

Національна академія аграрних наук України
Національний науковий центр
"Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"
(ННЦ "ІМЕСГ" НААНУ)

Г.А. Голуб, Г.Л. Абросімова, О.М. Гайденко,
О.І. Кепко, А.І. Томащук

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА СУБСТРАТУ
ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГЛИВИ МЕТОДОМ ФЕРМЕНТАЦІЇ
В ПАСТЕРИЗАЦІЙНІЙ КАМЕРІ



Київ
Видавництво
***Науковий світ*[®]**
2010

ББК 42.349

Т38

УДК 631.333: 631.879.4

Рецензенти:

Мироненко В.Г. - завідувач кафедри біоенергоконверсій та біотехсервісу Національного університету біоресурсів і природокористування України, доктор технічних наук, доцент;

Сало В.М. - декан факультету сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету, доктор технічних наук, професор;

Фененко А.І. - завідувач відділу Національного наукового центру "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" НААНУ, доктор технічних наук, професор.

***Розглянуто й схвалено Вченою радою Національного наукового центру
"Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"
Протокол № 12 від 24 грудня 2009р.***

**Т38 Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування
гливи методом ферментації в пастеризаційній камері / [Голуб Г.А.,
Абросімова Г.Л., Гайденко О.М. та ін.]. – К. : Наук світ., 2010. – 30 с. –
Бібліогр.: с. 29.**

ISBN 978-966-675-626-1

Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи методом ферментації в пастеризаційній камері розроблено у відповідності до тематичного плану науково-дослідних робіт згідно із завданням 40.01-027а "Розробити механіко-технологічні основи, технологічні процеси та технічні засоби для виробництва субстратів і їстівних грибів з використанням пристосованих приміщень" проекту "Розробити механіко-технологічні основи, технологічні процеси та модульно-адаптивні технічні засоби для виробництва субстратів і біогазу в системі біологічного землеробства" (державна реєстрація № 0106U011555) науково-технічної програми Національної академії аграрних наук України "Механізація сільськогосподарського виробництва і технічний сервіс" та дисертаційної роботи "Обґрунтування параметрів поршневого ущільнювача субстрату для вирощування гливи".

ББК 42.349

ISBN 978-966-675-626-1

© Голуб Г. А., Абросімова Г. Л., Гайденко О. М.,
Кепко О. І., Томашук А. І., 2010

ВСТУП

Низька ефективність сільськогосподарського виробництва є одним із наслідків використання примітивних методів біологічної конверсії органічних ресурсів в агроценозах. Як наслідок, постає проблема збереження та збільшення вмісту гумусних речовин у ґрунтах, яка пов'язана з неефективним використанням органічної сировини агроценозів, відсутністю взаємозв'язку елементів біологічної конверсії з наявними ресурсами органічної сировини при існуючих формах організації сільськогосподарського виробництва.

В агроценозах утворюється значна кількість органічної сировини у вигляді соломи. Існує декілька схем та варіантів подальшого її використання. Один з найбільш доцільних – передбачає використання соломи в якості субстрату для вирощування гливи та являє собою безвідходну мікотехнологію. Поряд з отриманням харчового продукту, суттєву цінність являє собою відпрацьований субстрат.

Біоконверсія органічної сировини агроценозів у штучних умовах із вирощуванням гливи забезпечує проведення всіх початкових її стадій без участі ґрунтової мікрофлори і дає змогу максимально інтенсифікувати процес утворення первинного гумусу з органічної сировини. При цьому на стадіях біоконверсії, які передують внесенню органічної сировини в ґрунт, мікробіологічний синтез забезпечується не ґрунтовими мікроскопічними грибами, а гливою. Це дає можливість здійснювати біоконверсію органічної сировини в умовах, наближених до оптимальних, для кожного виду мікрофлори, а також отримувати додаткову білкову продукцію – гриби. Відпрацьований субстрат після вирощування гливи – це високоякісне органічне добриво, яке використовують у технологіях вермикомпостування або вносять на поля [1, 2].

Технологічний процес виробництва субстрату для вирощування гливи може бути використаний під час визначення об'ємів будівельних робіт при спорудженні пастеризаційної камери, підборі вентиляційного обладнання та обладнання для ущільнення та пакування субстрату в мішки, проведенні техніко-економічної оцінки виробництва, а також у навчанні виробничого персоналу.

1. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СУБСТРАТУ

В залежності від обсягів субстрату та наявності відповідного технічного обладнання застосовують наступні способи виробництва субстрату: гідротермічний, ксеротермічний та пастеризацію із ферментацією. Термообробка соломистих субстратів проводиться з метою знищення нематод, кліщів, грибних мух та комарів, хвороботворних грибів та їх спор.

Гідротермічним способом виробляють субстрати обсягом партії не більше ніж 1 т. Обробку соломи проводять в герметичних ємностях, шляхом його заливання водою з температурою від 80 до 90 °С.

Ксеротермічним способом виробляють субстрати обсягом партії до 10 т. Процес здійснюють в герметичних ємностях, шляхом розігріву соломи водяною парою з послідовним замочуванням водою.

Пастеризацію із ферментацією застосовують для виробництва субстрату обсягом партії від 10 т і більше, в спеціально обладнаних пастеризаційних камерах методом розігріву водяною парою, ферментацією та охолодженням повітрям. Вихід субстрату для вирощування гливи із 1 т соломи становить від 3,0 до 3,5 т. Пастеризація забезпечується підтриманням температури від 58 до 60 °С та 100 % вологості повітря протягом часу від 8 до 16 годин. В таких умовах залишаються існувати тільки деякі види термофільних мікроорганізмів, які в подальшому забезпечують розклад органічної речовини. Під час ферментації створюються умови для відновлення та активної життєдіяльності термофільних мікроорганізмів, які асимілюють аміак та перетворюють його в білкові сполуки.

Під час виробництва субстрату в закритих пастеризаційних камерах, зволожену соломукладають не ущільненим рівномірним шаром висотою 2,0 – 2,2 м та продувають повітрям, що забезпечує видалення продуктів життєдіяльності термофільних мікроорганізмів та збагачує їх киснем [3, 4].

Виробництво субстрату в пастеризаційних камерах забезпечується із меншими витратами теплової енергії, оскільки зволожена солома здатна до саморозігріву. Крім того, субстрат нагрівають до меншої температури порівняно з гідротермічним способом термічної обробки. Порівняно із ксеротермічним

способом виробництва субстрату, який потребує використання герметичних ємностей для заливання соломи водою і який не може забезпечити виробництво субстрату в значних обсягах із-за низької щільності сухої соломи, використання пастеризаційних камер, незважаючи на необхідність попереднього зволоження соломи, забезпечує виробництво субстрату в обсягах достатніх для одночасного повного завантаження одного із декількох культивацийних приміщень, що послідовно завантажуються субстратом.

Отже, переваги використання закритих пастеризаційних камер для пастеризації із наступною ферментацією порівняно з термічною обробкою гідротермічним та ксеротермічним способами, обумовили більш широке використання пастеризаційних камер при виробництві субстрату для вирощування гливи у значних обсягах.

2. АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО СУБСТРАТУ

Для виробництва субстрату використовують рослинну сировину (солому злакових культур, сояшникове та гречане лушпиння, стебла і стержні кукурудзи та інше), органічні (солодові ростки, висівки пшеничні, шрот сояшниковий, шрот соєвий та інше) та мінеральні добавки (карбамід, суперфосфат, вапняк, гіпс, крейду та інше). Перелік можливих варіантів складу субстрату приведений в табл. 1.

Таблиця 1

Варіанти складу субстрату для вирощування гливи

№ п/п	Найменування компонентів	Співвідношення компонентів, %
1	Пшенична солома + вапняк + гіпс	80+10+10
2	Лушпиння сояшнику + шрот сої + крейда	80+5+5
3	Лушпиння сояшнику + висівки пшениці + гіпс + карбамід	85+10+4,5+0,5
4	Солома пшенична + сояшникове лушпиння + висівки пшеничні + вапняк	50+30+8+2
5	Солома пшенична + стержні кукурудзяних качанів + висівки пшеничні + карбамід + гіпс	60+20+9,5+0,5+10

Рослинна сировина і органічні добавки повинні бути чистими, без сторонніх домішок, не ушкоджені хворобами. Вміст вуглецю в рослинних компонентах повинен бути не нижчий ніж 40 % від вмісту сухої речовини. В органічних азотних добавках вміст загального азоту повинен бути не нижчий ніж 6 % від вмісту сухої речовини.

До складу субстрату повинні входити рослинні компоненти, вміст яких має становити від 70 до 90 %, органічні азотні добавки від 5 до 15 %, мінеральні добавки (гіпс, вапняк, крейда) від 1 до 5 %, суперфосфату до 0,5 %, карбаміду до 0,5 %.

Перед початком виробництва партії субстрату, проводять агрохімічний аналіз компонентів та органічних добавок стосовно визначення вмісту в них поживних елементів (вуглецю, азоту, фосфору, калію, кальцію). Для мінеральних добавок агрохімічний аналіз не проводять, вміст поживних елементів в них визначають за нормативними показниками. Розрахунок кількості компонентів та добавок для субстрату проводять з урахуванням вмісту в них поживних елементів, згідно з СОУ 01.1-37-258:2005.

Компоненти для субстрату, крім дрібно структурних (лушпиння соняшнику, гречки), у випадку ручного пакування у мішки чи блоки, подрібнюють до розміру від 1 до 3 см.

Підготовка субстрату включає зволоження рослинної сировини та термічну обробку субстрату. Рослинні компоненти субстрату зволожують до вологості від 70 до 75 % на майданчиках з водозбірником, для чого солому рівномірно укладають на майданчик та заливають водою, яку подають насосом (рис. 1). Тривалість зволоження становить до 3 діб, після чого воду з басейну зливають у водозбірник, а до соломи додають органічні і мінеральні добавки, які рівномірно розподіляють по об'єму. Для зволоження 1 т рослинної сировини витрачають від 3 до 4 т води згідно з ГОСТ 2874-82. Температура води має становити в межах від 10 до 30 °С.

В подальшому зволожену соломку укладають у бурти висотою до 2 м та шириною до 3 м, де відбувається самозігрівання її до температури від 45 до 65 °С.

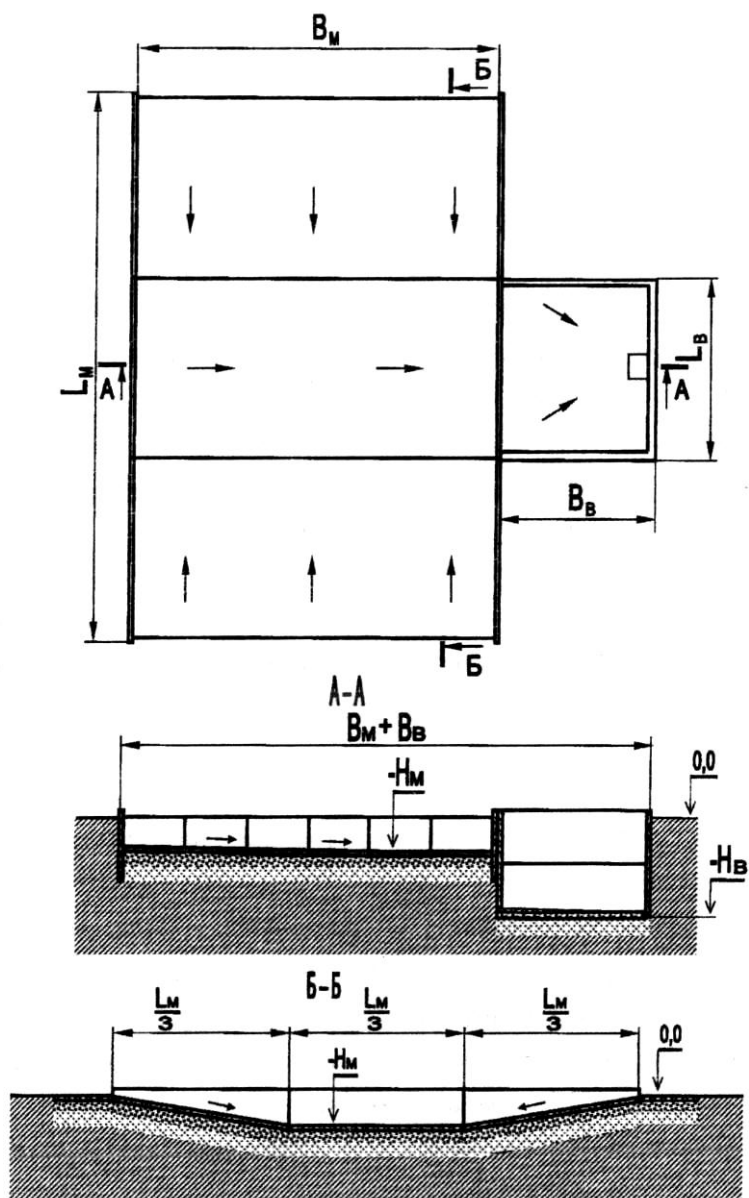


Рис. 1 – Схема майданчика з водозабірником для замочування соломи

Термічна обробка соломи в буртах проходить від 3 до 5 діб з метою видалення воскового шару та забезпечення її попереднього мікробіологічного розкладу.

Для знезараження субстрату від мікроорганізмів та підвищення його якості проводять термічну обробку. Одним із способів термічної обробки субстрату є пастеризація, яку проводять у спеціальних пастеризаційних камерах. Пастеризаційна камера являє собою продовгувате, термічно ізольоване приміщення шириною від 2,5 до 5 м, де стіни, стеля та підлога паронепроникні. У камері, на висоті від 40 до 60 см від підлоги, розміщують дерев'яну або металеву решітку. Верхня та нижні частини камери з'єднані термічно ізольованим повітропроводом, розміщеним з зовнішньої сторони. В нижній частині повітропроводу знаходиться вентилятор, який забезпечує рециркуляцію внутрішнього повітря (перекачує не менше 200 м³ повітря на 1 м³ субстрату за годину). Цей же вентилятор забезпечує подачу свіжого фільтрованого повітря, яке поступає до субстрату через вхідний патрубок вентилятора. Зайве повітря з камери викидається в атмосферу через канал витяжної вентиляції. Завантаження та вивантаження субстрату здійснюють через двері, які герметично закриваються. Пара подається від парогенератора, подача якого регулюється клапаном. У камері встановлюють датчики для контролю за температурою субстрату. Уведення пари низького тиску здійснюється безпосередньо в потік повітря, яке подається вентилятором.

Для виробництва субстрату використовують солому, яка пройшла попередню ферментацію в буртах та має темно-коричневий колір і крихку структуру. Субстрат, після завантаження до пастеризаційної камери, поступово, протягом 10–12 годин нагрівають паром, яка поступає від парогенератора, до температури від 60 до 62 °С, при цьому витрата пари на 1 т субстрату становить до 10 кг. Під час наповнення камери, в субстраті, під підлогою та над ним розміщують датчики дистанційного контролю температури. При наявності значних розбіжностей показників температури, які фіксують ці датчики, її вирівнюють шляхом рециркуляції повітря.

Після розігріву субстрату парою, протягом наступних 12 годин проводять його пастеризацію. Температура субстрату, при якій здійснюється пастеризація, становить від 58 до 60 °С. Завдяки посиленню мікробіологічних процесів, які проходять з виділенням тепла, досягають температури пастеризації при подачі повітря, що забезпечує концентрацію вуглекислого газу не більше 30000 ppm [3]. Важливо, щоб під час пастеризації різниці в значеннях температури субстрату в різних місцях не перевищувала величини від 1 до 2 °С [6]. За допомогою вентилятора забезпечують подачу свіжого повітря в об'ємі від 15 до 20 м³/год. на 1 т субстрату. В таких умовах виживають лише деякі види термофільних мікроорганізмів, які забезпечують подальший розклад органічної речовини під час ферментації в контрольованих умовах. У процесі пастеризації важливо не допустити перевищення термінів її проведення, оскільки в такому випадку можуть загинути не тільки спори цвілей, а й спори корисних захисних термофільних мікроорганізмів.

По закінченню пастеризації субстрату проводять його охолодження до температури від 50 до 53 °С шляхом збільшення подачі свіжого повітря до 100 м³/год. на 1 т субстрату, а потім переходять до ферментації. Можливе також закінчення процесу термообробки і повне охолодження субстрату без проведення ферментації. Однак, такий спосіб термообробки можливий при використанні для виробництва субстрату свіжої та якісної соломи.

Мета ферментації – частково розкласти органічні речовини з одночасним синтезом біомаси термофільних мікроорганізмів, що забезпечує накопичення білкового азоту, дозволяє одержати однорідний по структурі та якості субстрат. Загальновідомо, що на рослинній сировині в значній кількості знаходяться цвілі, які після зволоження рослинної сировини починають активно розмножуватися та створювати конкуренцію розвитку міцелію гливи. У рослинній сировині містяться також мікроорганізми, які є антагоністами цвілей, а тому необхідно під час ферментації створити умови, сприятливі для розвитку цих захисних мікроорганізмів. Наявність захисних властивостей термофільних мікроорганізмів дозволяє проводити інокуляцію субстрату в нестерильних умовах. Після охолодження субстрату відмерлі тіла захисних термофільних мікроорганізмів

стають основою для поширення міцелію гливи в субстраті [5]. Домінуюча група мікроорганізмів в субстраті під час кондиціювання – термофільні актиноміцети. Поступове і рівномірне зниження температури під час ферментації забезпечує їх високу активність. Тому в цей час важливо не допускати різких коливань температури субстрату. Частина аміаку під час ферментації викидається в атмосферу при вентиляванні камери, а інша – асимілюється мікроорганізмами з перетворенням у білкові сполуки. Субстрат втрачає також частину води за рахунок випаровування, а також частину органічної речовини, яка витрачається на енергетичні процеси з виділенням кінцевих продуктів життєдіяльності мікрофлори у вигляді вуглекислого газу, води і тепла [6].

Під час ферментації субстрату температура повітря в камері знижується до 48 °С та забезпечується за допомогою вентилятора стійка рециркуляція повітря. Окрім цього в камеру подають свіже відфільтроване повітря в кількості від 50 до 60 м³/год. на 1 т субстрату. В цих умовах різкі коливання температури субстрату не допускаються. Тривалість ферментації субстрату становить до 60 годин. При скороченні тривалості термінів ферментації субстрату не виключається можливість збереження спор цвілей, які в подальшому, конкуруючи за поживні речовини субстрату, блокують розвиток міцелію гливи.

Після ферментації збільшують подачу свіжого повітря для охолодження внутрішнього повітря та субстрату до температури від 26 до 30 °С, протягом часу від 10 до 12 годин, об'єм подачі свіжого повітря при цьому повинен становити від 100 до 150 м³/год. на 1 т субстрату. Для запобігання осушення субстрату під час охолодження у повітря подають водяну пару.

Після термічної обробки субстрат інокують посівним міцелієм та пакують у перфоровані поліетиленові мішки. Для соломистого субстрату рекомендується використовувати мішки, з такими параметрами: діаметр від 0,2 до 0,4 м, висота від 0,6 до 0,8 м, місткість від 10 до 20 кг субстрату [4, 7].

Зміна значень температури повітря й субстрату та об'єму вентиляції під час пастеризації та повної ферментації субстрату зображена на рис. 2 [7, 10].

Послідовність виконання технологічних операцій при виробництві субстрату, тривалість та основні вимоги до їх виконання наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Технологічні операції виробництва субстрату та вимоги до їх виконання

Назва технологічної операції	Тривалість операції, год.	Основні вимоги (норми, параметри)
1	2	3
Зволоження соломи	до 72	Солому зволожують до вологості від 75 до 80 %. Витрата води – від 3 до 4 т на 1 т соломи. Температура води – від 10 до 30 °С.
Укладання зволоженої соломи у бурти	72-120	Укладання соломи у бурти висотою до 2 м та шириною до 3 м, з послідовним розігрівом у буртах до температури від 45 до 65 °С.
Наповнення камери субстратом	до 8	Укладання субстрату вирівняним шаром висотою від 2,0 до 2,5 м. Вологість субстрату від 70 до 75 %.
Розігрів субстрату водяною парою	10-12	Температура повітря від 60 до 62 °С. Концентрація вуглекислого газу не більше 2 %. Витрата пару до 10 кг на 1 т субстрату.
Пастеризація субстрату	до 12	Температура пастеризації від 58 до 60 °С, концентрація вуглекислого газу не більше 30000 ppm, різниця в значеннях температури над субстратом та під ним, а також по його висоті від 1 до 2 °С. Об'єм свіжого повітря від 15 до 20 м ³ /год. на 1 т субстрату.
Охолодження субстрату після пастеризації	15-20	Кінцева температура від 50 до 53 °С. Об'єм подачі свіжого повітря 100 м ³ /год. на 1 т субстрату.
Ферментація субстрату	до 60*	Зниження температури субстрату до 48 °С на величину від 1 до 2 °С за добу, різкі коливання температури субстрату не допускаються. Об'єм подачі свіжого повітря від 50 до 60 м ³ /год. на 1 т субстрату.
Охолодження субстрату після ферментації	12	Зниження температури від 48 до 26 °С. Об'єм подачі свіжого повітря від 100 до 150 м ³ /год. на 1 т субстрату.
Розвантаження камери, внесення міцелію та пакування субстрату в мішки	до 8	Вологість готового субстрату від 70 до 75 %, колір темно-коричневий із сірувато-білим відтінком, структура субстрату повинна бути однорідна.

* – значення тривалості ферментації субстрату на практиці, як правило, вибирають для кожного конкретного випадку в залежності від якості соломи аж до її повного виключення із процесу термообробки.

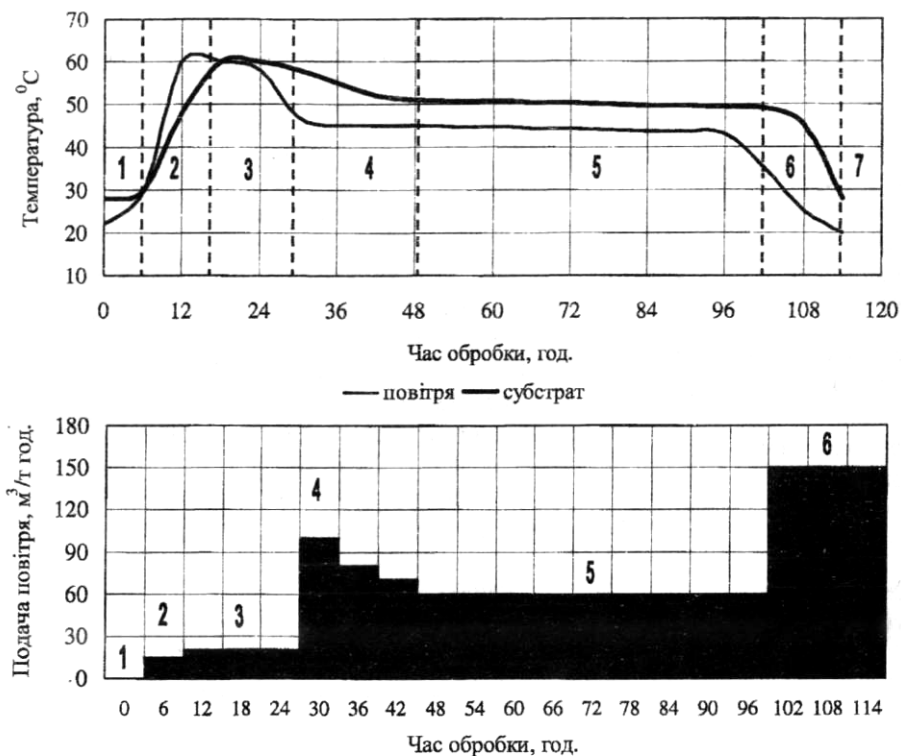


Рис. 2 – Орієнтовні значення температури повітря і субстрату та об'єму вентиляції камери під час пастеризації та ферментації субстрату для вирощування гливи:

1 – заповнення камери субстратом; 2 – розігрів субстрату до температури пастеризації; 3 – пастеризація субстрату; 4 – охолодження субстрату після пастеризації; 5 – ферментація субстрату; 6 – охолодження субстрату після ферментації; 7 – розвантаження камери, внесення міцелію та пакування субстрату в мішки

3. ВЛАСТИВОСТІ ВИХІДНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СУБСТРАТУ

Вміст поживних елементів у рослинній сировині та органічних і мінеральних добавках повинен відповідати даним таблиці 3 [3].

Субстрат для вирощування гливи повинен бути однорідної рихлої структури вологістю від 70 до 75 %, вміст поживних речовин повинен становити (у % до кількості сухої речовини): вуглецю (C) не менше ніж 40, загального азоту (N) від 1,0 до 1,2, фосфору (P_2O_5) від 0,8 до 1,5, калію (K_2O) від 0,8 до 1,6, кальцію від 2,0 до 2,5, рН від 7,0 до 8,5. А також не повинен містити нематод кліщів, грибних мух та комарів, хвороботворних грибів та їх спор.

Таблиця 3

Вміст поживних елементів у рослинній сировині та органічних і мінеральних добавках

Назва компонентів і добавок	Вміст поживних елементів, % на с.р.					
	C	N	P_2O_5	K_2O	CaO	вологість
Рослинна сировина						
Солома пшениці	45-52	0,5-0,8	0,2-0,3	0,8-1,0	0,3-0,5	10-12
Солома ячменю	42-48	0,4-0,6	0,2-0,3	0,8-1,2	0,3-0,6	10-12
Стебла і стержні качанів	61-68	0,4-0,6	0,4-0,6	1,0-1,4	0,5-0,9	10-12
Корзинки й лушпиння	51-58	0,4-0,7	0,8-1,0	2,1-3,0	1,6-1,9	10-12
Лушпиння гречки	46-50	0,3-0,5	0,8-1,2	2,0-2,9	0,9-1,4	10-12
Органічні добавки						
Солодові ростки	53-60	12-15	0,8-1,3	1,0-1,8	0,6-0,9	3-5
Висівки пшениці	48-50	6,6-8,0	0,6-1,0	1,2-1,5	1,4-1,8	8-10
Шрот соняшниковий	26-33	32-35	5,6-6,8	4,3-5,1	1,1-1,5	15-20
Шрот соєвий	22-26	36-42	4,8-5,9	3,5-5,0	0,9-1,2	15-20
Мінеральні добавки						
Вапняк ($CaCO_3$)	-	-	-	-	42-44	7-10
Гіпс ($CaSO_4$)	-	-	-	-	23-27	3-5
Крейда (CaO)	-	-	-	-	40-42	5-7
Карбамід	-	45,5	-	-	-	0,3
Суперфосфат	-	-	14-20	-	-	4-5

Інокуляцію субстрату зерновим міцелієм (міцелій гливи, що розрісся на підготовленому зерні пшениці) проводять із розрахунку 5 % від маси субстрату. Міцелій виготовляють в мікологічних лабораторіях і зберігають при температурі від 2 до 4 °С. Термін зберігання міцелію не повинен перевищувати 3 місяці.

Готовий до використання міцелій повинен мати білий колір і приємний запах. До кожної партії міцелію повинен додаватися паспорт – сертифікат, який включає назву штаму, дату посіву, коротку характеристику (вимоги до параметрів мікроклімату культивацийних приміщень при розростанні міцелію й плодоношенні грибів та інші параметри вирощування грибів), дату реалізації міцелію, реквізити підприємства виробника міцелію.

Існують зимові штами гливи, для плодоношення яких необхідний холодний шок (від 1 до 2 днів при температурі від 0 до 2 °С), а саме плодоношення проходить при температурі від 10 до 14 °С; проміжні – плодоносять при температурі від 5 до 20 °С без холодного шоку, літні – плодоносять при температурі від 16 до 25 °С без холодного шоку.

4. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА СУБСТРАТУ

Для виробництва субстрату необхідна наявність закритої пастеризаційної камери. Це споруда, яка виконується з бетонних блоків та панелей перекриття, має достатнє утеплення огорожуючих конструкцій, спеціальну конструкцію підлоги та вентиляційну камеру. Один із варіантів виконання закритої пастеризаційної камери, для виробництва субстрату в обсязі від 10 до 15 т, приведений на рисунках 3 та 4. Обладнання закритої пастеризаційної камери складається із припливного розтрубу 1, повітряного фільтру 2, припливної 3 та рециркуляційної 4 заслінок, припливного повітропроводу 5, вентилятора 6, розтрубу 7, відкидного клапану 8, викидного повітропроводу 9, дощатої перегородки 10, герметичних утеплених воріт 11 та дверей 12, підлоги 13, поліпропіленової сітки 14, стічної труби 15, шківів 16, пасів 17 та електродвигуна 18.

Основні вимоги до виконання пастеризаційної камери наступні [3, 5]:

– теплопровідність стін і стелі пастеризаційної камери повинна становити не більше $0,4 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$; підлога камери пастеризації виконується із дерев'яних дощок укладених на відстані від 2 до 4 см одна від другої, при цьому сумарний переріз щілин повинен становити 30 % від загальної площі підлоги; для забезпечення вивантаження субстрату та попередження забруднення повітропроводів і вентиляційного каналу підлогу покривають поліпропіленовою сіткою;

– під решітчастою підлогою обладнують вентиляційний канал, який повинен мати нахил 1:50 (після першого метра) в сторону, де встановлюють патрубок для подачі повітря, а також знаходиться каналізаційний отвір для зливу води. Вентиляційний канал повинен займати всю ширину камери;

– камера повинна мати герметичні ворота для завантаження соломи й вивантаження субстрату. Перед воротами встановлюють дерев'яний щит для недопущення контакту субстрату із воротами;

– в одному блоці з камерою будують приміщення вентиляційної камери, коридор для вивантаження субстрату, приміщення для установки електрообладнання та приладів контролю і управління;

– камеру пастеризації обладнують вентилятором, який подає повітря з розрахунку на тонну субстрату від 100 до $150 \text{ м}^3/\text{год.}$ і статичний тиск 1000–1300 Па (100–130 мм водяного стовпа). Повний аеродинамічний опір включає в себе опір шару субстрату, а також місцеві опори дифузора вентилятора, входу та виходу повітропроводів в пастеризаційну камеру. Продуктивність вентилятора пастеризаційної камери визначається кількістю субстрату;

– при електрозварюванні повітропроводів, для уникнення втрат повітря, товщина стінок повітропроводів повинна становити не менше 2 мм. Вентилятор і вентиляційні канали утеплюють теплоізоляцією. Отвір для виходу повітря із камери пастеризації повинен бути оснащений клапаном-заслінкою, яка відкривається тоді, коли в камері над субстратом буде надлишковий тиск;

– розміри вхідного і вихідного отворів системи вентиляції повинні бути однаковими. Припливний і рециркуляційний клапани повинні щільно закриватися;

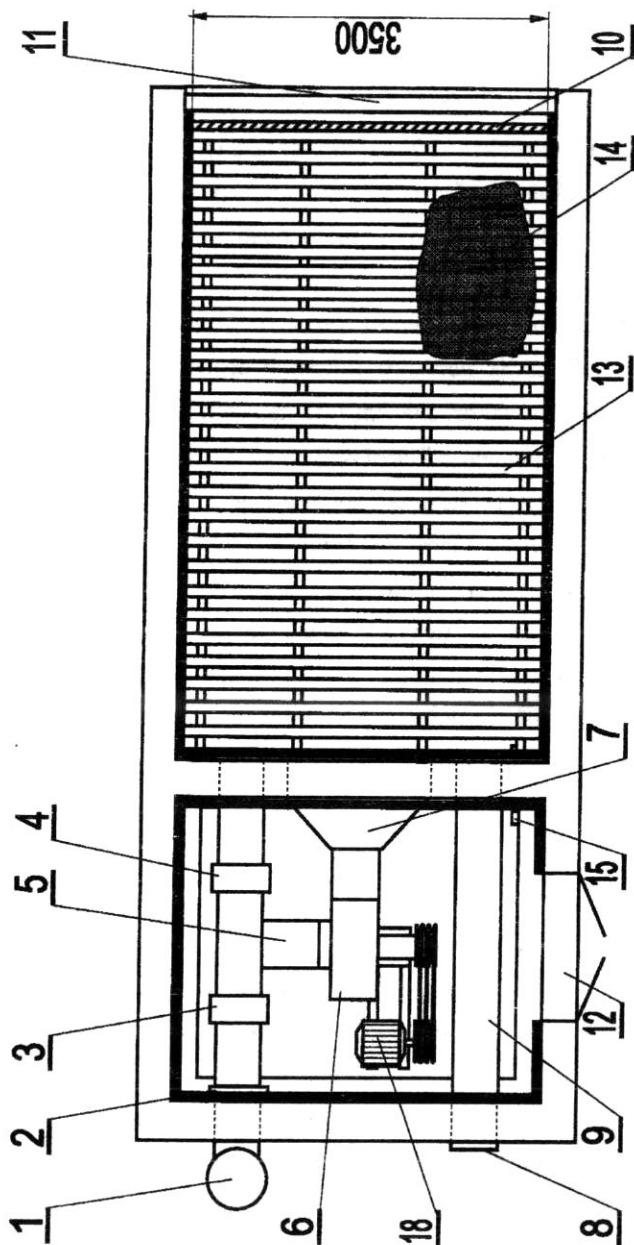


Рис. 3 – План розміщення обладнання в закритій камері пастеризації

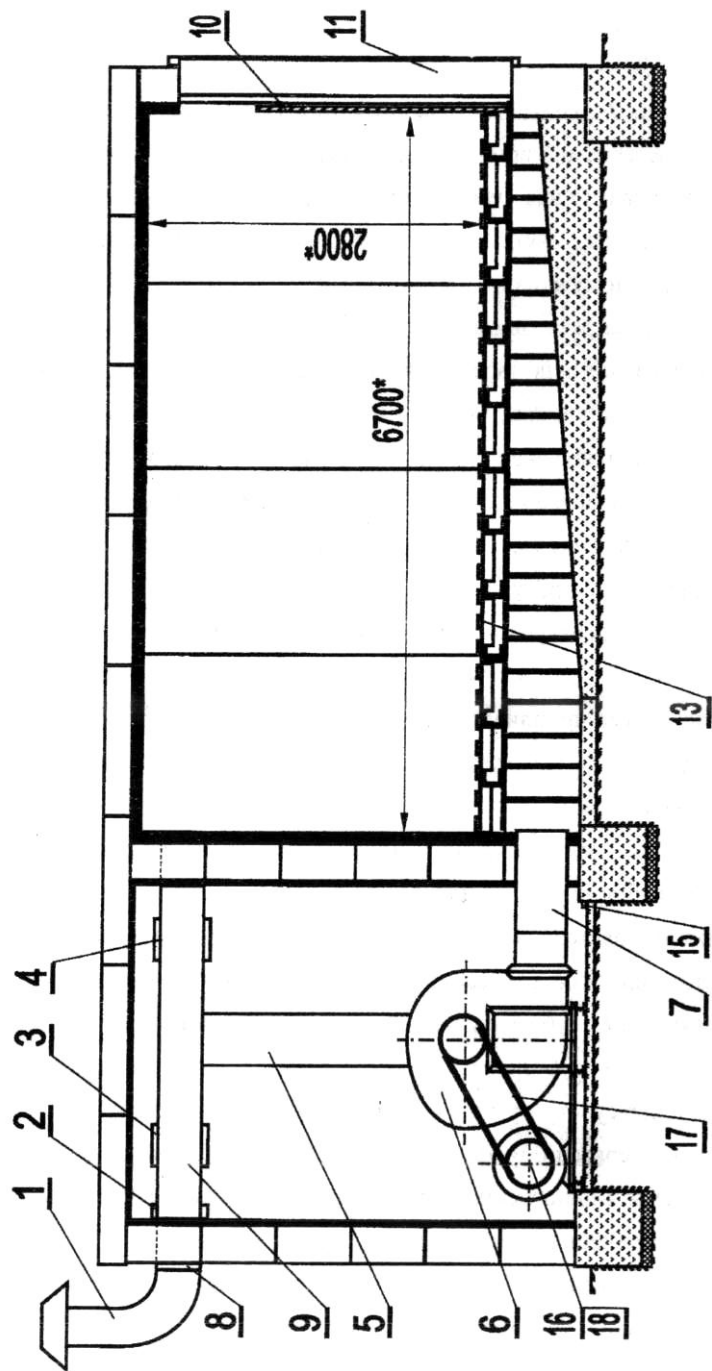


Рис. 4 – Переріз закритої камери пастеризації для виробництва субстрату

– припливне повітря перед подачею в систему вентиляції повинно проходити через фільтр (шар склотканини від 10 до 15 мм), який затримує частинки діаметром від 2 до 6 мікрон (грибні спори) із ефективністю 99,9 %;

– в камері пастеризації встановлюють два датчики температури повітря (у вентиляційному каналі та над субстратом), три датчики температури субстрату (через 50 см по висоті субстрату), а також датчики концентрації вуглекислого газу та кисню (у вентиляційному каналі).

Виробництво субстрату проводять згідно з технологічним регламентом (табл. 4) і починають його із зволоження соломи на спеціально змонтованих майданчиках з водозабірником. Після зволоження солому укладають на майданчику в бурт, де відбувається її самозігрівання. Після цього завантажують рослинну сировину на решітчасту підлогу закритої пастеризаційної камери. Перед наповненням камери на решітчасту підлогу вкладають поліпропіленову сітку, яку попередньо промивають та просушують.

Управління температурно-повітряним режимом закритої камери пастеризації проводять за допомогою вентиляційної установки на базі вентилятора із заслінками припливного та рециркуляційного повітря.

Основні недоліки в експлуатації пастеризаційної камери та методи їх усунення приведені в таблиці 5.

Готовий субстрат має однорідну структуру та темно-коричневий колір. Вологість готового субстрату від 70 до 75 %.

Розвантаження пастеризаційної камери поєднують із розпушуванням субстрату, оскільки він ущільнюється під дією власної ваги за час перебування в камері. Для пакування субстрату в поліетиленові мішки використовують поршневий ущільнювач субстрату ПМСГ-10 (рис. 6), за допомогою якого виконують ущільнення субстрату з одночасним пакуванням у мішки [8].

Обслуговує пастеризаційну камеру один оператор. Під час завантаження та розвантаження камери з одночасним пакуванням у мішки зайнято 4 працівники. Загальний цикл виготовлення субстрату не перевищує 7 днів.

Виділення вуглекислого газу під час пастеризації і кондиціонування в розрахунку на одну тону субстрату складає 300 г/год. Гази, які виділяються під час виробництва, розсіюються в атмосфері [3].

Технологічний регламент виробництва субстрату

№ п/п	Назва операції	Термін виконання, діб	Енергетичний засіб	Кількість, шт.	Технологічний засіб	Обслуговуючий персонал, чол.
1	Зволоження соломи	0,5	Насос для подачі води	1	Майданчик водозабірником	2
2	Укладання зволоженої соломи у бурти	0,5	Вручну	1		2
3	Завантаження пастеризаційної камери субстратом	0,5	Електро-двигун	1	Коливальний транспортер	4
4	Розігрів субстрату до температури пастеризації	0,5	Електро-двигун	1	Вентиляційна установка на базі вентилятора із заслінками рециркуляційного та припливного повітря	1
5	Пастеризація субстрату	1				
6	Охолодження субстрату після пастеризації	0,5				
7	Ферментація субстрату	1				
8	Охолодження субстрату після ферментації	0,5				
9	Розвантаження камери, пакування субстрату в мішки з одночасним внесенням міцелію	2	Стаціонарна гідростанція	1	Машина для пакування субстрату в мішки УМСГ-10	4

Перед будівництвом пастеризаційної камери визначають місце її розташування та розробляють проект будівництва. Враховуючи розосередженість та невеликі об'єми будівельно-монтажних робіт, доцільною формою організації робіт з будівництва пастеризаційної камери є використання комплексних бригад будівельних підрозділів сільськогосподарських підприємств. Термін будівництва не перевищує 3 місяці.

**Основні недоліки в експлуатації пастеризаційної камери
та методи їх усунення**

Недоліки	Причини	Спосіб усунення
1	2	3
Температура повітря над субстратом менша ніж температура субстрату	Субстрат слабо продувається повітрям	Збільшити оберти вентилятора Зменшити висоту шару субстрату до 2,0–2,5 м
	Рециркуляційне повітря над субстратом змішується із свіжим повітрям, яке затягується через викидний клапан	Відрегулювати викидний клапан
	Рециркуляційне повітря над субстратом змішується із свіжим повітрям, яке затягується через негерметичність камери над субстратом	Усунути негерметичності стін та стелі камери
Субстрат після завантаження в камеру повільно розігрівается	Підлога навколо камери зволожена, нижче рівня підлоги через стіни камери просочується повітря	Усунути негерметичності стін камери
	Повітря з парою виходить через двері камери	Усунути негерметичність між повітряним простором під підлогою камери та дверима, ущільнити субстрат біля дверей
Нерівномірна температура по висоті шару субстрату	Недостатня рециркуляція повітря через субстрат	Збільшити подачу рециркуляційного повітря
Температура повітря під підлогою камери зменшується	Збільшений притік свіжого повітря	Зменшити подачу свіжого повітря
Через викидну заслінку не викидається повітря насичене вуглекислотою	Субстрат слабо продувається повітрям	Збільшити оберти вентилятора
	Над субстратом утворюється високий рівень вакууму	Збільшити подачу рециркуляційного повітря

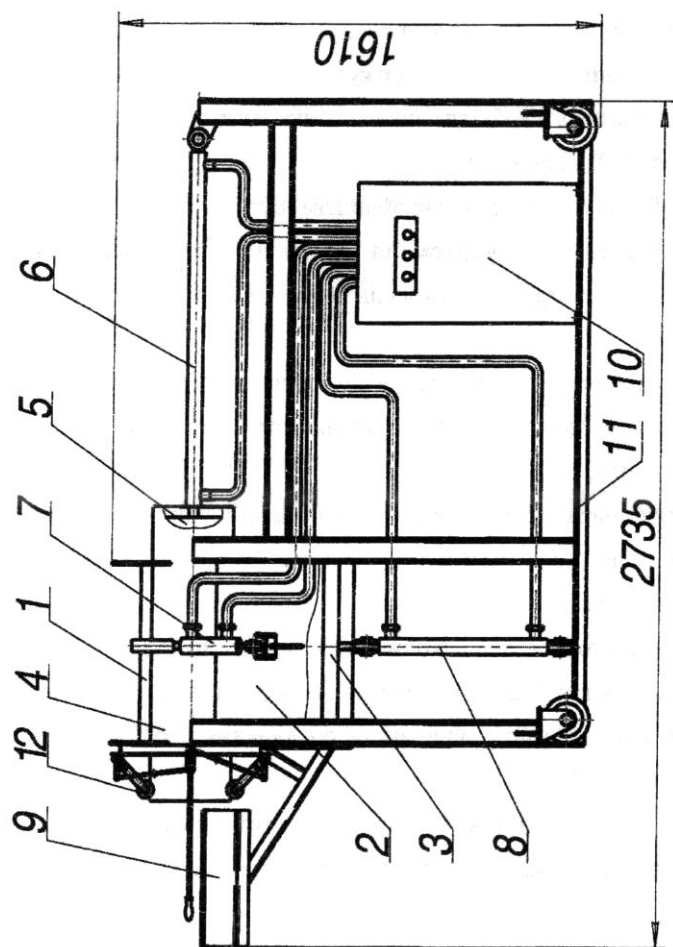


Рис. 5 – Загальний вигляд поршневого ущільнювача субстрату ПМСГ-10:

1 – клапан завантажувального вікна; 2 – приймальна камера; 3 – поршень вертикальної камери; 4 – горизонтальна ущільнювальна камера; 5 – поршень горизонтальної камери; 6 – гідроциліндр Ц 63.32.800.01; 7 – гідроциліндр Ц40х160-11; 8 – гідроциліндр Ц63.32.400.01; 9 – лоток для ущільнених блоків; 10 – гідралічна станція; 11 – рама; 12 – прижимний механізм.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

У процесі виробництва субстрату необхідно суворо дотримуватися наступних вимог техніки безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії, що дозволяє повністю виключити нещасні випадки та виробничі травми в обслуговуючого персоналу та досягти високої продуктивності праці:

- працювати з машинами та устаткуванням дозволяється тільки повнолітнім особам, які мають необхідні знання з експлуатації машин, правил техніки безпеки та виробництва субстрату;

- персонал, який залучений для виробництва субстрату, повинен бути забезпечений і користуватися спецодягом та захисними засобами, а також отримати відповідні типові інструкції з охорони праці та інструктаж із техніки безпеки;

- технічний огляд, регулювання та обслуговування машин необхідно виконувати тільки після їх повної зупинки; забороняється палити цигарки та приймати їжу під час роботи;

- машини повинні мати захисні огородження на пасових та ланцюгових передачах, карданних валах, а також бути обладнані зовнішніми світловими приладами та звуковим сигналом;

- забороняється працювати з пошкодженими шлангами гідросистеми та негерметичними з'єднаннями, а також при несправній гідросистемі;

- забороняється завантажувати машини та обладнання субстратом понад установлені норми;

- необхідно слідкувати, щоб у субстраті не було твердих предметів (каміння, металу, дерева та ін.), які можуть привести до пошкодження машин та обладнання;

- перед початком проведення робіт необхідно подати звуковий сигнал й, упевнившись у відсутності сторонніх людей, включати машини та механізми в роботу або починати рух;

- після закінчення роботи, відкриті частини тіла необхідно ретельно вимити з милом;

- під час тривалих зупинок у використанні, машини і обладнання повинні бути очищені від залишків субстрату та при необхідності помиті;
- після установки гідростанції в робоче положення її необхідно заземлити відповідно до вимог правил технічної експлуатації електроустановок (вузол заземлення знаходиться на ніжці гідравлічного бака);
- підключити обладнання до електричної мережі можна тільки після заземлення;
- перед пуском гідростанції в роботу необхідно перевірити рівень масла в гідравлічному баці, з'єднання труб, кріплення шпильок, болтів, гвинтів, затягування накидних гайок трубопроводів, попередити обслуговуючий персонал про пуск гідростанції;
- не дозволяється запускати обладнання в роботу при наявності несправностей та негайно зупинити роботу обладнання при виявленні яких-небудь відхилень від норми;
- експлуатація обладнання повинна відбуватися при суворому дотриманні правил протипожежної безпеки;
- перед ремонтом обладнання необхідно відключити його від електричної мережі і вжити заходів проти їхнього випадкового включення;
- не допускається розбирати гідростанцію, а також гідравлічні панелі і блоки та підтягувати кріпильні деталі і з'єднання гідросистеми, що знаходяться під тиском;
- не допускається виконувати зварювальні роботи на приєднаних трубопроводах, що знаходяться під тиском та напругою;
- розбирання й збирання обладнання необхідно проводити за допомогою призначених для цього інструментів і пристосувань та спеціально відведених для цього місць;
- обслуговуючий персонал повинен суворо дотримуватися вимог техніки безпеки, викладених у відповідних розділах інструкцій з технічного обслуговування задіяних машин та механізмів;
- при виникненні небезпечної ситуації необхідно швидко зупинити машини та обладнання, а при аварійних ситуаціях із травмами надати потерпілому першу

медичну допомогу, викликати лікаря або відвезти потерпілого в найближчий медпункт та повідомити керівництво підприємства.

6. КОНТРОЛЬ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ РОБОТИ

Контроль та оцінку якості роботи проводять для забезпечення дотримання технологічного регламенту у процесі виробництва субстрату із заданими агротехнічними властивостями.

Оцінку якості робіт окремої технологічної операції визначають за середнім показником, який розраховують діленням суми одержаних коефіцієнтів на кількість показників, що контролюються. Якість виконуваних робіт оцінюють за показниками, поданими в таблиці 6.

Таблиця 6

Показники та норми якості робіт

Назва показника, одиниця виміру	Норма та показники	Оцінка: 1,0–відмінно; 0,9–добре; 0,8–задовільно
Підготовка субстрату		
Подрібнення рослинних решток, см (при машинному пакуванні не проводиться)	від 1 до 3 включно	1,0
	$\pm 0,5$	0,9
	$\pm 1,0$	0,8
Температура в субстраті під час пастеризації, °C	від 58 до 60 включно	1,0
	$\pm 1,5$	0,9
	$\pm 2,0$	0,8
Температура повітря в камері пастеризації, °C	від 60 до 62 включно	1,0
	$\pm 0,4$	0,9
	$\pm 0,5$	0,8
Концентрація вуглекислого газу в камері пастеризації, ppm	не більше 30000	1,0
	від 30500 до 31000	0,9
	від 31500 до 32000	0,8
Вологість субстрату, %	від 70 до 75 включно	1,0
	$\pm 2,0$	0,9
	$\pm 3,0$	0,8
Інокуляція		
Рівномірність внесення (відхилення), %	не більше 3,0	1,0
	від 3,1 до 3,5	0,9
	понад 3,5	0,8

Контроль показників якості робіт треба здійснювати у присутності виконавців. Розмір подрібнених рослинних решток міряють лінійкою згідно з ГОСТ 427-75.

Температуру води визначають у середині ємності водяним термометром з точністю до ± 2 °С. Параметри мікроклімату в камері пастеризації регулюють системами автоматичного регулювання:

- температуру повітря з точністю до $\pm 0,5$ °С двома термодатчиками які встановлюють над субстратом і в вентиляційному каналі;
- температуру субстрату з точністю до ± 2 °С трьома термодатчиками встановленими в субстраті через 50 см по висоті штабеля;
- концентрацію вуглекислого газу з точністю до ± 2 %, датчиком встановленими у вентиляційному каналі.

Визначення фізико-механічних та агрохімічних властивостей субстрату необхідно проводити для кожної партії окремо. При завантаженні закритої пастеризаційної камери контролюють висоту шару субстрату. Температуру в шарі субстрату контролюють за допомогою електронних термометрів протягом всього процесу пастеризації та ферментації. Температуру в середині блоків субстрату під час інокуляції вимірюють на глибині від 10 до 15 см, щоденно о 8⁰⁰ та 17⁰⁰ годині на кожному ярусі в центральній і трьох периферійних зонах термометром для вимірювання температури ґрунту. Допустимі відхилення від норми ± 2 °С.

Вологість субстрату визначають шляхом висушування зразків до постійної вологості. Оперативний контроль вологості може бути проведений шляхом стискування порції субстрату в руці (якщо вологість субстрату знаходиться в межах від 60 до 65 %, волога виділяється тільки при сильному стискуванні). Кислотність, вміст азоту, фосфору, калію, кальцію та органічної речовини у субстраті визначають згідно з існуючими нормативними документами. Кислотність субстрату визначають згідно з ГОСТ 27753.3-88. Вміст загального азоту визначають згідно з ДСТУ ISO 11261:2001, вміст фосфору згідно з ГОСТ 27753.5-88, вміст калію згідно з ГОСТ 27753.6-88, вміст кальцію згідно з 27753.9-88, вміст вуглецю згідно з ГОСТ 27753.10-88.

Рівномірність внесення міцелію в субстрат визначають візуально. Масу

мінеральних добавок для субстрату визначають згідно з СОУ 01.1-37-258:2005. Відбір проб субстрату для аналізу проводять згідно з ГОСТ 27753.1-88.

Якість субстрату визначають за результатами лабораторного аналізу 5-ти, а при посиленому контролі – 10-ти проб. В кожній пробі визначають колір, структуру та кислотність субстрату, вміст вологи. За результатами агрохімічних аналізів визначають середнє значення показників якості готового субстрату, яке заносять у паспорт, що видається на кожну партію субстрату.

7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА СУБСТРАТУ

Розрахунок та структура собівартості виробництва субстрату приведені у таблиці 7 та зображені на рисунку 7. Собівартість субстрату з використанням власної сировинної бази в 1,5–2 рази менша, ніж при використанні придбаної в інших господарствах соломи [9]. Економічну ефективність виробництва субстрату досягають за рахунок збільшення виробництва сільськогосподарської продукції та реалізації надлишків субстрату. Відпрацьований субстрат є цінним органічним добривом.

Виробництво гливи дозволяє отримати додатковий прибуток з одного гектара сівозміни. Використання соломи для виробництва субстрату при вирощуванні гливи значно перевищує економічну ефективність її спалювання. Ефективність використання відпрацьованого субстрату після вирощування грибів як органічного добрива значно більша ніж попелу після спалювання соломи.

Під час виробничої перевірки, яка була проведена на базі ТОВ “Славути” в с. Шкарівка Білоцерківського району було встановлено, що ймовірність отримання запакованих мішків із щільністю субстрату, яка знаходиться у технологічно заданому діапазоні щільності від 360 до 400 кг/м³ при використанні двохстадійного поршневого ущільнювача субстрату ПМСГ-10, становить 85,5 %. Використання двохстадійного поршневого ущільнювача субстрату забезпечує отримання економічного ефекту в розмірі 6659,3 грн. за рік, а термін його окупності не перевищує 3 років.

Таблиця 7

Розрахунок собівартості виробництва субстрату

Показники	Тариф		Витрати на закладку		
	од. виміру	значення	од. виміру	значення	вартість, грн.
Основна сировина і складові компоненти					
Солома	грн./т	25,0	т	5	125,0
Міцелій зерновий	грн./порція	8,0	порція	602	4816,0
Вода	грн./м ³	1,73	м ³	5	8,65
Пакувальна тара	грн./шт.	0,85	шт.	602	511,7
Всього, грн.					5461,35
Пальне *					
Підвезення соломи	грн./л	6.50	л	56	364,00
Всього, грн.					364,00
Електроенергія					
Привід вентилятора	грн./кВт-год.	0,74	кВт-год.	140	103,60
Привід пакувальної машини	грн./кВт-год.	0,74	кВт-год.	4	2,96
Всього, грн.					106,56
Амортизація, технічне обслуговування, ремонт та витрати на зберігання					
Машини і механізми	%	28,2	грн.	250,00	70,50
Будівельні конструкції	%	4,0	грн.	833,33	33,33
Всього, грн.					103,83
Заробітна плата					
Зволоження соломи та укладання в бурти	грн./люд-год.	5,56	люд-год.	18	100,08
Завантаження соломи	грн./люд-год.	5,56	люд-год.	20	111,2
Контроль процесу ферментації	грн./люд-год.	5,56	люд-год.	10	55,6
Вивантаження та пакування субстрату	грн./міш.	0,70	міш.	602	421,40
Всього, грн.					688,28
Нарахування на зарплату	%	37	грн.	688,28	254,66
Всього витрат на оплату праці разом із нарахуваннями, грн.					942,94
Разом прямих витрат, грн.					6978,68
Накладні витрати до всіх витрат	%	5	грн.	6978,68	348,93
Всього на одну закладку, грн.					7327,61
Загальновиробничі витрати	%	5	грн.	7327,61	366,38
Всього витрат, грн.					7693,99
Собівартість субстрату, грн./т					769,4



Рис. 6 – Структура собівартості виробництва субстрату

При собівартості виробництва субстрату в розмірі 769,4 грн./т прибуток від його реалізації становитиме близько 330 грн./т.

Дослідження показали, що в кожному випадку необхідно прораховувати економічну ефективність та доцільність виробництва гливи. Недодержання цієї вимоги призводить до низької ефективності та збитковості виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Голуб Г. А. Біоконверсія органічної сировини при вирощуванні грибів / Г.А. Голуб // Вісник аграрної науки. - 2002, № 11. - С. 13-16.
2. Гайденко О.М. Біоконверсія соломи із виробництвом гливи звичайної / О.М. Гайденко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. - Кіровоград: КНТУ, 2006. - Вип. 17. - С. 95-99.
3. Девочкин Л.А. Шампиньоны. - 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Агропромиздат, 1989. - 175 с.
4. Промышленное культивирование съедобных грибов / [Дудка И.А., Вассер С.П., Бухало А.С., и др.]; под общей ред. И.А. Дудки. - К.: Наукова думка, 1978. - 264 с.
5. Дудка И.А. Культивирование съедобных грибов / И.А. Дудка, Н.А. Бисько, В.Т. Билай. - К.: Урожай, 1992. - 160 с.
6. Голуб Г. А. Динаміка розігріву компосту у пастеризаційній камері / Г. А. Голуб, А.І. Огороднік // Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Механізація та електрифікація сільського господарства". - К: Аграрна наука, 1997. - Вип. 82. - С. 64-66.
7. Раптунович Е.С. Искусственное выращивание съедобных грибов / Е.С. Раптунович, Н.И. Федоров. - Мн.: Выш. шк., 1994. - 206 с.
8. Гайденко О.М. Обґрунтування типу конструкції експериментального зразка ущільнювача соломистого субстрату / О.М. Гайденко // Матеріали II Всеукр. наук.-прак. конф. молодих вчених і спеціалістів "Агропромислове виробництво України - стан та перспективи розвитку". - Вісник Степу: наук. зб. - Кіровоград: Видавництво ПП "Ліра ЛТД", 2006. - Вип. 3. - С. 147-150.
9. Голуб Г.А. Ефективність виробництва їстівних грибів / Г.А. Голуб // Економіка АПК. - 1999. - № 9. - С. 63-65.
10. Gapinski M. Boczniak. - Poznan: Panstwowe Wydawnictwo Rolnicze i Lesne, 2001. - 264 s.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. Вибір технології виробництва субстрату	4
2. Агротехнічні вимоги до субстрату	5
3. Властивості вихідних компонентів для виробництва субстрату	13
4. Організація робіт при виробництві субстрату	14
5. Охорона праці	22
6. Контроль та оцінка якості роботи	24
7. Економічна ефективність виробництва субстрату	26
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29

Науково-виробниче видання

**Голуб Геннадій Аанатолійович
Абросімова Галина Леонідівна
Гайденко Олег Миколайович
Кепко Олег Ігорович
Томашук Анатолій Ігорович**

**ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА СУБСТРАТУ
ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГЛИВИ МЕТОДОМ ФЕРМЕНТАЦІЇ
В ПАСТЕРИЗАЦІЙНІЙ КАМЕРІ**

Відповідальний за випуск – О. Т. Ростунов

Підписано до друку 12.01.2010 р. Формат 60х84/16.
Папір Data Сору. Гарнітура Таймс. Друк циф. дублікатор.
Ум. друк. арк. 1,88. Обл.-вид. арк. 1,65.
Тираж 300. Зам. 33.
Видавництво – «Видавництво “Науковий світ”»®.
Друк – друкарня ПП Ростунова О.Т.
Свідоцтво ДК № 249 від 16.11.2000 р.
03680, м. Київ, вул. Боженка, 17, оф. 414.
тел. 200-87-15, 200-87-13, 8-050-525-88-77.