчування, споживання енергії призводить до порушення екологічної рівноваги та погіршення стану навколишнього середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ріст урожайності в сільському господарстві забезпечувався як шляхом виведення нових сортів, так і завдяки широкому використанню мінеральних добрив, пестицидів, стимуляторів росту, збільшенням інтенсивності обробітку ґрунту. Це призвело до зменшення родючості ґрунтів, а також періодичного перегляду та збільшення значень нормативних показників, що характеризують безпечність продуктів харчування. Високоякісну та екологічно безпечну продукцію можна отримати без використання синтетичних речовин при одночасному збереженні родючості ґрунту, однак у цьому випадку резерви збільшення виробництва обмежені, що входить у протиріччя з потребами у сільськогосподарській продукції. Тому проблема виробництва високоякісних та екологічно безпечних продуктів харчування в кількості, достатній для забезпечення потреб населення з одночасним відтворенням родючості ґрунтів, є актуальною для агропромислового виробництва [8].

Баланс гумусу в ґрунтах України, які використовуються для сільськогосподарського виробництва при існуючій структурі сівозмін не поновлюється. При використанні всього наявного гною, посліду та соломи розрахункова зміна балансу гумусу змінювалася від позитивної в 1990 році в кількості 300 кг/га до нульової в 1995-1997 роках та негативної у кількості

від 200 до 300 кг/га в 2002 році. На сучасному етапі забезпеченість органічними добривами сільськогосподарських підприємств становить від 2 до 3 т/га [11].

Традиційним, найбільш поширеним та ефективним методом є використання соломи як підстилки для тварин та птиці з наступним використанням суміші як органічного добрива. Принципово можливо досягти співвідношення вуглецю та азоту в межах від 15 до 20 шляхом зміни витрати соломи на підстилку для гною ВРХ та свиней. Що стосується пташиного посліду, то цього зробити практично неможливо. Тому пташиний послід, в тому числі підстилковий, необхідно перед внесенням додатково змішувати із соломою та піддавати ферментації.

Основою поповнення запасів гумусу в ґрунті є солома, оскільки вона містить у собі всі складові для утворення гумусу, крім азотистих речовин, а також гній і послід, як джерело азотистих речовин. Однак, незважаючи на наявність сировини, виробництво органічних добрив завжди було відірване від кінцевих продуктів рослинництва та тваринництва, мало непривабливий характер у зв'язку з несприятливими умовами роботи та постійно потребувало створення та удосконалення відповідних засобів механізації.

У господарствах, наприклад, зерново-птахівничого напрямку наявність органічної сировини, яка може бути повернена в ґрунт, в сучасних умовах становить: соломи – до 3 т/га, пташиного посліду вологістю 75% – близько 3,5 т/га. Однак її безпосереднє внесення в ґрунт через насиченість насінням бур'янів, потребує використання гербіцидів та призводить до погіршення екологічної безпечності продукції рослинництва.

Можливість проведення біологічної конверсії органічної сировини з отриманням товарної продукції – компостів, субстратів, їстівних грибів та вермигумусу призвела до збільшення інвестицій у переробку соломи та пташиного посліду. Виникли підприємства, які закупають та переробляють солому в субстрати для вирощування грибів але, не маючи власних земельних площ сільськогосподарського призначення, субстрат після вирощування грибів або вермигумус реалізують у приватному секторі, чим відволікають органічну сировину із кругообігу та порушують сталість землеробства.

Під час компостування органічної сировини проходить утворення на основі лігніну соломи лігніно-гумінового комплексу. За рахунок проходження біохімічних реакцій та нагріву до температури від 50 до 70°C відбувається знезараження патогенної мікрофлори та інактивація насіння бур'янів. Дози внесення компосту, як правило, у два рази менші, що скорочує транспортні витрати на їх внесення.

Використання компосту для виробництва грибів дозволяє збільшити виробництво продуктів харчування, покращити фінансові показники сільськогосподарських підприємств та підвищити зайнятість сільського населення. Відпрацьований субстрат після вирощування грибів являє собою

високоякісне органічне добриво і може бути використаний у технологіях вермикомпостування або внесений на поля.

Забезпечити здійснення біологічної конверсії органічної сировини, в тому числі з виробництвом їстівних грибів, можна за рахунок використання ручної праці, однак резерви збільшення продуктивності, урожайності та підвищення якості при цьому незначні. Існуючі в даний час технічні засоби для виконання основних технологічних операцій не забезпечують задані параметри якості виробленого компосту, субстрату та мікроклімату при вирощуванні грибів, що обмежує резерви збільшення урожайності грибів та не призводить до збільшення ефективності виробництва.

Біологічна конверсія органічної сировини агроценозів у штучних умовах із вирощуванням їстівних грибів забезпечує максимальний розклад органічної сировини у короткі строки та проведення всіх початкових її стадій без участі ґрунтової мікрофлори, дозволяє максимально інтенсифікувати процес утворення стабільного продукту – первинного гумусу в умовах, наближених до оптимальних, для кожного виду мікрофлори. Нульовий баланс гумусу може бути досягнутий при використанні на виробництво гливи звичайної 31% соломи в зоні Степу та 74% – на виробництво печериць у зоні Лісостепу [1, 2].

Крім того, використання технологічних процесів з високим рівнем механізації часто не призводить до росту економічних показників виробництва. Причиною цього є збільшення затрат на технічне обслуговування та ремонт технічних засобів, а також відрахувань на амортизацію, які не компенсуються збільшенням прибутковості виробництва.

Тому однією з причин низької ефективності сільськогосподарського виробництва є те, що негативна тенденція зниження вмісту гумусу в ґрунтах поєднується з відсутністю адаптованих до потреб сільськогосподарського виробництва технологічних процесів і технічних засобів для виробництва органічних добрив, а також відсутністю механіко-технологічних основ для обґрунтування конструктивних параметрів машин і засобів механізації для агропромислового виробництва компостів, субстратів та їстівних грибів.

Збільшення виробництва високоякісних та екологічно безпечних продуктів харчування із забезпеченням відтворення родючості ґрунтів може бути здійснено шляхом підвищення якості роботи технічних засобів, що забезпечують проведення початкових стадій біологічної конверсії органічної сировини агроценозів у штучних умовах, а також створенням необхідних умов для вирощування їстівних грибів у пристосованих культиваційних приміщеннях.

Мета дослідження: підвищення ефективності біологічної конверсії органічної сировини агроценозів у штучних умовах при одночасному підтриманні родючості ґрунтів шляхом удосконалення технічних засобів для агропромислового виробництва їстівних грибів.

Результати досліджень. Основні технологічні операції, які забезпечують виробництво компосту, субстрату та їстівних грибів наступні: розпушування буртів з наступним формуванням нових буртів; продування субстрату сумішшю свіжого та рециркуляційного повітря; розпушування субстрату та внесення міцелію; ущільнення субстрату після внесення міцелію; кондиціонування припливного повітря культиваційних приміщень для вирощування грибів із мінімальними енерговитратами.

Основними параметрами, що поєднують процес біологічної конверсії органічної сировини в штучних умовах і характеризують якість її проведення, є: відповідність температури технологічно заданим значенням в поєднанні із щільністю та величиною подрібненого компосту під час проведення розпушування компосту; величина подачі повітря для утримання заданої концентрації вуглекислоти під час мікробіологічного процесу ферментації субстрату; перепад температури між субстратом та повітрям, вологість повітря, щільність субстрату під час вирощування грибів.

З метою забезпечення утримання температури термофільного режиму ферментації, компостну суміш укладають у формі куп та буртів, однак це призводить до її самоущільнення під дією власної ваги, зменшення пористості та, відповідно, насиченості киснем повітря й вуглекислим газом, що в кінцевому підсумку призводить до різкого зменшення інтенсивності аеробної ферментації та формування зон анаеробного бродіння. Тому бурти періодично розпушують, насичуючи компост повітрям та, за необхідності, додають воду.

Для виробництва компосту в умовах агропромислового виробництва найбільш доцільно застосувати кузовні розкидачі органічних добрив, оскільки їх річне завантаження незначне і вони є достатній кількості в господарствах. Однак барабанно-шнекові робочі органи при низьких обертах шнеків сприяють утворенню ущільнених жмуків при розпушуванні компосту і тому, при застосуванні кузовних розкидачів для виробництва компостів у буртах вони потребують дообладнання модулями для формування буртів та розпушування компосту. Доведено, що технологічно задані температури ферментації встановлюються при розпушуванні компосту на частинки розміром від 2 до 4 см. Встановлено, що при використанні кузовного розкидача органічних добрив як базової машини для барабанно-пальцевого розпушувача компосту та кількості пальців на пластинах барабана від 4 до 6 штук, частота обертання повинна мати значення від 156 до 217 хв.⁻¹.

Виробництво субстрату шляхом пастеризації та контрольованої ферментації компосту актиноміцетами проводиться в закритих камерах. Цей процес потребує утримання зміни температури компосту в часі та в обмеженому діапазоні при одночасній подачі свіжого повітря для підтримання в компості заданої концентрації вуглекислого газу. При цьому надзвичайно важливе значення має інтенсивність розігріву компосту після

завантаження в пастеризаційну камеру, оскільки технологічний регламент вимагає розігріву компосту до температури пастеризації 60°C за одну добу. На розігрів впливає термін ферментації компосту в буртах, інтенсивність подачі водяного пару та свіжого повітря. При проведенні попередньої ферментації у буртах протягом 16-18 днів для розігріву суміші в пастеризаційній камері від початкової температури 20°C до температури 60°C за одну добу необхідно подавати від 28 до 32 кг водяної пари на одну тонну компосту, а під час пастеризації при температурі 60°C – до 7 кг пари. Термін ферментації компосту в буртах, при якому можливе його наступне саморозігрівання від початкової температури 20°C до температури 60°C за одну добу без подачі водяної пари становить від 6 до 8 днів. Початкова температура, вище якої можливий подальший саморозігрів компосту у пастеризаційній камері до температури 60 градусів за одну добу без подачі водяної пари, становить від 35 до 39°C . Після розігріву компосту протягом однієї доби у пастеризаційну камеру необхідно подавати свіже повітря в потік рециркулюючого повітря в кількості до $10\text{ м}^3/\text{т год}$.

Отриманий субстрат має неоднорідну щільність, отриману під дією власної ваги і містить у собі всі складові для росту істівних грибів. Разом з тим, розвиток міцелію істівних грибів у субстраті потребує його розпушування, рівномірного розподілу міцелію по об'єму субстрату та наступного ущільнення субстрату до технологічно заданої щільності.

Установлено, що при $p = 60\text{кПа}$ абсолютна деформація субстрату при ущільненні становить від 20 до 23 см, а відносна – від 0,58 до 0,66 відносних од. Висота шару субстрату після стискування становить близько 12 см, після зняття зовнішнього тиску від 20 до 22 см, а щільність – від 415 до 430 кг/м^3 [6, 7].

Основою утримання технологічно заданої температури субстрату, при заданому значенні концентрації вуглекислого газу в повітрі культивацийного приміщення, є його селективність, а змінити температуру субстрату можна лише за рахунок зміни температури повітря, що може призвести до зменшення випаровування вологи грибами та відповідного порушення режиму їх живлення.

Розроблена на основі розв'язання рівнянь тепло-вологісного та газового балансу імітаційна модель культивацийного приміщення для вирощування печериць дозволяє вибрати основні параметри енергетичного обладнання та розрахувати витрати енергії на виробництво грибів у залежності від величини та часу стояння температури зовнішнього повітря. Характерною особливістю культивацийних приміщень для вирощування грибів є те, що вони потребують одночасного підтримання заданої температури субстрату, концентрації вуглекислоти в повітрі та рівня різниці температур між субстратом та повітрям для утримання заданого рівня випаровування вологи субстратом та грибами. Це пов'язано з особливістю живлення грибів за рахунок випаровування вологи. Алгоритм розрахунку полягав в тому, що при

заданих параметрах мікроклімату для вирощування грибів та заданій температурі зовнішнього повітря визначалась подача зовнішнього повітря для підтримання рівня концентрації вуглекислоти та температура припливного повітря в культивацийне приміщення, яка забезпечувала заданий рівень випаровування вологи субстратом та грибами. Після цього визначалися складові теплового балансу культивацийного приміщення та витрати теплової енергії на його підтримання. Установлено, що повітрообмін для підтримання заданої концентрації вуглекислого газу має три характерні зони: перша – до температури зовнішнього повітря $2,5^{\circ}\text{C}$, коли утримується задана концентрація вуглекислого газу, а підтримання температури та теплового балансу забезпечується роботою опалювальних приладів; друга – при температурах зовнішнього повітря від $2,5$ до $11,5^{\circ}\text{C}$, коли опалювальні прилади не працюють, а підтримання температури та теплового балансу забезпечується як зниженням, так і збільшенням у допустимих межах концентрації вуглекислого газу і третя – при температурі зовнішнього повітря вище $11,5^{\circ}\text{C}$, коли знову утримується задана концентрація вуглекислого газу, а підтримання температури та теплового балансу забезпечується роботою охолоджувальних приладів [4].

Запропонована замкнута система вентиляції споруд закритого ґрунту [12], яка пройшла виробничу перевірку, приведена на рисунку 1. Ця схема передбачає побудову приміщення, яке розбите на три частини. В першій та другій частині зелені рослини вирощують при природному та штучному освітленні, а в третій – вирощують гриби. Культивацийне приміщення для грибів розбито на дві частини для виключення роз'єднання системи, яке виникає внаслідок різниці в строках вирощування грибів і рослин. В зв'язку із різними повітрообмінами в приміщеннях, згідно з технологічними вимогами, та збільшенням концентрації неконтрольованих газів, частина повітря оновлюється за рахунок повітрообміну із зовнішнім середовищем. При цьому за допомогою теплового насоса утилізується додаткова кількість теплоти. У світлий час доби повітрообмін здійснюється між теплицею I з вирощуванням рослин при природному освітленні та культивацийним приміщенням III для вирощування грибів, а в темний час доби – між приміщенням, де рослини вирощують при штучному освітленні II та культивацийним приміщенням III для грибів, а повітрообмін між теплицею і культивацийним приміщенням для вирощування грибів припиняють. У такий спосіб забезпечується подача повітря, яке насичене вуглекислотою, з культивацийного приміщення для вирощування грибів у теплицю, де проходять процеси фотосинтезу, а також подача повітря, яке насичене киснем, з теплиці в культивацийне приміщення для вирощування грибів. Додатково здійснюють також повітрообмін між денною та нічною теплицями для забезпечення підтримання необхідної концентрації кисню для дихання зелених рослин.

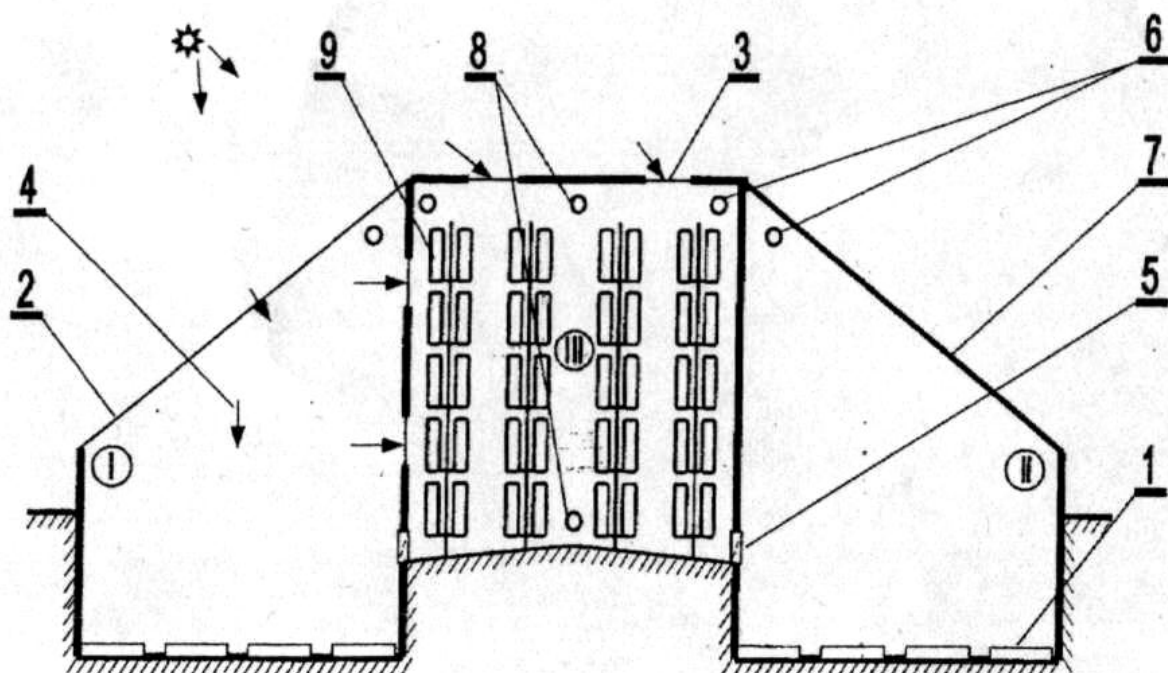


Рис. 1. План-схема замкнутої системи вентиляції (трайдем):

I – денне приміщення (теплиця-світлиця); II – нічне приміщення (теплиця-темниця); III – культивуваційне приміщення для грибів.

- 1 – грядки для вирощування зелених рослин; 2, 3 – світлопроникна перегородка;
 4 – напрямок сонячної радіації; 5 – заслінка подачі повітря, збагаченого CO_2 ;
 6 – повітроводи забору та подачі повітря, збагаченого O_2 ; 7 – непроникна для світла перегородка; 8 – повітроводи збору відпрацьованого і подачі свіжого повітря;
 9 – стелажі із субстратом

У приміщенні, де рослини вирощуються при штучному освітленні, світло вмикається в провали графіків електричних навантажень енергосистем. Позитивний ефект при цьому досягається за рахунок покращення режимів роботи енергосистем, які живлять нічні об'єкти (вирівнювання графіків навантажень), а при подвійному тарифі на електроенергію – за рахунок пільгових цін нічної електроенергії. У даному випадку замкнута вентиляційна система працює цілодобово без роз'єднувань. Це дозволяє економити енергоносії за рахунок зменшення нагріву припливного повітря, а також збільшити вихід овочевої продукції завдяки підвищеним концентраціям вуглекислого газу та кисню у повітрі, яке надходить відповідно з культивуваційного приміщення для грибів в теплиці та в культивуваційне приміщення для грибів із теплиць. Оскільки при роботі замкнутої системи вентиляції одночасно працює лише одна пара приміщень, можлива організація замкнутого повітрообміну між двома суміжними блоками теплиці (рис. 2) або в одному блоці теплиці, розділеній на дві частини (рис. 3).

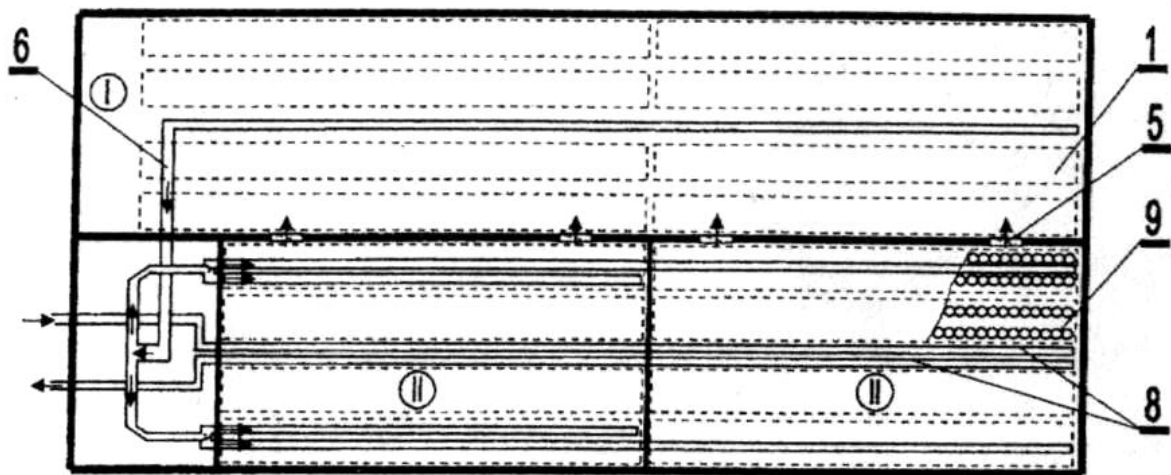


Рис. 2. План-схема замкнутої системи вентиляції блокової теплиці
(позначення – див. рис. 1):

I – теплиця; II – культивацийне приміщення для грибів

Подача повітря у культивацийне приміщення вентилятором, завдяки наявності рециркуляції, може змінюватися в широких межах. Однак було встановлено, що при зменшенні продуктивності вентилятора, дотримання необхідної величини холодильної потужності автономного теплообмінника в режимі повітроохолоджувача може бути досягнуто при більш низьких температурах охолоджувальної води, забезпечення необхідної величини нагріву – при більших значеннях витрати гарячої води, а охолодження припливного повітря за допомогою автономного теплообмінника в режимі повітроохолоджувача може бути досягнуто за рахунок використання ґрунтової води з температурою від 8 до 9°C.

Значні витрати енергії на підтримання теплового балансу культивацийних приміщень спонукають до пошуку засобів енергозбереження. Одним з таких засобів є утилізація тепла викидного повітря за допомогою теплоутилізаторів. Однак теплоутилізатор при низьких температурах зовнішнього повітря має недостатню теплову потужність для компенсації втрат тепла культивацийним приміщенням, а при високих – для компенсації надходжень тепла. У зв'язку з цим теплоутилізатор повинен використовуватися лише в комбінації з теплообмінником типу “повітря-вода” у режимі нагріву та охолодження припливного повітря, щоб забезпечити утримання теплового балансу в культивацийному приміщенні. Встановлення теплообмінника типу “повітря-вода” перед теплоутилізатором забезпечує також підігрів припливного повітря та відсутність обмерзання теплообмінних пластин. При використанні централізованого теплоутилізатора, який працює на декілька культивацийних приміщень, ефективність його використання найбільша. Це пов'язано з тим, що при більших витратах повітря ефективність теплообміну в теплоутилізаторі збільшується, і, відповідно, зростає й економія енергії при його роботі [3, 5].

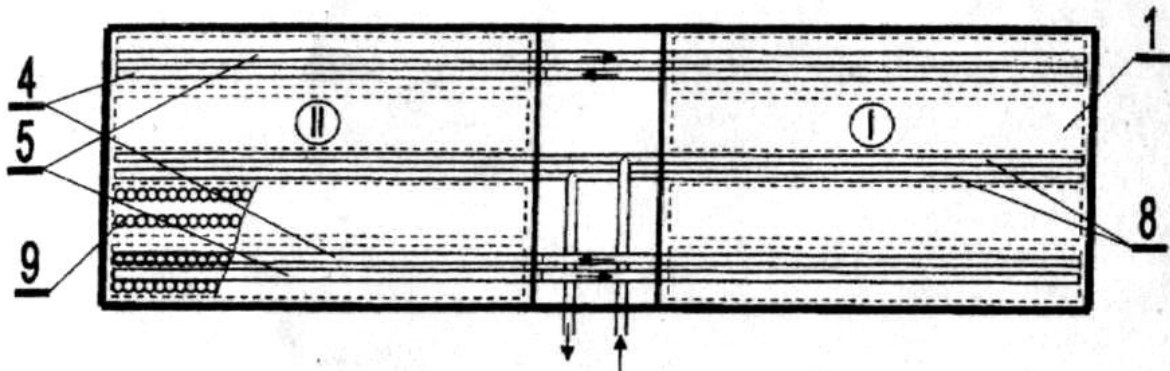


Рис. 3. План-схема замкнутої системи вентиляції в одному тепличному блоці:

I – теплиця; II – культивацийне приміщення для грибів.

4 – повітроводи збору і подачі повітря, збагаченого O_2 ; 5 – повітроводи збору і подачі повітря, збагаченого CO_2 , інші позначення – див. рис. 1

Основним принципом розробки технічних пропозицій та проектних рішень, що забезпечують впровадження виробництва їстівних грибів у сільськогосподарських підприємствах є поступовість нарощування виробництва та самоінвестування для подальшого розширення виробництва за рахунок отримання прибутку. Основні етапи розбудови системи вентиляції культивацийного приміщення включають: установку повітропроводів, вентилятора та заслінок припливного та викидного повітря, що забезпечить можливість виробництва грибів у перехідний період; монтаж системи опалення та автономних водяних теплообмінників, що дозволить вирощувати гриби у зимовий період; монтаж центрального водяного теплообмінника, що забезпечить зменшення теплового навантаження на автономні водяні теплообмінники; монтаж системи охолодження води, що забезпечить можливість виробництва грибів у літній період; монтаж системи зволоження повітря; установку центрального теплоутилізатора для економії енергії на нагрів або охолодження повітря.

На основі використання модулів барабанно-пальцевого розпушувача компосту та формувача буртів до кузовного розкидача органічних добрив розроблено технологічний процес виробництва компостів на основі пташиного посліду та соломи [9], а на основі використання подрібнювача пастеризованого субстрату та пристрою для пакування субстрату в мішки на базі поршневого ущільнювача – технологічний процес виробництва субстрату для вирощування печериць [10], які забезпечують можливість механізованого виробництва компостів для рослинництва та грибного виробництва з урахуванням існуючих організаційних форм сільськогосподарських підприємств та наявної в них сільськогосподарської техніки.

В результаті аналізу економічної ефективності виконаних розробок встановлено, що виробництво їстівних грибів дозволяє збільшити питомий прибуток з одного гектара сівозміни від 1,6 до 2,5 разів. При цьому прибуток

при 74% інтенсивності виробництва печериць складає 1970 гривень на один гектар сівозміни, а при 31% інтенсивності виробництва гливи звичайної – 1240 гривень на гектар. Питома вага вартості субстрату у собівартості грибів становить від 60 до 75%. Рентабельність виробництва грибів становить від 40 до 50%. Термін окупності капіталовкладень, витрачених на організацію виробництва грибів, знаходиться в межах від 3 до 4 років. Аналіз показав, що виробництво компосту та субстрату на власній сировинній базі має від 1,5 до 1,8 разів меншу собівартість у порівнянні з випадком, коли солома та послід закупаються для виробництва компосту й субстрату та подальшого виробництва грибів.

Ефективність роботи холодильної установки влітку досягається за рахунок збільшення урожайності грибів порівняно з варіантом без використання охолодження повітря. Розрахунки показали, що використання чіллера забезпечує економічний ефект від 7,5 до 10 тисяч гривень за два літніх обороти культури. При цьому термін його окупності не перевищує 4 років.

В розрахунках ефективності роботи подрібнювача та обладнання для пакування пастеризованого субстрату враховувалося лише зменшення витрат робочої сили та відповідно оплати праці порівняно з варіантом без використання засобів механізації. Використання подрібнювача забезпечує економічний ефект від 450 до 500, а пристрою для пакування – від 2250 до 2500 гривень за рік. При цьому термін окупності подрібнювача не перевищує 5 років, а пристрою для пакування субстрату – 3 роки.

Практичне значення одержаних результатів полягає в комплексному розв'язанні проблеми механіко-технологічного забезпечення розробки технічних засобів та технологічних процесів для біологічної конверсії органічної сировини агроценозів у штучних умовах із виробництвом їстівних грибів, що дозволяє підтримати в необхідних межах рівень родючості ґрунтів, одержати додаткову білкову продукцію, забезпечити зайнятість сільського населення в зимовий період, а також вирішити завдання щодо механізації виробництва компостів, субстратів та їстівних грибів. Для механізованого виробництва компостів у буртах розроблено й виготовлено агрегат у складі дозатора-розпушувача з барабанно-пальцевими робочими органами на базі кузовного розкидача органічних добрив та формувача буртів. Дозатор-розпушувач субстрату впроваджено у виробництво в агрокомбінаті "Пуща-Водиця" Києво-Святошинського району Київської області. Розроблені проектні рішення пастеризаційних камер з вентиляційною установкою для забезпечення прискореного аеробного процесу ферментації компосту для виробництва субстрату. Виготовлена та передана ДКТБ ННЦ "ІМЕСГ" науково-технічна документація забезпечила можливість виготовлення дослідної партії подрібнювачів пастеризованого субстрату та пристроїв для пакування субстрату в мішки на базі поршневого ущільнювача продуктивністю 3 т/год. Розроблено, виготовлено й

упроваджено у виробництво в агрокомбінаті "Пуца-Водиця" машину для завантаження пастеризованого субстрату на стелажі зі стрічково-вальцевим ущільнювачем продуктивністю 6 т/год.

Висновки:

Сукупність наукових положень та закономірностей, механіко-технологічні основи створення технічних засобів для біологічної конверсії органічної сировини агроценозів у штучних умовах з вирощуванням їстівних грибів, а також результати експериментальних досліджень, виробничої перевірки та впровадження дозволили обґрунтувати та розробити ефективні технологічні процеси та технічні засоби для механізації виробництва компосту, субстрату та їстівних грибів, що забезпечують підтримання балансу гумусу в ґрунтах та покращують фінансові показники сільськогосподарських підприємств.

Наявні в Україні ресурси пташиного посліду на птахофабриках дають змогу забезпечити на основі запропонованих технічних рішень отримання річного прибутку в розмірі близько 420 мільйонів гривень за рахунок виробництва грибної продукції.

Перспективи подальших наукових розвідок у даному напрямку. Необхідно розробити сучасні конструкції засобів механізації для ферментації компосту в закритих камерах, а також забезпечити часткову енергетичну автономність виробництва органічних добрив за рахунок розробки і впровадження біогазових установок.

Література

1. Голуб Г.А. Біоконверсія органічної сировини агроценозів в штучних умовах з вирощуванням печериць // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць. - Дослідницьке. - 2004. - Вип. 7 (21). - С. 236-240.
2. Голуб Г.А. Біоконверсія органічної сировини агроценозів в штучних умовах з вирощуванням гливи звичайної // Науковий вісник Національного аграрного університету. - Київ: НАУ. - 2004. - Вип. 73 (ч. 1). - С. 38-44.
3. Голуб Г.А. Вибір схеми установки теплоутилізаторів у системі вентиляції грибниць // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Агромех - 2004". - Львів: ЛДАУ. - 2004. - С. 70-77.
4. Голуб Г.А. Мікроклімат споруд для вирощування грибів // Вісник аграрної науки. - 2003. - № 10. - С. 46-49.
5. Голуб Г.А. Оцінка енергетичної ефективності теплоутилізаторів у системі вентиляції культиваційних приміщень для вирощування

- печериць // Електрифікація і автоматизація сільського господарства. - 2004,- №3 (8).- С. 78-84.
6. Голуб Г.А. Параметри поршневого ущільнювача субстрату при вирощуванні грибів // Вісник аграрної науки. - 2004. - № 4. - С. 50-51.
 7. Голуб Г.А. Параметри стрічко-вальцевого ущільнювача субстрату при вирощуванні їстівних грибів // Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. - Глеваха. - 2004.-Вип. 88.-С. 193-199.
 8. Голуб Г.А. Проблеми біоконверсії органічної сировини в агроценозах // Вісник аграрної науки. - 2005. - № 1 - С. 43-48.
 9. Голуб Г.А. Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування печериць: Науково-виробниче видання. - К.: Науковий світ, 2005.-22 с.
 10. Голуб Г.А. Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування печериць: Науково-виробниче видання. - К.: Науковий світ, 2005. -22 с.
 11. Лінник М.К., Голуб Г.А. Динаміка самозабезпеченості сільськогосподарського виробництва органічними добривами // Механізація сільського господарства: Збірник наукових праць Національного аграрного університету. - Київ: НАУ. - 2003. - Том XV. - С. 34-38.
 12. Голуб Г.А., Кепко О.І. Динамічні характеристики грибного приміщення в замкнутій системі вентиляції // Електрифікація і автоматизація сільського господарства. - 2004. - № 4 (9). - С. 51-57.

Аннотація

Приведены результаты разработки и внедрения технических средств для биологической конверсии органического сырья агроценозов и их технико-экономическая оценка.

Summary

The results of the working and introduction technical means for bioconversion organic row material of agrosystem and their technical and economic valuation are indicated.