

О. О. Великанов

Національний університет харчових технологій

Д. О. Бахлуков

ТОВ «ЕСМАШ-3»

Т. В. Шейко, С. І. Станіславів

Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України

ВСТАНОВЛЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНОГО СУБСТРАТУ ПІСЛЯ ВИРОЩУВАННЯ LENTINULA EDODES

В умовах сучасних продовольчих викликів щодо отримання широкого спектру продуктів харчування на основі білку, в тому числі для створення продуктів функціонального та оздоровчого призначення і харчування вегетаріанців, увагу до себе привертає штучне культивування грибів. Наразі харчова промисловість України орієнтована на штучне культивування грибів різних видів. Зокрема у статті мова піде про гриби роду *Lentinula edodes*. Після вирощування грибів у великій кількості залишається відпрацьований субстрат, який є здебільшого рештками лігнінцелюлозної фітомаси. За сучасних екологічних правил і нормативів постає гостро питання безвідходного виробництва, або виробництва замкнутого циклу. Метою роботи є дослідження мікро- та макроелементного складу та загальної мікробіологічної активності відпрацьованого субстрату *Lentinula edodes* задля пошуку шляхів біоконверсії цього субстрату і можливості його подальшого використання в харчовій промисловості, для ведення органічного землеробства чи сировини для отримання біопалива. Вміст мікро- та макроелементів визначали за допомогою фотометра потужнішого. Для проведення досліджень мікробіологічної активності відпрацьованого субстрату після вирощування грибів використовували водну витяжку та стерильні шматочки. Для мікробіологічного посіву в якості поживних середовищ використовували м'ясопептонний агар, середовище Сланець-Бартлі та середовище Чапека. За результатами проведеного мікро- та макроелементного і мікробіологічного дослідження щодо можливості використання відпрацьованого субстрату *Lentinula edodes* було встановлено ряд закономірностей і взаємовпливів, що відкриває широкі перспективи для подальших досліджень відпрацьованого субстрату після культивування *Lentinula edodes* з наступним його доочищенням та збагаченням отриманими харчовими волокнами продуктів харчування, або ж створення нових функціональних продуктів харчування на основі отриманих харчових пребіотиків целюлозного походження. Одержані результати відкривають нові напрями досліджень з пошуку біологічно активних складових відпрацьованого субстрату *Lentinula edodes* у харчовій промисловості та у аграрному секторі.

Ключові слова: гриби *Lentinula edodes*, мікробіологія, субстрат, екосистема, харчові волокна, органічне виробництво.

Постановка проблеми та її актуальність. В умовах сьогодення спостерігається активний розвиток грибовиробництва. Адже гриби є джерелом вкрай необхідного організму людини білку та ряду амінокислот і можуть певною мірою замінити м'ясні продукти. Слід зауважити, що процес культивування грибів є досить швидким процесом, у порівнянні з вирощуванням тварин для споживання їх у їжу [1, с. 247; 2, с. 59–62; 3, с. 44–56; 4, с. 310].

Але разом з тим, після вирощування грибів у великій кількості залишається відпрацьований субстрат, який є здебільшого рештками лігнінцелюлозної фітомаси. За сучасних екологічних правил і нормативів постає гостро питання безвідходного виробництва, або виробництва замкнутого циклу.

Отже, у статті розкривається питання переходу мікро-та макроелементів з субстрату у плодове тіло гриба *Lentinula edodes* та дослідження мікробіологічного складу відпрацьованого субстрату після вирощування грибів, для визначення шляхів його подальшого використання, а саме для отримання харчових волокон та мінімізацію відходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гриби, які штучно вирощуються на деревинному субстраті, здатні накопичувати достатню кількість поживних речовин із нього та в результаті створюють повноцінне плодове тіло. Зокрема гриби *Lentinula edodes* є багатими на мікронутрієнти, що робить їх важливим для урізноманітнення харчування людей, зокрема тих, які не вживають у їжу м'ясо тварин та птиці. Це було встановлено у працях Великанова О., Андрусішиної І., та Голуб Г. і Гайденок О. [5, с. 46; 6].

Важливими факторами, які характеризують штами промислових грибів є тривалість їх вегетації; біологічна активність для харчування; врожайність та можливість повної утилізації відходів грибовиробництва чи циркулярного виробництва [7, с. 26–28; 8, с. 12–14].

Зі статті Бандури І. [8, с. 5] відомо, що великий вплив на технічні показники якості грибів і величину врожаю чинить склад субстрату. Саме хімічний склад рослинних залишків, з яких готують субстрати для культивування грибів *Lentinula edodes* впливає на вміст біоактивних та мінеральних речовин, тому логічним є дослідження мінерального та мікробіологічного складу локальних агровідходів після вирощування вищезазначених грибів.

Способом повторного використання відпрацьованого субстрату може бути додавання його у якості добрив для ведення органічного землеробства. Але разом з тим, варто чітко розуміти, чи не завдасть екологічної шкоди внесення відпрацьованого субстрату після вирощування грибів у ґрунт, і чи можна розглядати його використання для ведення органічного землеробства.

Ще одним з цікавих напрямів на сьогоднішній день є можливість використання відпрацьованого субстрату у якості джерела харчових волокон. Так як субстрат здебільшого складається із лігнінцелюлозної біомаси і в результаті життєдіяльності грибів цей субстрат піддається деструкції до більш простих складників та продуктів біорозкладу лігніну і целюлози і накопиченню ряду поживних речовин, варто звернути особливу увагу на його мікробіом і здатність до можливого використання у якості пребіотиків та добавки до раціону харчування.

Українська науковиця Бандура І. та закордонні науковці Огава К. і Яшміна Т., та Чен Ф., Мартін С., Лестандер Т., Грімм Л., Ксаинг С. [8, с. 14; 9, с. 94; 10, с. 2–4] стверджують, що роботи в напрямку використання грибовмісних субстратів активно ведуться. Але переважною більшістю вони стосуються грибів, що ростуть в природних умовах, так званих «хижих» грибів і спрямовані на суто агрономічні дослідження.

Але в той же час мікро- та макроелементний склад таких поживних середовищ (субстратів), плодових тіл грибів і відпрацьованого субстрату у комплексі не досліджувався, так як і не досліджувалась мікробіологічна активність відпрацьованого субстрату.

Мета статті. Дослідження мікро- та макроелементного складу поживного середовища, грибів та відпрацьованого субстрату. Визначення мікробіологічної активності субстрату за культивування *Lentinula edodes* для подальшого його використання у розрізі циркулярного виробництва грибів.

Матеріали і методи. Для досліджень використовували поживне середовище (субстрат) для вирощування грибів *Lentinula edodes*, гриби *Lentinula edode* (міцелій гриба шиїтаке *Lentinula edodes* 3790, Mycelia, Belgium), та відпрацьований субстрат після вирощування грибів.

Субстрати та вирощені гриби, після дозрівання зрізалися, промивалися здистильованою водою, висушувалися в лабораторній електрошафі SNOL58/350 за

температури 105 °С до сталої маси. Масу проб вимірювали на аналітичних вагах марки XS204DR Mettler Toledo. Висушені до сталої маси проби подрібнювали блендером Waringcommercial до порошкоподібного стану. Наважку 1,0 г переносили в автоклав з ПВХ, додавали 5,0 см³ концентрованої нітратної кислоти «ч.д.а» та витримували протягом 30 хв, потім мінералізували в мікрохвильовій печі MARS-One у три стадії: нагрів, мінералізація, охолодження. Після охолодження об'єм проби доводили до 10,0 см³ деіонізованою водою та визначали вміст мікроелементів за допомогою методу оптико-емісійної спектроскопії з індуктивнов'язаною плазмою (OEC-ІЗП) на приладі “Optima2100DV” фірми Perkin-Elmer (США). [5, с. 45]. Деіонізована вода готувалася системою Distillacid TM BSB-939-IR, Berghof, Germany [11].

Для мікробіологічних досліджень використовувалися: музейні еталонні штами *S.aureus* ATCC 25923, *E.coli* ATCC 25922, *Streptococcus faecalis* ATCC 29212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853, культивовані на поживному середовищі, стерильна водна витяжка відпрацьованого субстрату з гіфами і спорами *Lentinula edodes*, шматочки відпрацьованого субстрату.

Поживні середовища: м'ясо-пептонний агар (МПА), середовище Сланець – Бартлі, середовище Чапека. Стерильна здистильована Н₂О.

Дослідження проводили шляхом одночасного посіву тестових мікроорганізмів, на притаманних для їх розвитку, поживних середовищах, методом лунок, просочених дисків та твердих стерильних шматочків відпрацьованого субстрату.

Попередньо на МПА перевіряли стерильність водної витяжки відпрацьованого субстрату та його шматочків, висушених за кімнатної температури, а також температури 40° та 105 °С. Результати посівів спостерігали і оцінювали візуально.

Мікро- та макроелементний склад визначали за допомогою фотометра полуменевого мікропроцесорного CL 387, з використанням стандартних зразків для порівняння.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до окресленої вище постановки проблеми, було поставлено експеримент. Для більш повної візуалізації на Рис. 1 наведено фотознімки за реальних умов вигляду субстрату з міцелієм *Lentinula edodes*,



Рисунок 1 – Загальний вигляд субстрат з міцелієм *Lentinula edodes* (а); субстрат з пророщеними плодовими тілами *Lentinula edodes* (б); відпрацьований субстрат (в)

субстрату з пророщеними плодовими тілами грибів *Lentinula edodes* та відпрацьованого субстрату.

Відповідно до спланованого та описаного вище експерименту авторами було виконано дослідження з визначення вмісту мікро- та макроелементів у підготовленому початковому субстраті, у плодкових тілах гриба *Lentinula edodes* та у відпрацьованому субстраті. Результати цих досліджень наведені у таблиці 1 та 2.

Підготовку до експерименту та проведення досліджень з визначення мікро- та макроелементного складу проводили згідно методик наведених ДСТУ 7670:2014 Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів.

Отримані значення показників, що наведені в дослідних таблицях, є середнім значенням з п'яти паралельних вимірювань.

Проаналізувавши отримані дані, можна стверджувати, що систему субстрат-гриб-субстрат можна вважати абсолютно закритою системою. В процесі росту гриба, саме між його макроелементним та мікроелементним складом субстрату встановлюється певна рівновага і відпрацьований субстрат все ж таки містить достатню кількість мікро- та макроелементів, що може бути цінним у процесі його подальшого використання та перероблення.

В результаті проведеного дослідження щодо мікробіологічної активності відпрацьованого субстрату *Lentinula edodes* було виявлено, що в процесі культивування і збору врожаю грибів деревинний субстрат не втрачає своєї первинної стерильності. Так само досить стерильною виявилася і водна витяжка з нього, зроблена в асептичних умовах.

При висушуванні субстрату за температур 25 та 40 °C до сталої маси мікробіологічна активність практично незмінна, у порівнянні з міцелієм гриба. Незначне зниження мікробіологічної активності спостерігається лише при висушуванні за температури 105 °C, але і за таких температурних умов спори мікроорганізмів лишаються в життєздатному стані.

Візуальні дослідження впливу стерильного екстракту субстрату (методом лунок) на тестові збудники показали відсутність антимікробної дії. Так само вона

не спостерігалася і при дослідженні методом просочених дисків по відношенню до збудників захворювань рослин.

Просочені витяжкою *Lentinula edodes* диски та дрібні шматки субстрату від вирощування *Lentinula edodes* не проявляють антибактеріальної дії по відношенню до ряду мікроорганізмів, притаманних ґрунтовій мікрофлорі (рис. 2)

Визначення дії дисків, просочених витяжкою *Lentinula edodes* та шматочків субстрату *Lentinula edodes* по відношенню до загального комплексу бактерій на м'ясо – пептонному агарі (МПА)

Отримані результати мікробіологічних досліджень виявилися доволі неочікуваними, адже *Lentinula edodes* в процесі культивування не лише розщепляють лігнін та целюлозу підготованого субстрату для отримання поживних речовин, про що описано у джерелах [7, с.27, 8, с.13–16], а й, як всі відомі гриби, ведуть конкурентну боротьбу з іншими видами мікроорганізмів. Якщо припустити, що процес розщеплення лігніну та целюлози носить більше біохімічний характер (за умов додаткового використання целюлолітичних ферментів), то сукупність цих біохімічних методів дасть змогу використання відпрацьованого субстрату не лише у якості добрив для ведення органічного землеробства, а й за певної додаткової підготовки та ретельного доочищення з них можна виготовити пребіотичні препарати (на основі харчових волокон збагачених мікро- та макроелементами) для харчування людей.

Одержані результати відкривають нові напрями досліджень з пошуку біологічно активної складової *Lentinula edodes*.

Щодо використання відпрацьованого субстрату *Lentinula edodes* в якості джерела поживних речовин у харчуванні, то оскільки він більш-менш є мікробіологічно інертним, це цілком можливо.

Висновки. В ході проведеного дослідження встановлено, що гриби *Lentinula edodes* являють собою лабільний організм, які поглинаючи необхідні для зростання речовини із підготовленого субстрату все ж таки залишають по собі досить врівноважену систему, з огляду на залишковий вміст мікро- та макроелементів та груп мікроорганізмів у

Таблиця 1 – Результати досліджень мікроелементного складу (мг/100 г) (з урахуванням вологості)

Вміст мікроелементів, мкг/г	Субстрат початковий	Плодове тіло гриба	Субстрат відпрацьований
Cd (кадмій)	0,25±0,02	0,12±0,02	0,11±0,02
Pb (свинець)	0,68±0,02	0,30±0,02	0,37±0,02
Mn (марганець)	12,40±0,2	3,60±0,2	8,40±0,2
Zn (цинк)	126,20±0,2	60,80±0,2	64,8±0,2
Fe (залізо)	74,80±0,2	39,20±0,2	34,30±0,2
Cu(мідь)	10,20±0,2	3,50±0,2	6,40±0,2
Se(селен)	2,88±0,2	2,41±0,2	0,26±0,2

Джерело: авторські дослідження

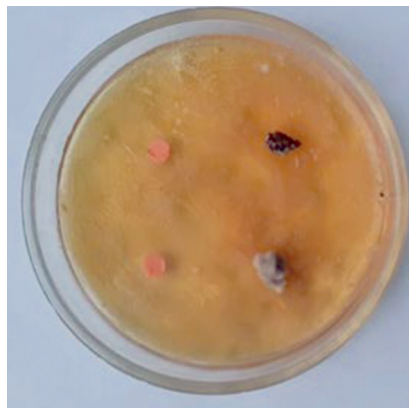
Таблиця 2 – Результати досліджень макроелементного складу (мг/100 г) (з урахуванням вологості)

Вміст макроелементів, мкг/г	Субстрат початковий	Плодове тіло гриба	Субстрат відпрацьований
Na (натрій)	5,20±0,5	3,60±0,5	1,2±0,5
K (калій)	292,0±0,5	224,8±0,5	59,2±0,5
Ca (кальцій)	246,5±0,5	152,4±0,5	88,2±0,5

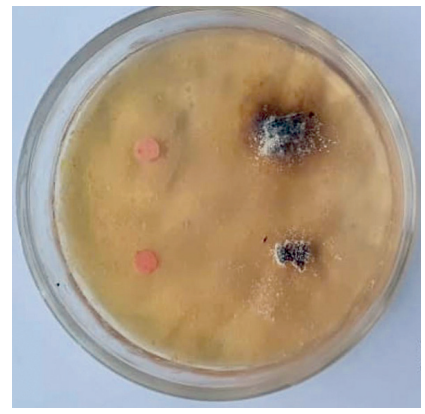
Джерело: авторські дослідження



Визначення дії дисків, просочених витяжкою *Lentinula edodes* та шматочків субстрату *Lentinula edodes* по відношенню до загального комплексу бактерій на м'ясо – пептонному агарі (МПА)



Визначення дії дисків, просочених витяжкою *Lentinula edodes* та шматочків субстрату *Lentinula edodes* по відношенню до загального комплексу бактерій на середовищі Сланець – Бартлі



Визначення дії дисків, просочених витяжкою *Lentinula edodes* та шматочків субстрату *Lentinula edodes* по відношенню до загального комплексу бактерій на середовищі Чапека

Рисунок 2 – Чашки Петрі з посівами методом лунок з просоченими дисками і шматками відпрацьованого субстрату *Lentinula edodes* (термостатування 5 діб при 37°C) на різних поживних середовищах

відпрацьованому субстраті. Встановлення ряду закономірностей і взаємовпливів відкриває широкі перспективи для досліджень відпрацьованого субстрату після культивування *Lentinula edodes* з наступним його доочищенням та збагачення отриманими харчовими волокнами продуктів харчування, або ж створення нових функціональних продуктів харчування на основі отриманих харчових пребіотиків лігнінно-целюлозного походження.

В результаті проведених досліджень відмічена візуальна мікробіологічна пасивність відпрацьованого

субстрату *Lentinula edodes* по відношенню ґрунтових мікроорганізмів, що робить його цікавим для використання в якості добрив для ведення органічного землеробства.

Отже, вторинне використання відпрацьованого субстрату *Lentinula edodes* є доволі привабливим, як для використання у харчовій промисловості, так і в агрономії, що є цінним в умовах сучасних потреб створення циркулярного виробництва (виробництва замкнутого циклу чи без шкідливих екологічних відходів).

Список використаних джерел:

1. Цизь О. М., Іванова Т. В., Пати́ка М. В. Активізація трофічних зв'язків у системі «субстрат – рослина» за дії біопрепаратів під час оздоровлення агроценозів. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 242–248.
2. Жданова Н. М., Олішевська С. В., Василевська А. І., Айзенберг В. Л., Курченко І. М., Артишкова Л. В., Наконечна Л. Т., Капічон Г. П. Скринінг штамів мікроміцетів, що здатні рости та руйнувати целюлозовмісний субстрат. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2008. № 3(4). С. 58–63. DOI: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2008.3\(4\).105067](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2008.3(4).105067)
3. Rawiwan P., Peng Y., Paramayuda G. P. B., Quek S. Red seaweed: A promising alternative protein source for global food sustainability. *Trends in Food Science & Technology*. 2022. Volume 123, № 5, P. 37–56.
4. Бурда Н. Є., Журавель І. О. Вивчення елементного складу грибів кордіцепс, шийтаке, рейши та майтаке. *Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П. Л. Шупика*. 2016. Вип. 23, кн. 1. С. 308–312.
5. Великанов О., Андрусичина І. Модифікування мікроелементного складу грибів шийтаке (LENTINUS EDODES). *Продовольчі ресурси*, 2022. 10(18), 43–50. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-04>
6. Голуб Г., Гайденок О. Диверсифікація виробництва: біоконверсія, енергетика та вирощування грибів. *Ideї & Тренди*. 2023 р. URL: <https://agro-business.com.ua>
7. Федоритенко Н. О. Розробка складу та технології лікувально-профілактичного засобу у формі капсул на основі грибів Шийтаке: автореф. дис. канд. фармацевт. наук: 15.00.01. Харків, 2010. 32 с.
8. Бандура І. І. Вплив складу субстратів на морфологічні та біохімічні показники *PLEUROTUS CITRINOPLEATUS* SINGER. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 2. С. 11–18. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-02>
9. Ogawa K., Yashima T. MRI visualization of shiitake mycelium growing in woodchip blocks used for shiitake mushroom cultivation. *Magnetic Resonance Imaging*. 2019. Vol. 58. P. 90–96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mri.2019.01.004>
10. Chen F., Martín C., Lestander T. A., Grimm A., Xiong S. Shiitake cultivation as biological preprocessing of lignocellulosic feedstocks – Substrate changes in crystallinity, syringyl/guaiacyl lignin and degradation-derived by-products. *Bioresource Technology*. 2022. Vol. 344, Part B. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126256>
11. ДСТУ 7670:2014 Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів.

References:

1. Tsyg O. M., Ivanova T. V., Patyka M. V. (2020). Aktyvizatsiia trofichnykh zviazkiv u systemi “substrat – roslyna” za dii biopreparativ pid chas ozdorovlennia ahrotsenoziv [Activation of trophic relations in the system “substrate – plant” under

the influence of biological products during the improvement of agrocenoses]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. № 112. s. 242–248. (in Ukrainian)

2. Zhdanova N. M., Olishevska S. V., Vasylevska A. I., Aizenberh V. L., Kurchenko I. M., Artyshkova L. V., Nakonechna L. T., Kapichon H. P. (2008). Skrynnih shtamiv mikromitsetiv, shcho zdatni rosty ta ruinuvaty tselulozovmisnyi substrat [Screening of microbial strains capable of growing and degrading cellulose-containing substrates]. *Mikrobiologhiia i biotekhnologhiia*. № 3(4), s. 58–63 (in Ukrainian)

3. Rawiwan P., Peng Y., Paramayuda G. P. B., Quek S. (2022). Red seaweed: A promising alternative protein source for global food sustainability. *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 123, № 5, p. 37–56.

4. Burda N. Ye., Zhuravel I. O. (2016). Vyvchennia elementnoho skladu hrybiv korditseps, shyitake, reishy ta maitake [Study of the elemental composition of the fungi Cordyceps, Shiitake, Reishi and Maitake] *Zbirnyk naukovykh prats spivrobitnykiv NMAPO im P. L. Shupyka*. is. 23, book 1. p. 308–312. (in Ukrainian)

5. Velikanov O., Andrusyshyna I. (2022). Modyfikuvannia mikroelementnoho skladu hrybiv shyitake (LENTINUS EDODES) [Modification of trace element composition of shiitake mushrooms (LENTINUS EDODES)]. *Prodovolchi resursy*, № 10 (18), s. 43–50. DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2022-18-04> (in Ukrainian)

6. Holub H., Haidenko O. (2023). Dyversyfikatsiia vyrobnytstva: biokonversii, enerhetyka ta vyroshchuvannia hrybiv [Diversification of production: bioconversion, energy and mushroom cultivation]. *Idei & Trendy*. Available at: <https://agro-business.com.ua> (in Ukrainian)

7. Fedorytenko N. O. (2010). Rozrobka skladu ta tekhnolohii likuvalno-profilaktychnoho zasobu u formi kapsul na osnovi hrybiv shyitake: avtoref. dys. kand. farmats. nauk: 15.00.01 [Development of composition and technology of therapeutic and prophylactic agent in the form of capsules based on Shiitake mushrooms: author's abstract of the dissertation of the candidate of pharmaceutical sciences: 15.00.01]. Kharkiv. 32 p. (in Ukrainian)

8. Bandura I. I. (2021). Vplyv skladu substrativ na morfolohichni ta biokhimichni pokaznyky PLEUROTUS CITRINOPILEATUS SINGER [Influence of substrate composition on morphological and biochemical parameters of PLEUROTUS CITRINOPILEATUS SINGER]. *Visnyk ahrarynoi nauky*, № 2. s. 11–18. (in Ukrainian)

9. Ogawa K., Yashima T. (2019). MRI visualization of shiitake mycelium growing in woodchip blocks used for shiitake mushroom cultivation. *Magnetic Resonance Imaging*, vol. 58, pp. 90–96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mri.2019.01.004>

10. Chen F., Martín C., Lestander T. A., Grimm A., Xiong S. (2022) Shiitake cultivation as biological preprocessing of lignocellulosic feedstocks – Substrate changes in crystallinity, syringyl/guaiacyl lignin and degradation-derived by-products. *Bioresource Technology*, vol. 344, part B. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126256>

11. DSTU 7670:2014 Syrovyna i produkty kharchovi. Hotuvannia prob. Mineralizatsiia dlia vyznachannia vmistu toksychnykh [DSTU 7670:2014 Sirovina and food products. Sample preparation. Mineralization for the preparation of instead of toxic]. (in Ukrainian)

Oleksandr Velikanov

National University of Food Technologies

Dmytro Bakhlukov

“ESMASH-3”

Tamila Sheiko, Svitlana Stanislaviv

Institute of Food Resources NAAS

ESTABLISHING THE POSSIBILITIES OF USING THE WASTE SUBSTRATE AFTER GROWING LENTINULA EDODES

In the context of modern food challenges to produce a wide range of protein-based foods, including functional and health foods and vegetarian food, artificial cultivation of mushrooms is attracting attention. Currently, the food industry in Ukraine is focused on the artificial cultivation of various types of mushrooms. Currently, the food industry in Ukraine is focused on the artificial cultivation of mushrooms of various species. In particular, this article will focus on mushrooms of the genus Lentinula edodes. After mushroom cultivation, large quantities of waste substrate remain, which is mostly the remains of lignocellulosic phytomass. Under current environmental rules and regulations, the issue of waste-free or closed-cycle production is becoming increasingly important. The aim of the study is to investigate the micro- and macroelement composition and general microbiological activity of the spent Lentinula edodes substrate in order to find ways to bioconvert this substrate and the possibility of its further use in the food industry, for organic farming or as a raw material for biofuel production. The content of micro- and macronutrients was determined using a half-beam photometer. To study the microbiological activity of the spent substrate after mushroom cultivation, aqueous extract and sterile pieces were used. For microbiological inoculation, meat-peptone agar, Slate-Bartley medium, and Chapek's medium were used as nutrient media. According to the results of the micro- and macroelemental and microbiological study on the possibility of using the spent Lentinula edodes substrate, a number of regularities and interactions were established, which opens up wide prospects for further research on the spent substrate after cultivation of Lentinula edodes with its subsequent purification and enrichment of food with the obtained dietary fibres, or the creation of new functional foods based on the obtained food prebiotics of cellulosic origin. The obtained results open up new areas of research on the search for biologically active components of the spent Lentinula edodes substrate in the food industry and in the agricultural sector.

Key words: mushrooms *Lentinula edodes*, microbiology, substrate, ecosystem, dietary fibre, organic production.

Статтю подано до редакції 20.02.2025