

УДК 637.6/631.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.35>

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА ЯК ПОЖИВНОЇ ДОБАВКИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГЛИВИ

Чернишов І.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій переробки та зберігання

сільськогосподарської продукції,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

В статті наведено дослідження можливості використання відходів переробки продукції тваринництва в якості поживної добавки до композицій синтетичного ферментованого субстрату для вирощування гливи звичайної. Досліджувались відходи, що представляють низьку цінність для використання в інших галузях сільського господарства та промисловості і в основному утилізуються як тверді відходи шляхом поховання.

В сучасних економічних умовах важливим є зменшення собівартості субстрату, одним з можливих шляхів досягнення цієї мети є використання більш дешевої сировини. Для балансування субстрату за вмістом азоту традиційно використовують шроту та висівки. Ці продукти є відходами переробки сільськогосподарських культур і також класично використовуються для балансування раціонів сільськогосподарських тварин і птиці. Це створює конкуренцію між галузями виробництва і підвищує ціну на сировину, що в кінцевому результаті спричиняє ріст цін на продукцію. Тому пошук і дослідження альтернативних балансуючих компонентів для приготування субстрату гливи, таких, що не є конкурентними для тваринництва є актуальним. Аналіз отриманих результатів дозволив сформулювати наступні висновки: використання в якості добавок для приготування субстрату дозволить використати їх в подальшій переробці, з отриманням додаткової продукції грибовиробництва, дослідження росту колоній гливи звичайної з використанням обраних добавок дозволив визначити найкращі варіанти: так, додавання стружки шкіри та додавання пір'я не гальмує колонізацію цих добавок, а, навпаки, збільшує швидкість росту колоній в порівнянні з колоніями, що розвивались без додаткового живлення; отримані дані лабораторного дослідження можна вважати за первинні та такі, що потребують подальшого дослідження, в тому числі при використанні інших способів підготовки добавок (стерилізації, твердотільної ферментації), а також перевірки в науково-господарських дослідах з визначення технологічних властивостей в композиціях субстрату та розрахунку біологічної результативності і урожайності гливи та інших сапрофітів.

Ключові слова: відходи, шкіра, пір'я, тваринництво, технологія, гриби, глива.

Chernyshov I.V. The use of animal husbandry processing waste as a nutritional supplement in the cultivation of mushrooms

The article presents a study of the possibility of using animal husbandry processing waste as a nutrient additive to compositions of synthetic fermented substrate for the cultivation of oyster mushrooms. Wastes that are of low value for use in other branches of agriculture and industry and are mainly disposed of as solid waste by burial were investigated.

In modern economic conditions, it is important to reduce the cost of the substrate, one of the possible ways to achieve this goal is the use of cheaper raw materials. Meals and bran are traditionally used to balance the substrate in terms of nitrogen content. These products are waste products from the processing of agricultural crops and are also classically used to balance the rations of farm animals and poultry. This creates competition between industries and increases the price of raw materials, which ultimately causes an increase in product prices. Therefore, the search and research of alternative balancing components for the preparation of mushroom substrate, which are not competitive for animal husbandry, is relevant. The analysis of the obtained results made it possible to form the following conclusions: their use as additives for the preparation of the substrate will allow them to be used in further processing, with the obtaining of additional products of mushroom production, the study of the growth of colonies of common mushrooms using the selected additives made it possible to determine the best options: yes, the addition of skin shavings and the addition of pores It does not inhibit the colonization of these

additives, but, on the contrary, increases the growth rate of colonies compared to colonies that developed without additional nutrition; the obtained data of the laboratory experiment can be considered primary and those that require further research, including when using other methods of preparation of additives (sterilization, solid-state fermentation), as well as verification in scientific and economic experiments on the determination of technological properties in substrate compositions and the calculation of biological effectiveness and productivity of oyster mushrooms and other saprophytes.

Key words: waste, leather, feathers, animal husbandry, technology, mushrooms, mushroom.

Постановка проблеми. Грибовиробництво на сьогоднішній день є однією з галузей, що найбільш інтенсивно розвиваються. Споживання штучно вирощених грибів постійно зростає. Це пов'язано, з одного боку, зі збільшенням виробництва грибів і перетворенням їх у самостійну галузь сільського господарства, з другого боку – зі збором грибів, що щорічно зменшується в місцях їх природного зростання [1, с. 2]. Дослідження з пошуку вдосконалення технологій штучного вирощування грибів є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасних економічних умовах важливим є зменшення собівартості субстрату, одним з можливих шляхів досягнення цієї мети є використання більш дешевої сировини. Для балансування субстрату за вмістом азоту класично використовують шроти та висівки. Ці продукти є відходами переробки сільськогосподарських культур і також класично використовуються для балансування раціонів сільськогосподарських тварин і птиці. Це створює конкуренцію між галузями виробництва і підвищує ціну на сировину, що в кінцевому результаті спричиняє ріст цін на продукцію [3, с. 4]. Тому пошук і дослідження альтернативних балансуючих компонентів для приготування субстрату гливи, таких, що не є конкурентними для тваринництва є актуальним.

Аналіз чисельних літературних джерел та інтернет-публікацій вказав на основні вимоги, що ставляться до компонентів субстрату:

- компонент не повинен погіршувати фізичний склад субстрату: повітрепроникність, абсорбування і утримання вологи, не виділяти шкідливі речовини, що погіршують ріст і розвиток міцелію;
- компонент не повинен містити шкідливих речовин, що може погіршити якість та вплинути на безпечність харчової продукції (товарного грибу гливи);
- компонент повинен бути легкодоступним до заготівлі (закупівлі) та використання, не потребувати ускладнень технології при його використанні;
- компонент повинен легко і рівномірно змішуватись з іншими компонентами субстрату, не утворюючи грудок і не перешкоджаючи роботі обладнання для формування субстрату;
- компонент повинен бути дешевим та розповсюдженим на всій території країни, не потребувати особливих та витратних умов зберігання;
- використання компоненту повинно покращувати екологічну ситуацію та не допускати забруднення навколишнього середовища (принцип 5R). Бажано, щоб це був один з відходів виробництва, що можна використати для подальшого виробництва (принцип Recycle) [4, с. 4; 5, с. 7; 6, с. 5–7].

Враховуючи зазначені вимоги, серед великої кількості можливих варіантів нами було обрано наступні можливі альтернативні компоненти:

- шкіряна стружка – відхід виробництва шкіри;
 - відходи хутряної промисловості – некондиційні шкури, хутра та обрізі;
 - залишки пир'я – відхід забою птиці.
-

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження відходів тваринництва (шкіряної стружки, відходів хутряної промисловості, залишків пир'я) в якості компонентів субстрату при вирощуванні грибів-сапрофітів (гливи звичайної).

Для виконання поставленої мети передбачалося виконати наступні завдання:

- дослідити поживну та технологічну цінність відходів тваринництва в якості добавок до субстрату;
- розрахувати біохімічні та технологічні показники відходів як компонентів субстрату;
- дослідити особливості росту міцелію гливи на запропонованих добавках.

Наукова робота виконувалась в умовах лабораторного комплексу кафедри технологій переробки та зберігання сільськогосподарської продукції Херсонського державного аграрно-економічного університету. Робота була складовою частиною науково-дослідної роботи кафедри технологій переробки та зберігання сільськогосподарської продукції біолого-технологічного факультету «Розробка і удосконалення технологій виробництва, переробки, експертизи та контролю якості продукції тваринництва з використанням кращого вітчизняного і світового генофонду в господарствах Південного регіону України» впродовж 2021–2022 років.

Відбір та підготовку зразків субстрату здійснювали за методикою агрохімічного обстеження тепличних ґрунтів і субстратів [8, с. 1–25].

Зважування зразків проводили на квадрантних лабораторних вагах ВЛТК-500 з точністю до 0,01 г.

Приготування поживного середовища (картопляного агару) та власне техніку посіву міцелію гливи виконували за загальноприйнятими методиками [9, с. 17].

Для оцінки росту культури гриба використовували метод, заснований на дослідженні та аналізі динаміки збільшення радіусу колоній від часу культивування. Швидкість радіального росту (Vr) розраховували за формулою (1):

$$Vr = \frac{(a - b)}{t_1 - t_0}, \quad (1)$$

де: a – радіус колонії наприкінці росту, мм;

b – радіус колонії на початку фази лінійного росту, мм;

$t_1 - t_0$ – тривалість лінійного росту, діб.

Модифікований ростовий коефіцієнт (PKj) розраховували за формулою (2) [10, с. 20]:

$$PKj = d \cdot h \cdot g \cdot j/t, \quad (2)$$

де d – діаметр колонії, мм;

h – висота колонії, мм;

g – щільність колонії в балах;

j – однорідність колонії в балах;

t – вік колонії, діб.

Вивчення морфолого-культуральних ознак на різних субстратах проводили, використовуючи критерії, описані А.С. Бухало [11, с. 12].

Вплив добавки на швидкість росту міцелію визначали шляхом висівання на одній чашці Петрі двох точок росту, одна з яких до кінця експерименту залишалась без додаткового живлення, біля іншої розміщували одну з обраних добавок. Повторність зразків трикратна.

Виклад основного матеріалу дослідження. Після формування експерименту чашки Петрі з поживним середовищем, міцелієм та добавками були розміщені

в термостаті з постійною температурою 18^oC. Перші дві доби відбувалась адаптація міцелію до змінених умов росту та живлення. Наприкінці другої доби (через 40 годин від засіву) було проведено мікроскопування дослідних зразків. Швидкість росту міцелію гливи на даному, початковому, етапі була однаковою, оскільки умови живлення та росту були однакові, що і вимагалось за умовами експерименту. При подальшому розвитку міцелію відбулося наближення гіфів до наважки добавки, проникнення всередину і колонізація з засвоєнням поживних речовин. Розвиток міцелію на протилежній стороні чашки Петрі відбувався з нестачею поживних речовин на середовищі збідненого картопляного агару.

За зміною інтенсивності росту гіфів можна робити висновки про здатність ферментної системи гливи розщепити поживні речовини добавок; або, у випадку однакової інтенсивності росту з контрольною точкою росту, неможливість розщеплення і споживання додаткових поживних речовин; або сповільнення росту гіфів в порівнянні з контрольною точкою у випадку токсичної дії речовин добавок.

На початкових етапах досліджуваного гриба адаптувався та почав активний ріст на добавках стружки шкіри і пір'я. В той же час у варіанті з відходами хутряного виробництва ріст міцелію зупинився на межі з добавкою і надалі не просувався. Вочевидь, продукти розкладання невичиненої шкіри токсично вплинули на ріст та розвиток міцелію. Це припущення було доказано на 5-й день, коли ми спостерігали загибель двох з трьох повторностей даного варіанту досліджуваного гриба. Зразки міцелію загинули в обох точках росту, агар мав чіткий запах сірководню та аміаку. Це доводить, що використання відходів переробки хутра у невичиненому вигляді в якості добавок до субстрату гливи за даного способу обробки субстрату (пастеризація) неможливе.

Детальний аналіз етапів колонізації обраних добавок міцелієм гливи на початкових етапах росту наведено в попередніх публікаціях [5, с. 287; 6, с. 315].

В ході досліджень нами було встановлено, що у варіанті з добавкою стружки шкіри, спостерігався найщільніший міцелій гриба з високими повітряними гіфами. На цій добавці міцелій гливи мав пухнасту колонію білого кольору з чітким та рівним краєм, щільним непрозорим шаром. Висота повітряного міцелію була на рівні 3–5 мм з добре розвинених гіф. Запах приємний, грибний (рис. 1).

На добавці з пір'я міцелій формував рихлі колонії білого кольору зі слабкою радіальною зональністю. Щільність колоній була дещо меншою, але висота повітряного міцелію була вищою (5–6 мм). Швидкість росту була найбільша, наприкінці досліджуваної культури колонізувала більшу частину площі поживного середовища. Запах приємний, грибний (рис. 2).

Колонія культури у варіанті досліджуваного гриба з відходами хутра мала чітку межу розмежування від добавки, переважний ріст в протилежну сторону, знижену інтенсивність росту, гіфи щільні. Дві з трьох повторностей досліджуваного гриба наприкінці експерименту були вражені бактеріальними колоніями, спостерігався різкий запах аміаку та сірководню (рис. 3).

На фото (рис. 1, 2, 3) видно бактеріальні колонії, що розвивались паралельно з інокульованою гливою, але це пояснюється тим, що дослід проводився не в стерильних умовах, розвиток міцелію був наближений до виробничих умов.

Дослід вважали завершеним після колонізації половини площі поживного середовища чашки Петрі на 7 день від інокуляції. Провели вимірювання діаметру колоній у варіантах досліджуваного гриба та розрахунок швидкості радіального росту та ростові коефіцієнти. За контрольний варіант приймали відповідні показники росту колоній в чашках з культурами. Розрахунки наведені в таблиці 1.

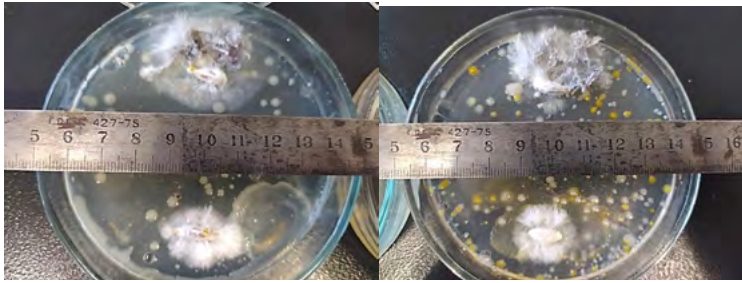


Рис. 1. Розмір колоній гливи звичайної з добавкою стружки шкіри (зверху) та контрольними точками росту на 7-й день росту

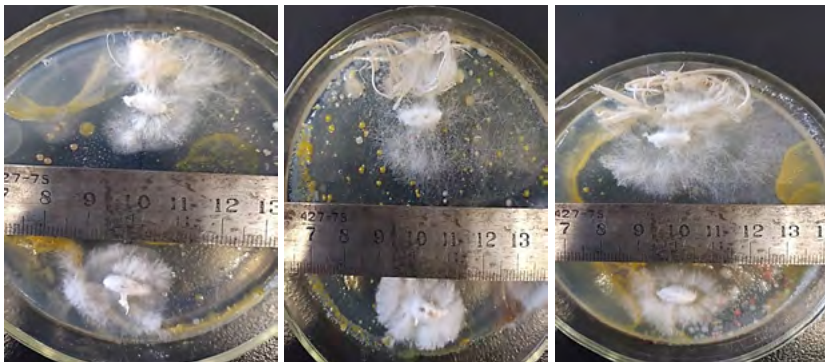


Рис. 2. Розмір колоній гливи звичайної з добавкою пір'я (зверху) та контрольними точками росту на 7-й день росту



Рис. 3. Розмір колонії гливи звичайної з добавкою відходів переробки хутра (зверху) та контрольною точкою на 7-й день росту

Отже, швидкість росту міцелію гливи чітко відображає можливість ферментної системи грибів розщеплювати складні органічні сполуки, використовуючи продукти розщеплення як додаткові поживні речовини. Найбільшу швидкість росту виявлено для варіанту експерименту з пташиним пір'ям. Швидкість росту була на 1,4 мм/добу більшою, ніж у варіанті з добавкою шкіряної стружки і на 5,7 мм/добу більшою, ніж з добавкою відходів хутряної промисловості.

Таблиця 1

Швидкість радіального росту колоній та ростові коефіцієнти гливи звичайної за використання різних відходів тваринництва та аквакультури

Вид добавки	Швидкість радіального росту колоній Vg, мм/добу	Ростовий коефіцієнт РКj,
Контроль (без добавки)	0,8±0,1	28,4±1,5
Стружка шкіри	5,0±0,7	57,7±2,1*
Відходи хутряного виробництва	0,7±0,1	27,3±1,4
Пір'я	6,4±1,2	156,0±12,2*

Примітка: * різниця статистично значуща у порівнянні з контролем, P<0,05.

Розрахунок швидкості росту колоній міцелію довів результати спостережень за ростом і розвитком колоній та характеристику морфологічних ознак росту колоній. Колонії росли майже так само, як і контрольні варіанти без додавання добавок, але фотоматеріали вказують, що ріст був направлений вздовж добавки хутра і в протилежну сторону, що доводить токсичний ефект цієї добавки.

Розрахунки ростового коефіцієнту, що додатково враховує ще й ріст колоній у висоту в цілому підтверджують дані, отримані при спостереженні та розрахунках швидкості росту. Так, колонії з додатковим живленням зі стружки шкіри займали проміжне значення, більше за контрольний варіант і менше за варіант з додаванням пір'я. Колонії з додаванням відходів хутра мали дещо менші показники ростового коефіцієнту, але різниця недостовірна.

Колонії, що додатково живились з добавки пір'я, мали не лише більший радіальний ріст колоній, займаючи більшу площу чашок Петрі, але й мали більші за висотою колонії. Незважаючи на меншу щільність розростання гіфів міцелію, значна площа захоплення поживного середовища в перерахунку дало значення ростового коефіцієнта на 127,6 балів більше, ніж у контрольному варіанті.

Результати проведеного експерименту в цілому доводять дані, отримані в дослідженнях [12, с. 27–33]. Вищі гриби мають ферментну систему, що дозволяє розщеплювати та споживати білки вичиненої шкіри (стружка шкіри) та біологічно стійкий кератин пташиного пір'я. Використання таких добавок без додаткового промислового розщеплення, в натуральному вигляді, теоретично дозволить підвищити врожайність грибів, але це вимагає проведення додаткових науково-господарських дослідів

Висновки і пропозиції. Отже, аналізуючи розвиток колоній гливи, вирощених з добавками на основі відходів тваринництва, можна зробити висновок, що найбільш виражений ріст та прояв культуральних ознак спостерігався у варіантах з додаванням шкіряної стружки та пір'я. Колонії, що отримували додаткове живлення з зазначених добавок в перші години після контакту з добавкою колонізували її та в результаті мали найбільші розміри в порівнянні з контрольними точками росту.

Найбільшу швидкість радіального росту мали колонії, що отримували добавку у вигляді пір'я, дещо меншу у вигляді стружки шкіри. Можна зробити висновок, що балансування субстратів для вирощування гливи цими відходами тваринництва в якості добавок до основних компонентів субстрату буде позитивно впливати на швидкість росту міцелію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сімахіна Г., Гойко І., Стеценко Н. Переробка їстівних грибів для отримання білоквмісних напівфабрикатів. *Товари і ринки*. 2014. № 2. С. 70–83.
2. Akram K., Kwon J. H. Food irradiation for mushrooms. *A review. Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 2010. № 53(3). P. 257–265.
3. Морозов А.І. Культивування їстівних грибів як спосіб використання відходів лісової та деревообробної промисловості. *Проблеми сучасної екології* : матеріали міжнар. конф. Запоріжжя, 2000. С. 52–56.
4. Склад субстрату для вирощування міцелію їстівних грибів. Пат. на корисну модель 122404 Україна, МПК А01G 1/04 (2006.01), С12N 1/14 (2006.01). № u201705990; заявл. 15.06.2017; опубл. 10.01.2018, Бюл. № 1.
5. Чернишов І.В. Використання відходів сільськогосподарського виробництва в технології вирощування дереворуйнівних грибів для невеликих фермерських господарств. *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій землі* : матеріали міжнар. конф. Херсон, 2021. С. 287.
6. Чернишов І.В. Використання відходів тваринництва в технології вирощування гливи устричної. *Таврійський науковий вісник. сільськогосподарські науки*. Вип. 128, С. 315–321. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.43>
7. Гайденко О.М. Біоконверсія соломи із виробництвом гливи звичайної. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація* : зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. Кіровоград : КНТУ, 2006. Вип. 17. С. 95–99.
8. Методика агрохімічного обстеження тепличних ґрунтів та особливості застосування добрив / за ред. Д.М. Бенцаровського, С. І. Мельника, О.Г. Тараріко, В.А. Жилкіна. Київ : ДІА, 2005. С. 27.
9. Технічна мікробіологія : навч.-метод. посібник / Укл. Васіна Л.М., Чебан Л.М. Чернівці. Чернівецький національний університет, 2020. 124 с
10. Бісько Н.А. Методичні рекомендації по вирощуванні їстівних грибів в зимових ґрунтових теплицях. Бровари, 1995. 26 с
11. Бухало А.С., Дзигун Л.П., Ліновицька В.М. Виділення вищих базидіоміцетів, перспективних продуцентів біологічно активних речовин, у чисту культуру і їх довготривале зберігання. *Наук. вісник НТУУ «КПІ»*. 2013. № 3. С. 12–17.
12. Bandura I., Myronycheva O., Karlsson O. Assessment of raw plant material and substrate for efficient production of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.). *Technická univerzita vo Zvolene*, 2016. P. 27–33.