

РОЗВИТОК ПЛІСЕНЕВИХ ГРИБІВ НА СУБСТРАТНИХ БЛОКАХ ПІД ЧАС ПЛОДОНОШЕННЯ ГЛИВИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PLEUROTUS OSTREATUS* (JACK.) P. KUMM.)

КИРИК М. М., доктор біологічних наук, професор кафедри фітопатології
ім. акад. В.Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів
і природокористування України
<https://orcid.org/0000-0001-5257-7432>

ГРИГАНСЬКИЙ А. П., кандидат біологічних наук, UES, США
<https://orcid.org/0000-0002-6037-0092>

ВУЄК А. О., асистент кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна
Національного університету біоресурсів і природокористування України
<https://orcid.org/0000-0002-9148-0841>

ПІКОВСЬКИЙ М. Й., доктор сільськогосподарських наук,
доцент кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна
Національного університету біоресурсів і природокористування України
<https://orcid.org/0000-0003-0689-604>

Анотація. . Результати досліджень, проведених під час збору урожаю плодів тіл гриби свідчать про те, що розвиток мікроміцетів на першій хвилі плодоношення був менший, ніж на другій приблизно у два рази. Встановлено, що на поширення мікроорганізмів впливає також розміщення субстратних блоків у приміщеннях.

На першій хвилі плодоношення кількість уражених блоків змінювалася залежно від ярусу розташування. Так, на 3 ярусі було виявлено найменше уражених блоків – 3,6 %. Втрата врожаю на даному ярусі становила 3,1 кг грибів. На другому ярусі поширення хвороб складало 10,4 %. Найбільшу кількість ураженого субстрату спостерігали на 1 ярусі – 27,1 %. Збільшення уражених блоків на 1 та 2 ярусах пояснюється надмірним зволоженням, що призводить до стікання краплин із верхніх мішків на нижні.

Встановлено, що під час другої хвилі плодоношення поширення та розвиток хвороб значно зросло. Так, на 1 ярусі субстратні блоки на 34,6 % були уражені мікроміцетами, а показник розвитку хвороб складав 13,4 %. Найменшу кількість ураженого субстрату виявляли на 3 ярусі – 4,4 %, а показник розвитку мікроміцетів становив 1,8 %.

Субстратні блоки за 4-5 бального ураження вилучали та утилізували. У середньому бал ураження варіював у межах від 2 до 3.

Під час першої та другої хвиль плодоношення частота зустрічання мікроміцетів на субстратних блоках зростає за рахунок розвитку грибів роду *Trichoderma* (до 69,4%), *Penicillium* (до 15,7%), *Aspergillus* (до 8,3%), що належать до збудників зеленої плісені субстрату.

Ключові слова: глива звичайна, мікроміцети, інкубація, плодоношення.

Вступ.

Одним із найбільших резервів білку серед культивованих грибів є глива, яка може замінити в раціоні людини до 60-80 % м'яса і м'ясопродуктів. Енергетична цінність гливи складає від 100-370 кДж на 100 г. Таким чином, глива є універсальним дієтичним продуктом, який можуть сміливо вживати з користю для здоров'я будь-які групи населення, у тому числі й ті, кому інші гриби протипоказані (Ha Thi Hoa, 2015; Билай, Бисько, 2000; Вдовенко, 2011; Сичев, Ткаченко, 2010; Vaz, 2010).

Цикл культивування гливи (від посіву міцелію до закінчення збору першої хвилі плодоношення) складає 30-35 діб, а урожайність становить 16-18% від маси субстрату (брикету), що вважається економічно вигідним. Незалежно від ґрунтових чи кліматичних умов ці гриби можна вирощувати цілий рік. Отже, одним із основних джерел збільшення ресурсів білку є промислове вирощування їстівних грибів (Girmau, Z, 2015; Бандура, І. І., 2020; Григанський, Вуск, 2007; Нурметов, Девочкина, 2010).

На підприємствах, які лише починають роботу з вирощування їстівних грибів, інфекційний фон, як правило, дуже низький. Тому ураження субстрату конкурентними плісневими, а плодових тіл – патогенами майже не спостерігається. Відповідно урожайність грибів спостерігається досить високою. Проте з часом інфекційний фон досягає критичного рівня, а середня врожайність значно знижується. У середньому, за даними представників грибної індустрії, втрати урожаю їстівних грибів від хвороб складають 10-30% (Григанський, Вуск, 2007).

На проходження всіх процесів вирощування гливи звичайної впли-

вають такі чинники, як поживне середовище, температура, світло, вологість, концентрація вуглекислого газу.

Відомо, що від типу субстрату та умов культивування значною мірою залежать здатність гриба до колонізації субстрату, ростові параметри, швидкість та інтенсивність плодоношення, продуктивність та харчові властивості плодових тіл *P. ostreatus* (Бисько, Дудка, 1987; Шалашова, 2007; Власенко, 2018).

Але проблема виробництва достатньої кількості високоякісної грибної продукції пов'язана не лише зі складним технологічним процесом, а й із патогенними та конкурентними мікроорганізмами (Komon-Zelazowska, 2007; Hatvani, 2007; László Kredics, 2009; Власенко, 2018). Так, процес культивування гливи звичайної складається з таких технологічних етапів: підготовка субстрату, посів міцелію, ріст міцелію в субстраті, утворення плодових тіл, плодоношення, збір урожаю, підготовка приміщення до нового циклу (Бисько, Дудка, 1987; Захаренко, 2009; Дудка, Бисько, Билай, 1992). На кожному з них потрібно суворо дотримуватися епідеміологічного режиму.

Метою наших досліджень було встановити поширення та розвиток пліснявих грибів під час першої та другої хвилі плодоношення.

Матеріали і методи дослідження.

Лабораторні дослідження проводили в проблемній науково-дослідній лабораторії мікології і фітопатології кафедри фітопатології імені В.Ф. Пересипкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Експериментальні дослідження проводили в ТОВ “Мікени” (Миронівський район, Київської області).

Матеріалом для наукових досліджень були субстратні блоки з міцелієм гливи звичайної.

У якості субстрату використовували пшеничну солому зволожену до 75%. Кількість бур'янів не перевищувала 3%, загальний уміст азоту був у межах 0,6–0,7%. Маса ємностей становила $10,0 \pm 2,0$ кг, розміри: 70–80 см завдовжки і 40–45 см у діаметрі. У якості ємностей для вирощування використовували поліетиленові мішки, перфорацією для розвитку плодових тіл були отвори діаметром 1 см на відстані 10 – 15 см один від одного. Набивка субстрату в мішки тривала 6–8 годин із використанням набивочної машини Новінг виробництва Голландії. Кількість інокулюму складала 3% від маси субстрату в мішку.

Для дослідження використовували комерційний штам гливи звичайної *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. Р-77. Усього було приготовано 400 блоків, на яких проведено відповідні спостереження.

Вигонку плодових тіл проводили за температури повітря 16°C, відносній вологості 97 % та освітленні 100 – 200 Лх. Субстратні ємності були розміщені в три яруси стінкою заввишки до 2 метрів, з проходами між рядами 110 см. Збирали першу та другу хвилі плодоношення. Урожайність визначали на основі відношення маси зібраних плодових тіл до сирової маси субстрату.

Ступінь ураження субстратних блоків плісневими грибами визначали на першій та другій хвилях плодоношення візуально за 5-бальною шкалою, запропонованою А. П. Григанським, М. М. Кириком, Н. А. Гончаренко (2002-р.) де: 0 – ураження

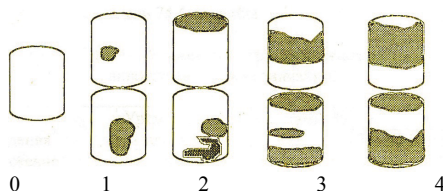


Рис. 1. Шкала визначення ступеня ураження субстратних блоків

відсутнє, бал 1 – уражено 1-5 % площі (об'єму) субстрату, бал 2 – уражено 6-25 % площі, бал 3 – 26-50 %, бал 4 – понад 50 % (рис. 1).

Обліки проводили з обох боків вздовж рядів.

Поширення (Р, %) і розвиток (R, %) хвороб, спричинених грибами-антагоністами або мікопаразитами, визначали за формулами (1) і (2):

$$P = \frac{n}{N} 100, \quad (1)$$

$$R = \frac{\sum n \times b}{N \times B} 100, \quad (2)$$

де: n – кількість уражених субстратних блоків або плодових тіл (шт.),

N – загальна кількість субстратних блоків або плодових тіл (шт.),

$\sum n \times b$ – сума добутків кількості уражених субстратних блоків або плодових тіл на відповідний бал ураження,

B – найвищий бал шкали обліку.

Виділення мікроорганізмів із субстрату проводили методом вологої камери та висівом на поживне середовище КГА. Посіви культивували впродовж 10-14 діб за температури 25-26° С (Попкова, Шмыгля, 1986; Билай, 1982). Ідентифікацію родів грибів здійснювали з використанням визначників.

Статистичну обробку проводили з використанням програми Microsoft Excel.

Результати досліджень.

Вигонку плодівих тіл проводили за температури повітря 16 °С, відносній вологості 95–97 % та освітленні 100–200 Lx, де й отримували врожай упродовж двох хвиль плодоношення.

На першій хвилі плодоношення кількість уражених блоків змінювалася залежно від ярусу розташування. Так, на 3 ярусі було виявлено найменше уражених блоків – 3,6 % (табл. 1). Втрати врожаю на даному ярусі становила 3,1 кг грибів. На другому ярусі поширення хвороб складало 10,4 %. Найбільшу кількість ураженого субстрату спостерігали на 1 ярусі – 27,1 %. Збільшення уражених блоків на 1 та 2 ярусах пояснюється надмірним зволоженням, що призводить до стікання краплин із верхніх мішків на нижні.

Далі настає перерва в плодоношенні, яка триває кілька днів. З першої хвилі збирається до 70–75 % урожаю грибів від загальної кількості і відповідно до 25–30 % із другої хвилі.

У результаті досліджень, проведених під час другої хвилі плодоношен-

ня встановлено, що поширення та розвиток хвороб значно зросло (табл. 2).

Так, на 1 ярусі субстратні блоки на 34,6 % були уражені мікроміцетами, а показник розвитку хвороб складав 13,4 %. Найменшу кількість ураженого субстрату виявляли на 3 ярусі – 4,4 %, а показник розвитку мікроміцетів становив 1,8 %.

Субстратні блоки за 4-5 бального ураження вилучали та утилізували. У середньому бал ураження варіював у межах від 2 до 3.

У результаті досліджень, проведених під час першої та другої хвиль плодоношення нами встановлено частоту зустрічання мікроміцетів на субстратних блоках (Рис.3). Основну частку з них становлять гриби роду *Trichoderma* (до 69,4 %), *Penicillium* (до 15,7 %), *Aspergillus* (до 8,3 %), що належать до збудників зеленої плісені субстрату. Усі інші мікроміцети, що були виділені із субстратів становили до 7 %. Субстратні блоки, на яких були виявлені колонії грибів роду *Neurospora* одразу вилучались, адже дані представники дуже швидко поширюються й несуть велику загрозу для грибних підприємств. Також

1. Ураження субстратних блоків мікроміцетами на 1-й хвилі плодоношення

Показники	1 ярус	2 ярус	3 ярус
Поширення хвороб, %	27,1	10,4	3,6
Розвиток хвороб, %	9,3	3,9	1,4
Втрати врожаю, кг	16,7	7,9	3,1

2. Ураження субстратних блоків мікроміцетами на 2-й хвилі плодоношення

Показники	1 ярус	2 ярус	3 ярус
Поширення хвороб, %	34,6	14,6	4,4
Розвиток хвороб, %	13,4	6,6	1,8
Втрати врожаю, кг	28,0	16,1	4,2

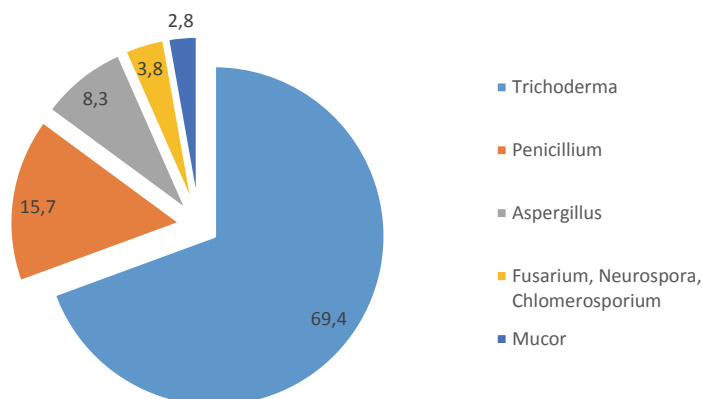


Рис.3. Частота зустрічання пліснявих грибів на субстратних блоках гливи звичайної

на субстраті були виявлені макроміцети роду *Peziza*, які належать також до конкурентів за поживне середовище.

Отже, нами встановлено, що серед мікроміцетів, які спричиняють ураження субстратних блоків гливи, домінують представники роду *Trichoderma*, що спричиняють зелену плісень субстрату.

Висновки та пропозиції.

Результати досліджень, проведених під час збору урожаю плодів тіл гливи свідчать про те, що розвиток шкідливих мікроміцетів на першій хвилі плодоношення був менший, ніж на другій приблизно удвічі. Встановлено, що на поширення мікроорганізмів впливає також розміщення субстратних блоків у приміщеннях для плодоношення.

Під час першої та другої хвиль плодоношення частота зустрічання мікроміцетів на субстратних блоках зростає внаслідок розвитку грибів роду *Trichoderma* (до 69,4 %), *Penicillium* (до 15,7 %), *Aspergillus* (до 8,3 %), що належать до збудників зеленої плісені субстрату.

References

1. Ha Thi Hoa, Chun-Li Wang & Chong-Ho Wang (2015) The Effects of Different Substrates on the Growth, Yield, and Nutritional Composition of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*), *Mycobiology*, 43:4, 423-434, DOI: 10.5941/MYCO.2015.43.4.423
2. Бандура, І. І., Кулик, А. С., Бісько, Н. А., Хареба, О. В., Цизь, О. М., & Хареба, В. В. (2020). Analysis of the biological efficiency and quality factors of mushrooms of the genus *Pleurotus* (Fr.) P.Kumm as a model of effective cultivation of lignicolous fungi with high functional value. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(4). <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.4.2020.224047>
3. Bilai, V. T., Bisko, N. A. Edible oyster mushroom: mycelium, substrate, growing. – Kyiv: Urozhai, 2000. – 50 p.
4. Ha Thi Hoa & Chun-Li Wang (2015) The Effects of Temperature and Nutritional Conditions on Mycelium Growth of Two Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*), *Mycobiology*, 43:1, 14-23, <https://doi.org/10.5941/MYCO.2015.43.1.14>

5. Bisko, N. A., Dudka, I. A. Biology and cultivation of the edible mushrooms of the genus *Pleurotus*. - Kyiv: Naukova dumka, 1987. – 148 p.
6. Sánchez, C. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol* 85, 1321–1337 (2010). <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2343-7>
7. Girmay, Z., Gorems, W., Birhanu, G. et al. Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (oyster mushroom) on different substrates. *AMB Expr* 6, 87 (2016). <https://doi.org/10.1186/s13568-016-0265-1>
8. Jegadeesh Raman, Kab-Yeul Jang, Youn-Lee Oh, Minji Oh, Ji-Hoon Im, Hariprasath Lakshmanan & Vikineswary Sabaratnam (2021) Cultivation and Nutritional Value of Prominent *Pleurotus* spp.: An Overview, *Mycobiology*, 49:1, 1-14, DOI: 10.1080/12298093.2020.1835142
9. László Kredics, Sándor Kocsubé, László Nagy, Monika Komoró-Zelazowska, László Manczinger, Enikő Sajben, Adrienn Nagy, Csaba Vágvölgyi, Christian P. Kubicek, Irina S. Druzhinina, Lóránt Hatvani, Molecular identification of *Trichoderma* species associated with *Pleurotus ostreatus* and natural substrates of the oyster mushroom, *FEMS Microbiology Letters*, Volume 300, Issue 1, November 2009, Pages 58–67, <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2009.01765.x>
10. Vdovenko, S. A. Growing of edible mushrooms: teaching guide. / S. A Vdovenko. – Vinnytsia: RVV VNAU, 2011. – 131 p.
11. Nurmetov, R. D., Devochkina, N. L. Growing of agarics and oysters: Guide. – Moscow.: Rosselkhozakademia, GNU VNIIO, 2010. – 68p.
12. Zaharenko O. Features of the Oyster Mushroom Growth// The real master. – 2007. – №4.-C.59-62.
13. Hatvani L, Antal Z, Manczinger L, Szekeres A, Druzhinina I S, Kubicek C P, Nagy A, Nagy E, Vágvölgyi C, Kredics L. Green Mold Diseases of *Agaricus* and *Pleurotus* spp. Are Caused by Related but Phylogenetically Different *Trichoderma* Species. *Phytopathology*. 2007 Apr;97(4):532-7. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-97-4-0532>.
14. Komon-Zelazowska M, Bissett J, Zafari D, Hatvani L, Manczinger L, Woo S, Lorito M, Kredics L, Kubicek CP, Druzhinina IS. Genetically closely related but phenotypically divergent *Trichoderma* species cause green mold disease in oyster mushroom farms worldwide. *Appl Environ Microbiol*. 2007 Nov;73(22):7415-26. <https://doi.org/10.1128/AEM.01059-07>.
15. Gryganskyi, A. P., Vuk, A. O. Main diseases of cultivated mushrooms and measures of their inhibition: Recommendations for mushroom growing enterprises of Ukraine. – Kyiv, 2007. – 27 p.
16. Gryganskyi, A. P., Goncharenko, N. A. Kyryk, M. M. Substrate contamination: Methods of identification and growing of oyster mushrooms // *Zakhyst roslyn*. – 2002. – №1. – P. 19-20.
17. Bilay, V. I., Ed. (1982). *Methods of Experimental Mycology*. Kyiv: Naukova dumka. 550 p.
18. Vaz J. A., Barros, L., Martins, A., Santos-Buelga, C., Vasconcelos, H. M., Isabel Ferreira, I. C. F. R. 2011. Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. *Food Chemistry*, 126, 2: 610-616. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.063>.

Kyryk M., Gryganskyi A., Vuk A., Pikovskyi M. , (2021). DEVELOPMENT OF MOULD FUNGI ON THE SUBSTRATE BLOCKS OF OYSTER MUSHROOM (*PLEUROTUS OSTREATUS* (JACK.) P. KUMM.) DURING FRUCTIFICATION PERIOD. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 12(2): 64-70. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/15092>. <https://doi.org/10.31548/biologiya2021.02.007>.

Abstract. The results of studies conducted during the harvest of fruiting bodies of oyster mushrooms indicate that the development of harmful micromycetes during the first wave of fruiting was less than in the second about twice. It is established that the distribution of microorganisms is also influenced by the placement of substrate blocks in the fructification premises.

In the first wave of fruiting, the number of affected blocks varied depending on the tier location. The least affected blocks were found on the 3rd tier, which is the highest – 3,6 %. The yield loss on this tier was 3.1 kg of mushrooms. On the second tier, the percentage of the contaminated blocks was 10,4. The largest amount of infected substrate was observed on the 1st tier – 27,1 %. The increase in the affected blocks on the 1st and 2nd tiers is due to excessive moisture, which leads to the flow of drops from the upper bags to the lower ones.

Observation during the second wave of fructification has shown, that the dissemination and development of the diseases was considerably bigger. In the 1st tier, the substrate blocks were infected with the micromycetes by 34,6 %, and the rate of disease development was 13,4 %. The smallest amount of infected substrate was found on the 3rd tier – 4,4 %, and the rate of micromycetes was 1,8 %. Substrate blocks having infection with 4-5 point development were removed and disposed. The average lesion score ranged from 2 to 3.

During the first and second waves of fruiting, the frequency of micromycetes on substrate blocks increases due to the development of *Trichoderma* (up to 69,4 %), *Penicillium* (up to 15,7 %), and *Aspergillus* spp. (up to 8,3 %), commonly known as green mold substrate pathogens.

Keywords: oyster mushroom, micromycetes, incubation, fructification, substrate.
