

УДК 639.3.338.432

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.39>

ВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ В ЯКОСТІ КОМПОНЕНТІВ СУБСТРАТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ ГЛИВА

Головко А.А. – асистент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0001-8841-8510

Чернишов І.В. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської
продукції імені академіка В.Г. Пелиха,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-8988-6404

Козичар М.В. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-9976-2555

Казанок О.О. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської
продукції імені академіка В.Г. Пелиха,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-6817-4985

В статті наведено дослідження можливості використання відходів переробки аквакультури 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, птиці і риби. 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 і рибництва 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 подрібненого роголистнику 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, хітин, роголистник, зостера, технологія, гриби, глива.

Holovko A.A., Chernyshov I.V., Kozychar M.V., Kazanok O.O. Use of aquaculture facilities as substrate components for growing oyster mushrooms

The article presents a study of the possibility of using aquaculture processing waste as a nutritional supplement to synthetic fermented substrate compositions for oyster mushroom cultivation. Wastes that are of low value for use in other sectors 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 to use cheaper raw materials. To balance the substrate in terms of nitrogen content, traditionally, meal and bran are used. These products are waste products from crop processing and are also classically used to balance the diets of farm animals, poultry and fish. This creates competition between production sectors and increases the price of raw materials, which ultimately leads to an increase in product prices. Therefore, the search and study of alternative balancing components for the preparation of oyster mushroom substrate, such as those that are not competitive for livestock and fish farming, is relevant. Analysis of the results obtained allowed us to form the following conclusions: using them as additives for the preparation of the substrate will allow us to use them in further processing, with the receipt of additional mushroom production products. The study of the growth of oyster mushroom colonies using selected additives allowed us to determine the best options: for example, the addition of crushed hornbeam 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 laboratory experiment data can be considered primary and require further research, including using other methods of preparing additives (sterilization, solid-state fermentation), as well as verification in scientific and economic experiments to determine technological properties in substrate compositions and calculate the biological effectiveness and yield of oyster mushrooms and other saprophytes.

Key words: waste, chitin, hornwort, zoster, technology, mushrooms, oyster mushroom.

Актуальність теми досліджень. В субстратних композиціях для вирощування гливи традиційно використовують макухи та шроти. Ці продукти є відходами переробки сільськогосподарських культур і також класично використовуються для балансування раціонів сільськогосподарських тварин, птиці і риби. 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 і рибництва є актуальним.

Постановка проблеми. При виборі і складанні субстратної композиції для вирощування грибів гливи устричної до складових ставляться наступні вимоги:

- компонент не повинен погіршувати фізичний склад субстрату: повітрян timer, 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) [1].

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

- хітинові відходи від переробки ракоподібних,
- зостера (камка) – вища морська рослинність,
- роголистник – прісноводна вища рослинність.

Технологія переробки ракоподібних передбачає видалення їстівних частин і утилізацію неїстівних частин (панцирі з шлунково-кишковим трактом). На плаву-чих рибкомбінатах утилізацію проводять безпосередньо скидаючи відходи в воду, де вони споживаються хижаками і донними деструкторами. В якості сировини для виробництва кормових компонентів дані відходи майже не використовуються, оскільки містять велику кількість полісахариду хітину, що не перетравлюється у шлунково-кишковому тракті сільськогосподарських тварин і птиці. В той же час хітин є однією з будівельних сполук структурних елементів клітин грибів (0,52% в с.р. грибів гливи), що виконує захисну функцію [2, 6]. Тому існує теоретична передумова того, що додавання хітинмісткої сировини до субстрату грибів буде підвищувати швидкість росту гіфів міцелію. Зовнішній вигляд відходів переробки ракоподібних наведений на рис 1, а хімічний склад в таблиці 1.



Рис. 1. Зовнішній вигляд відходів переробки ракоподібних (ліворуч), зостери і роголистника (праворуч)

Таблиця 1

Хімічний склад продукції аквакультури

Показники	Відходи переробки ракоподібних	Зостера (камка)	Роголистник
Білок, % в с.р.	8,0-11,0	14	17,9
Вологість, %	64,0-73,0	79	90,18
Вміст мінеральних речовин, % в с.р.	9,0-14,0	13,2	23,12
Вміст жиру, % в с.р.	0,5-2,0	2,2	1,22
Вміст хітину, % від білку	7,0-9,0	-	-
Вміст вуглеводів, % в с.р.	-	4,9	11,81

Зостера морська – це багаторічна морська вища рослинність з розгалуженою кореневою системою і високим травостоєм. Її ще називають взморник або камка. Зостера використовується як утеплювач будинків, наповнювач для подушок, матраців, існують дані, що її можна частково використовувати як замітник зеленої маси в раціонах жуйних [3].

Заготівля зостери проводиться після штормових викидів на узбережжі морів, причому збір таких викидів не лімітується та не оподатковується [4]. Стебла зостери тонкі та легко подрібнюються і ущільнюються, мають значні водоутримуючі властивості, тому, враховуючи легкодоступність і дешевизну, можуть бути перспективним компонентом субстратів для вирощування грибів-сапрофітів.

Прісноводна рослина роголистник є однією з найбільш поширених представників вищої рослинності річок та озер України. Особливістю є те, що в сприятливих умовах у водоймі значно розростається та витісняє інші види рослин та водоростей. Слугує кормом для риби та водоплавних птахів. Використовується в якості зеленого добрива та як сировина для приготування кормів для риби штучного вирощування (урожайність 50–90 т/га) [5, 7]. Дуже швидко відновлює масу після скошування, тому є перспективним видом для використання у якості компоненту субстратів для вирощування грибів.

Методика дослідження. Дослідження виконувались в умовах лабораторного комплексу кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пелиха. Робота була складовою частиною науково – дослідної роботи «Розробка і удосконалення технологій виробництва, переробки, експертизи та контролю якості продукції тваринництва з використанням кращого вітчизняного і світового генофонду в господарствах Південного регіону України» біолого-технологічного факультету.

Відбір та підготовку зразків субстрату здійснювали за загальноприйнятими методиками зоотеханалізу [8, 9, 10].

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 методикою [11].

Для оцінки росту культури гриба використовували метод, заснований на дослідженні та аналізі динаміки збільшення радіусу колоній від часу культивування. Швидкість радіального росту (V_r) розраховували за формулою [12]:

$$V_r = a - b / t_1 - t_0, \quad (1)$$

де: a – радіус колонії наприкінці росту, мм;

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

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

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 розмішували одну з обраних добавок. Повторність зразків трикратна.

Одним з важливих біохімічних показників, що впливає на технологічну цінність продукції є вологість сировини. Від значення цього показника залежать умови заготівлі (закупівлі), зберігання, подрібнення, термообробки, внесення і змішування компонентів. Для визначення масової частки вологи в добавках було обрано арбітражний метод аналізу, оскільки летких сполук в обраних продуктах не міститься. Результати наведено в таблиці 2.

Результати досліджень. Середню пробу відходів переробки ракоподібних і зостеру набирали у відвалах виробництва (зостеру на узбережжі як штормовий викид), тому їх природня вологість в межах 22...25%. Пробу роголистника брали безпосередньо з водойми, в свіжому вигляді, тому вологість висока, на рівні 89.1%

Після формування експерименту чашки Петрі з поживним середовищем, міцелієм та добавками були розміщені в термостаті з постійною температурою 18°C. 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. Результати наведені на фото (рис. 2).

Таблиця 2

Масова частка води у відходах аквакультури

Вид добавки	Маса порожнього бюкса	Маса бюкса з наважкою, г		Вологість, $W \pm \sigma$, %
		до висушування	після висушування	
Відходи переробки ракоподібних	20,4	27,2 $\pm$ 8,82	25,5 $\pm$ 0,15	24,7 $\pm$ 1,47
Зостера	19,4	20,9 $\pm$ 8,87	20,5 $\pm$ 0,09	22,8 $\pm$ 2,29
Роголистник	19,3	28,7 $\pm$ 14,53	20,3 $\pm$ 0,15	89,1 $\pm$ 1,37



Рис. 2. Наближення гіфів міцелію до поживних добавок хітинових відходів (ліворуч), зостери (по центру) та роголистнику (праворуч) на 40 год росту

Як видно з наведених фото, швидкість росту міцелію гливи на даному, початковому, етапі була однаковою, оскільки умови живлення та росту були однакові, що і вимагалось за умовами експерименту.

Другим етапом росту міцелію є проникнення гіфів на поверхню поживних добавок, колонізація поверхні добавок та споживання додаткових поживних речовин. Фото через 72 години від початку експерименту наведено на рис. 3.

Як видно з наведених фотоматеріалів, міцелій грибів добре колонізував та активно ріс на рослинних компонентах. Колонізація хітинових відходів відбувалась значно повільніше, що може свідчити про неоптимальні умови для засвоєння поживних речовин добавки. Попередньо, можна припустити недостатню аерацію наважки подрібнених відходів, хоча це припущення потребує подальшого лабораторного дослідження.



Рис. 3. Проникнення гіфів міцелію до поживних добавок хітинових відходів (ліворуч), зостери (по центру) та роголистнику (праворуч) на 72 год росту

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

Для аналізу інтенсивності росту міцелію гливи в різних варіантах досліду згідно методики було проведено вимірювання величини колоній та порівняння їх з контрольними точками росту. Вимірювання проводили на 7-й день від початку експерименту. На фото 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. Фото колоній наведено на рис. 4, 5, 6.



Рис. 4. Розмір колоній гливи звичайної з добавкою відходів переробки ракоподібних (зверху) та контрольними точками росту на 7-й день росту

Аналізуючи розвиток колоній гливи, вирощених з добавками на основі відходів аквакультури, можна зробити висновок, що спостерігалась швидка колонізація

добавок відходів переробки ракоподібних та вищої водної рослинності, але до суттєвого збільшення розміру колоній це не призвело, а у варіанті з роголистником навпаки, ріст навіть загальмувався. Але можна зробити припущення, що, враховуючи задовільну колонізацію добавок зостери міцелієм гливи, великий вміст білку в сухій речовині рослини, її можна використовувати як основний компонент при приготуванні субстратів для вирощування гливи. Але це потребує подальших досліджень.



Рис. 5. Розмір колоній гливи звичайної з добавкою зостери (зверху) та контрольними точками росту на 7-й день росту



Рис. 6. Розмір колонії гливи звичайної з добавкою роголистнику (зверху) та контрольною точкою росту на 7-й день росту

Висновки та перспективи подальших досліджень. Додавання зостери в якості добавки призводило до швидкої колонізації міцелієм, але не вплинуло на радіальний ріст колоній гливи. Також зостера містить значну кількість білків в порівнянні з класичними компонентами субстрату. Тому цю добавку можна рекомендувати як основний компонент при складанні композицій субстрату.

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 дослідках з визначення технологічних властивостей в композиціях субстрату та розрахунку біологічної результативності і урожайності гливи та інших сапрофітів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сімахіна Г., Гойко І., Стеценко Н. Переробка їстівних грибів для отримання блоківмісних напівфабрикатів. *Товари і ринки*. 2014. №2. С. 70-83.
2. Akram K., Kwon J. H. Food irradiation for mushrooms. *Areview. Journalof the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 2010. №53(3).R.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 A01G 1/04 (2006.01), C12N 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. Гайденок 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. Бенцаровского, 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. вісти 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.