

**ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ОЛІЙНОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ *PLEUROTUS*
*OSTREATUS***

Ковтунюк З.І., Кецкало В.В.

В сучасному світі є численні спроби використання рослинної біомаси, в тому числі решток сільськогосподарських рослин та відходів їх переробки, як потенційного джерела сировини для різних галузей. Україна є аграрною державою завдяки кліматичним та погодним умовам, що сприяють вирощуванню сільськогосподарських культур [1]. Тому щороку результатом діяльності агропромислового комплексу є значна кількість рослинних відходів, які можна повторно використовувати, в той час, коли їх просто утилізують без дотримання вимог, що призводить до забруднення навколишнього середовища [2]. Проте вони можуть бути перетворені у цінну сировину, зокрема для вирощування грибів. Тому нині є актуальним питання інтеграції рослинної біомаси в енергетичний та сировинний сектор економіки [3].

Ще однією проблемою сучасного людства є дефіцит білку в раціоні. В багатьох європейських країнах його нестачу компенсують споживанням грибів, які все частіше стають важливою складовою дієт за рахунок вмісту білкового комплексу з незамінними амінокислотами та вітамінами групи А, В, С, Д, РР [4, 5].

Культивування їстівних грибів на різноманітних залишках лігноцелюлозної сировини розглядається як один із найбільш економічно та соціально виправданих шляхів отримання у XXI столітті цінних харчових продуктів та різноманітних природних біологічно активних речовин. Одержання екологічно чистих, фізіологічно функціональних харчових

продуктів, особливо таких, що мають оздоровчу та лікувально-профілактичну дію є надзвичайно актуальною проблемою і для України. В нашій країні зараз широко культивують печерицю двоспорову, гливу звичайну, а у світовому грибівництві використовують вже біля 40 видів їстівних та лікарських грибів, 10 з яких досягли промислових масштабів.

Одним із основних грибів, культивованих у штучних умовах по всьому світу є глива звичайна або плеврот звичайний (*Pleurotus ostreatus*), плодові тіла якого відзначаються білками (25–50 %), жирами (2–5 %), цукрами (17–47 %), мікоцелюлозою (7–38 %), мінералами (калій, фосфор, кальцій, натрій) – близько 8–12 % та вітамінами. Оцінюючи харчові властивості, гливу порівнюють з картоплею, овочевими, м'ясними продуктами та іншими грибами, тому що її плодові тіла містять весь комплекс вітамінів групи В, а вміст вітаміну В₆ (піридоксину) перевищує показники в рибі і овочах. За вмістом вітаміну РР, який сприяє поліпшенню кровообігу, перешкоджає виникненню тромбів у судинах і покращує діяльність печінки і шлунка, глива немає рівних серед культивованих грибів. Крім перерахованих вітамінів в плодових тілах гливи містяться вітаміни С, D₂, Е [6, 7].

Популярність гриба гливи зростає не лише через його високу харчову цінність, а і завдяки легкості вирощування та високопродуктивному потенціалу. На світовому ринку *Pleurotus ostreatus* вважають другим комерційним грибом після *Agaricus bisporus* [8, 9].

Саме тому питання утилізації відходів сільськогосподарських рослин та олійної промисловості за допомогою штамів гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) стало темою наших досліджень. Якісний субстрат повинен задовольняти основні потреби гриба гливи в поживних речовинах. Тому для вибору продуктивного варіанту субстрату важливим є підбір компонентів та знання їх хімічного складу [10].

Отже, метою нашої роботи було визначення поміж відходів рослинництва та олійної промисловості оптимальних компонентів або їх поєднання як субстрату для культивування *Pleurotus ostreatus*.

Плеврот звичайний – сапрофітний гриб, який розкладає деревину та інші види рослинних відходів – солому, стрижні кукурудзи тощо. Належить до класу базидіальних грибів (Basidiomycetes), родини трихоломових (Tricholomataceae), роду *Pleurotus*, виду *P. ostreatus* Kumm. Крім цього виду у виробництві поширені ще такі види: *P. Pulmonarius* Quel., *P. Columbinus* Quel., *P. Erungii* Kumm.

Цей рід налічує 39 видів, ряд з яких є об'єктами культивування в різних країнах Європи, Азії і Америки. В природних умовах глива звичайна росте на стовбурах багатьох листяних дерев, однак найкраще розвивається на тополі, вербі, грабі, буку та дубі. Зустрічається по всій території України. Росте групами на стовбурах листяних, зрідка хвойних дерев, плодоносить у вересні-жовтні [6].

Вирощування *Pleurotus ostreatus* збільшилося в усьому світі саме завдячуючи здатності рости при широкому діапазоні температур та на різноманітних відходах сільськогосподарської та лісової промисловості, які забруднюють наше середовище але можуть бути корисними для вирощування гливи. Компонентами субстрату, залежно від зони культивування гливи, можуть бути відходи гречки та тирса листяних порід дерев [11, 12]; солома та висівки рисова, пшенична й інших злакових культур [13]; стержні качанів та листки кукурудзи; просо та бавовняні відходи з текстильної промисловості; відходи виробництва какао-бобів, кокосові волокна та олійні пальмові відходи [14]. Також використовують відходи олійної промисловості – лущиння соняшнику, коноплі, льону [15] та побічний продукт від переробки яблук, що багатий вуглеводами, харчовими волокнами, мінералами та вітамінами [16, 17].

Культивування їстівних грибів вважається важливим елементом екотехнологій, мета яких – утилізація широкого спектру рослинних і тваринних відходів, малодоступних для переробки іншими мікроорганізмами. Тільки глива із всіх дерево-руйнуючих (сапрофітів) та мікроскопічних грибів здатна якнайліпше перетворити целюлозу, у якій зосереджена велика кількість біологічно активної енергії, на білок свого тіла і збагачувати важко перетравні і

з низькою поживною цінністю рослинні целюлозовмістні субстрати грибним білком.

Оптимізацію фізичних властивостей субстрату для вирощування гливи можна проводити за структурою, вологостістю, розміром і масою субстратного блоку, площею перфорації плівкового покриття блоку тощо. Важливим фактором зростання і розвитку гливи є реакція живильного середовища або субстрату. Дуже кисле середовище ($\text{pH} < 4,0$) пригнічує ріст міцелію гливи. Оптимум pH для міцелію гливи становить 5,5–6,5. Зі зміною реакції середовища в лужну сторону ($\text{pH} > 7,0$) зростання міцелію знову пригнічується [18]. Майже в усіх випадках підтримуючою матрицею для міцелію є стерилізоване зерно, яке має перевагу завдяки біохімічним властивостям та практичною продуктивністю над іншими матеріалами [19, 20].

1. Матеріали та методи досліджень

Вплив різних видів органічного субстрату на продуктивність гливи звичайної (*Pleurotus ostreatus*) досліджували в осінньо-зимовий період у навчально-науковій лабораторії кафедри овочівництва національного університету садівництва (м. Умань, Україна). Спостереження здійснювали за гібридним всесезонним штамом К-17. Даний штам виявився кращим в результаті проведення попередніх досліджень по визначенню урожайності перспективних штамів гливи звичайної за інтенсивного способу вирощування. Схема досліду передбачала порівняння урожайності штамів НК-35 (контроль), К-17, Р-8, Кріоз. Визначивши більш продуктивний штам було заплановано схему досліду по визначенню оптимального субстрату для вирощування гливи. Варіантами досліду було обрано: солома пшенична (контроль); лушпиння соняшнику; суміш з соломи пшеничної і лушпиння соняшнику (1:1); суміш з соломи соєвої та лушпиння соняшнику (1:1).

Штам К-17 характеризується скороченим терміном культивування, що дає можливість вирощувати його в прохолодних приміщеннях і отримати весь урожай за короткий період. Плодоносить він за температури повітря 10–20°C. Плодові тіла мають товсту ніжку, досить щільні і м'ясисті. Їх забарвлення може

змінюватися від темно-сірого за низької температури до світло-сірого з коричневим відтінком за високих температурних показників повітря. Вологість також має вплив на забарвлення плодових тіл – чим вона нижча, тим забарвлення буде світліше.

Вирощування гливи звичайної здійснювали за стелажної системи розміщення блоків в камері з засобами регулювання мікроклімату. Площа камери для вирощування грибів складає 25м², а висота 2,5 м. Компоненти субстрату подрібнювали на частинки довжиною 5–10 см, в сухому стані закладали у металеві бочки, згідно варіантів, заливали холодною водою і підігрівали електротенами до температури 80–85°C з послідуєчим поступовим охолодженням до температури 26–28°C, що забезпечує руйнування оболонки рослинних клітин і переведення лігніну в доступніші для міцелію гриба форми. Важливим при виробництві компосту є суворе дотримання вимог техніки безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії, що дозволяє попередити нещасні випадки та виробничі травми обслуговуючого персоналу та досягти високої продуктивності праці при виробництві компосту.

Обліковою одиницею в досліді був один блок масою 12 кг. Інокуляцію субстрату міцелієм проводили в другій декаді жовтня. Норма внесення міцелію становила 4% від маси субстрату, тобто 480 г/блок. Готовий субстрат змішували пошарово із зерновим міцелієм гриба. Інокульовану суміш закладали щільно в поліетиленові мішки розміром 70×35 см. Якщо міцелій зберігався у холодильнику з рекомендованою температурою від 0 до 3°C (так він може зберігатись більше місяця), то перед використанням витримували при кімнатній температурі 12 годин. Зростлий міцелій подрібнювали і ділили на порції, попередньо дезінфікованим інструментом, щоб не занести шкідливу плісняву у блок.

Після формування блоку у нижній частині блоків робили надрізи для видалення зайвої води і надрізи довжиною 7–10 см по периметру блоку в шаховому порядку через 20 см. Інокульований субстрат розмістили у камері для проростання міцелію за температури повітря 22–24°C, субстрату 24°C (±2°)

та відносній вологості повітря 80–85% (рис. 1А). Після повного обростання блоки переносили у камеру плодоношення, яка обладнана стелажною системою для розміщення блоків та засобами регулювання мікроклімату (освітлення, температури, вологості, вентиляцією) (рис. 1Б).

Для активного утворення примордій температуру повітря в камері підтримували на рівні 16–18°C, відносна вологість повітря становила 85–90 %, інтенсивність освітлення 200 лк 12 годин на добу.



А
інкубаційний період



Б
період плодоношення

Рис. 1. Блок із соломкою пшеничною (контроль)

Під час проведення експериментальної роботи використано лабораторний та вегетаційний методи досліджень. В період вирощування гливи звичайної проводили фенологічні спостереження: поодинокі та масові появи примордій, початок плодоношення першої та наступних хвиль, тривалість плодоношення грибів та здійснювали біометричні вимірювання та обліки – визначали масу і кількість зростків, кількість плодових тіл у зростку та урожайність [21]. Повторність варіантів чотириразова. Хімічний склад продукції визначали у лабораторії масових аналізів Уманського національного університету садівництва.

2. Результати та обговорення

Урожайність штамів гливи звичайної та динаміка надходження врожаю. Урожайність – це вирішальний показник, що характеризує рівень продуктивності і власне те, заради чого і вирощується глива звичайна. Урожайність залежить від декількох факторів: субстрат, мікроклімат, штам.

Тому впродовж двох років ми проводили дослідження з вивчення продуктивності різних штамів гливи звичайної (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність гливи звичайної в залежності від штаму, кг/100 кг субстрату

Штам	Урожайність, кг/100 кг субстрату		Середнє за 2015–2016 рр.	Відхилення від контролю
	2015 рік	2016 рік		
НК-35 (контроль)	16,9	17,1	17,0	–
К-17	21,0	22,6	21,8	4,3
Р-8	18,5	17,9	18,2	0,7
Кріоз	19,7	18,3	19,0	1,5
<i>НІР</i> 05	1,6	1,6	–	–

Меншу врожайність за роки досліджень спостерігали у штаму НК-35, що слугував контролем – 17,0 кг. Штам Р-8 забезпечив 18,2 кг продукції, що переважає над контролем на 0,7 кг. Штам Кріоз сформував 19 кг плодових тіл на 100 кг субстрату і перевершив контроль на 1,5 кг. Кращим варіантом досліджу вивчився штам К-17 з показником урожайності 21,8 кг, що більше контролю на 4,3 кг.

Розподіл урожайності досліджуваних штамів за хвилями плодоношення відрізнявся між варіантами і становив від 69% у НК-35 до 77% урожаю за першу хвилю у К-17. Друга і третя хвиля були значно менш врожайні і вихід продукції становив 12–18% за другу хвилю і 10–13% за третю хвилю плодоношення (рис. 2).

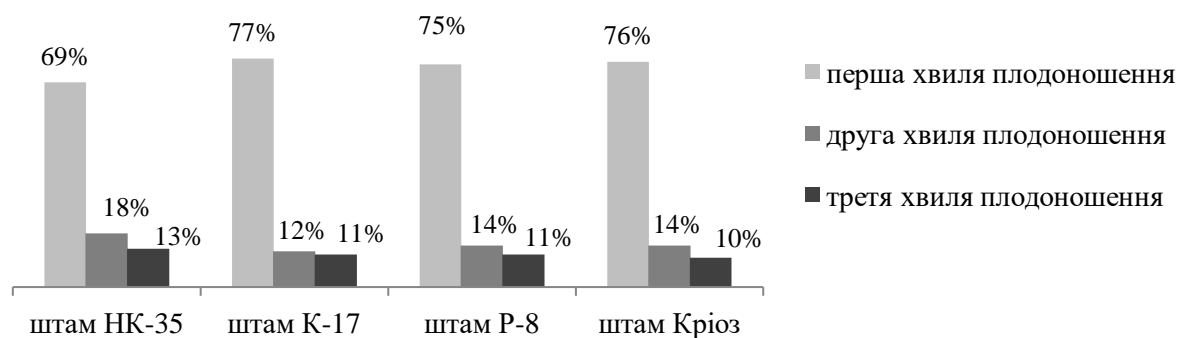


Рис. 2. Урожайність гливи звичайної за хвилями плодоношення залежно від штаму (середнє за 2015-2016 рр.)

Вплив субстрату на настання та проходження фенологічних фаз розвитку гливи звичайної. Швидкість проходження фаз розвитку гливи звичайної являється показником, який характеризує відповідність факторів вирощування до біологічних показників рослини. Чим оптимальніші будуть умови мікроклімату тим швидше будуть проходити процеси росту і розвитку гриба. На тривалість вегетаційного періоду гливи значно впливав мікроклімат приміщення та особливо вид субстрату, на якому розвивався міцелій. Етапи розвитку плодових тіл гливи звичайної представлено на рис. 3.



Рис. 3. Етапи розвитку плодових тіл гливи звичайної

Фенологічні показники розвитку гриба відіграють важливу роль в особливостях технологічного циклу культивування, оскільки ними зумовлюється як тривалість періоду до початку плодоношення, так і тривалість етапів технологічного циклу. Це, в свою чергу, впливає на енергозатратність виробництва, оскільки на різних етапах росту глива потребує різних параметрів температури повітря.

В період проведення досліджень виявлено різницю в тривалості періоду інкубації міцелію залежно від поживності субстрату. Повне обростання субстрату міцелієм у варіантах відбулось за 18–20 діб від інокуляції, що на 2–4

доби швидше за контрольний варіант, де на соломі пшеничній повне обростання субстрату відмічено через 22 доби. Швидким опануванням субстрату характеризувався варіант, де застосовували комбінований субстрат з лушпиння сояшнику і соломи соєвої. Таку ж тенденцію спостерігали на комбінованих субстратах у термінах з'явлення примордій, які відмічені через 23–26 діб від інокуляції міцелію і по відношенню до контролю зафіксовані раніше на 2–4 доби. У контролю дана фаза розвитку зафіксована через 27 діб від інокуляції міцелію (табл. 2).

Таблиця 2

Проходження основних фаз росту та розвитку гливи звичайної (2016–2017 рр.)

Вид субстрату	Діб від інокуляції міцелію до			Період плодоношення
	повного обростання субстрату	з'явлення примордій	початку плодоношення	
Солома пшенична (контроль)	22	27	37	25
Солома пшенична + лушпиння сояшнику	20	25	33	34
Солома соєва + лушпиння сояшнику	18	23	31	32
Лушпиння сояшнику	20	26	33	24

Початок плодоношення по варіантах досліду спостерігали на 31–37 добу від інокуляції міцелію. Ранній урожай отримали на комбінованому субстраті з лушпиння сояшнику і соломи соєвої. Лушпиння сояшнику та його поєднання з соломою пшеничною забезпечили початок плодоношення через 33 доби від інокуляції міцелію на субстрат. На субстраті із соломи пшеничної, який слугував контролем в досліді, плодоношення розпочалося пізніше. Отже, збагачення субстрату легко засвоюваним азотом бобових рослин пришвидшує початок плодоношення на 6 діб порівняно з використанням соломи пшеничної.

Короткий період плодоношення (24–25 діб) спостерігали на субстраті з соломи пшеничної та лузги сояшнику. За використання комбінованих субстратів із соломи соєвої і лушпиння сояшнику та соломи пшеничної і

лушпиння соняшнику період плодоношення тривав 32–34 доби, що значно перевищує показники контрольного варіанту.

Вплив субстрату на продуктивність *Pleurotus ostreatus*. Досить важливими показниками у товарній продукції гриба гливи звичайної є маса та кількість зростків, а також середня маса плодового тіла (табл. 3).

Таблиця 3

Біометричні показники зростків гливи звичайної штаму К-17 (2016–2017 рр.)

Вид субстрату	Кількість зростків, шт./блок	Середня маса зростку, кг	Кількість плодових тіл у зростку, шт.	Середня маса плодового тіла, г
Перша хвиля плодоношення				
Солома пшенична (контроль)	5,0	0,32	11,7	29,0
Солома пшенична + лушпиння соняшнику	7,0	0,57	15,8	36,0
Солома соєва + лушпиння соняшнику	6,0	0,65	17,5	38,6
Лушпиння соняшнику	7,0	0,49	14,2	35,0
<i>НІР₀₅</i>	1,3	0,07	1,0	2,15
Друга хвиля плодоношення				
Солома пшенична (контроль)	4,5	0,19	9,0	20,0
Солома пшенична + лушпиння соняшнику	5,0	0,27	11,0	24,2
Солома соєва + лушпиння соняшнику	5,5	0,25	10,7	22,5
Лушпиння соняшнику	4,0	0,23	9,8	21,0
<i>НІР₀₅</i>	0,8	0,1	0,6	2,03

Спостереженнями встановлено, що за першої хвилі плодоношення більша кількість зростків сформувалась на комбінованих субстратах та лушпинні соняшнику і становила 6,0–7,0 шт/блок. Субстрат з соломи пшеничної забезпечив 5 зростків на блоці.

Проте, менш продуктивною для вказаних субстратів була друга хвиля плодоношення гриба, за якої кількість зростків була в межах 4,0–5,5 шт/блок. Тут максимальну кількість зростків забезпечило поєднання соломи соєвої та лушпиння соняшнику. Поєднання соломи пшеничної та лушпиння соняшнику дало змогу отримати під час другої хвилі плодоношення 5,0 зростків на блоці. За використання лушпиння соняшнику та соломи пшеничної отримали відповідно 4,0 та 4,5 зростків на блок.

Середня маса зростку за першої хвилі плодоношення на комбінованих субстратах, які включали в рецептуру солону пшеничну + лушпиння соняшнику та солону соєву + лушпиння соняшнику становила 0,57–0,65 кг, а за другої хвилі плодоношення 0,25–0,27 кг. За використання лушпиння соняшнику в період першої хвилі плодоношення мали зростки масою в середньому 0,49 кг, а за другої хвилі плодоношення – 0,23 кг. За використання соломи пшеничної в період першої хвилі плодоношення мали зростки масою в середньому 0,32 кг, а за другої хвилі плодоношення – 0,19 кг.

Кількість плодових тіл у зростку за першої хвилі плодоношення становила 11,7–17,5 шт і меншою була в контролю. Використання лушпиння соняшнику сприяло приросту кількості плодових тіл до 14,2 шт. На комбінованих субстратах, які включали в рецептуру солону пшеничну + лушпиння соняшнику та солону соєву + лушпиння соняшнику кількість плодових тіл у зростку за першої хвилі плодоношення була 15,8 та 17,5 шт відповідно.

Кількість плодових тіл у зростку за другої хвилі плодоношення становила 9,0–11,0 шт і меншою була в контролю. Використання лушпиння соняшнику сприяло приросту кількості плодових тіл до 9,8 шт. На комбінованих субстратах, які включали в рецептуру солону соєву + лушпиння соняшнику та солону пшеничну + лушпиння соняшнику кількість плодових тіл у зростку за другої хвилі плодоношення була 10,7 та 11,0 шт відповідно.

Середня маса плодового тіла за першої хвилі плодоношення становила 29,0–38,6 г і меншою була в контролю. Використання лушпиння соняшнику

сприяло приросту середньої маси плодового тіла до 35 г. На комбінованих субстратах, які включали в рецептуру солому пшеничну + лушпиння соняшнику та солому соєву + лушпиння соняшнику середня маса плодового тіла у зростку за першої хвилі плодоношення була 36,0 та 38,6 г відповідно.

Середня маса плодового тіла за другої хвилі плодоношення становила 20,0–24,2 г і меншою була в контролі. Використання лушпиння соняшнику сприяло приросту середньої маси плодового тіла до 21 г. На комбінованих субстратах, які включали в рецептуру солому пшеничну + лушпиння соняшнику та солому соєву + лушпиння соняшнику середня маса плодового тіла у зростку за першої хвилі плодоношення була 24,2 та 22,5 г відповідно.

Отже, штам К-17 основну масу врожаю (68–75%) формує впродовж першої та другої хвилі плодоношення. В загальному, за період плодоношення на субстраті із соломи пшеничної спостерігали 9,5 зростків на блоці з їх середньою масою 0,25 кг. Кількість плодівих тіл у зростку становила 10,3 шт, а маса плодового тіла була 24,5 г (табл. 4).

Таблиця 4

Біометричні показники гливи звичайної (середнє за 2016–2017 рр.)

Вид субстрату	Кількість зростків, шт./блок	Середня маса зростку, кг	Кількість плодівих тіл у зростку, шт.	Маса плодового тіла, г
Солома пшенична (контроль)	9,5	0,25	10,3	24,5
Солома пшенична + лушпиння соняшнику	12,0	0,42	13,4	30,1
Солома соєва + лушпиння соняшнику	11,5	0,45	14,1	32,0
Лушпиння соняшнику	11,0	0,36	12,0	28,0
НІР ₀₅	1,3	0,06	0,2	2,6

На субстраті із соломи пшеничної та лушпиння соняшнику спостерігали 12 зростків на блоці з їх середньою масою 0,42 кг. Кількість плодівих тіл у зростку становила 13,4 шт, а маса плодового тіла була 30,1 г. Субстрат, в склад якого входили соєва солома і лушпиння соняшнику сформував 11,5 зростків на

блоці з їх середньою масою 0,45 кг. Кількість плодових тіл у зростку становила 14,1 шт, а маса плодового тіла була 32,0 г. У варіанті з лушпинням соняшнику в середньому за період досліджень кількість зростків склала 11,0 шт/блок з їх середньою масою 0,36 кг. Кількість плодових тіл у зростку становила 12,0 шт, а маса плодового тіла була 28,0 г.

Отже, із досліджуваних субстратів кращим за продуктивністю виявився субстрат з суміші соломи пшеничної та лушпиння соняшнику, а також соломи соєвої та лушпиння соняшнику, де сформувалась більша кількість та маса зростків.

Урожайність гливи звичайної залежно від виду субстрату.

Плодоносить плеврот хвилеподібно. Зазвичай буває 2–3 хвили плодоношення, але достатньо вологоємний живильний субстрат може забезпечити отримання ще 4–5-ї хвиль плодових тіл. Проміжок часу між хвилями складає 10–12 днів, а весь період плодоносіння 1,5–2,5 місяця. За 2–5 хвиль плодоносіння можна зібрати урожай грибів 15–40 %, іноді і більше, від маси готового субстрату залежно від вибраної сировини, рецептури і якості субстрату, умов вирощування і правильного вибору штамів гливи звичайної [22].

Глива звичайна плодоносить зростками, в яких нараховується до 30 і більше плодових тіл. Формує шапинку від 5 до 30 см діаметром, опуклої, неправильноокруглої, язико-, вухоподібної форми, гладенька, волокниста, у молодому віці темно забарвлена, потім сіра, сіро-бура, часто з більш або менш сизуватим відтінком, інколи при тривалому зростанні у вологих умовах з білуватим міцеліальним нальотом (пушком). Пластинки білі або білуваті, збігаються по ніжці до низу. Споровий порошок білий або злегка кремовий. Спори темно коричневого забарвлення. Ніжка завдовжки 2–8 см, завтовшки 2–3 см, ексцентрична, іноді центральна, біла, темніє, щільна. М'якуш білий, у молодих плодових тіл соковитий, м'який, потім стає волокнистим, на зламі або при пошкодженнях колір не змінюється [23].

В середньому за роки ведення досліду в осінньо-зимовий період більшу врожайність грибів одержано у варіантах, де гливу культивували на субстратах

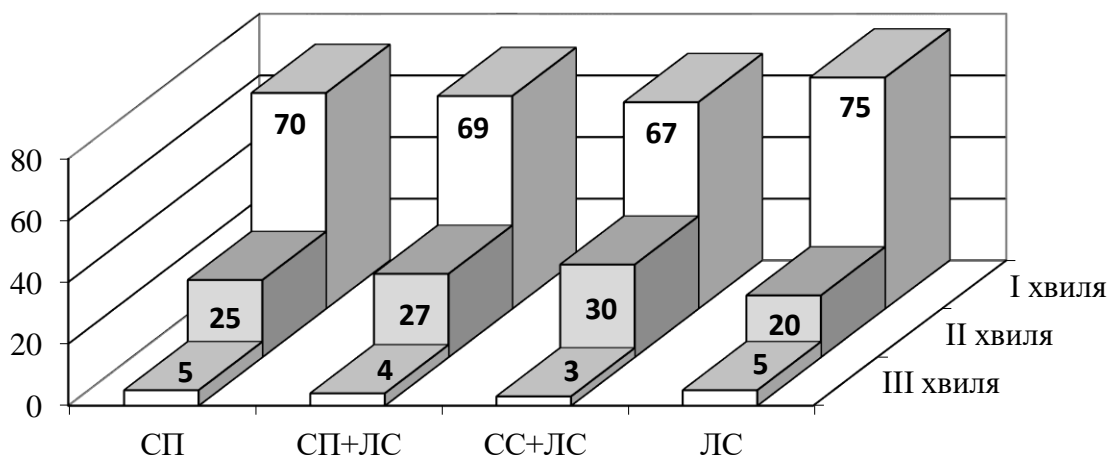
із соломи із суміші соломи пшеничної з лушпинням соняшнику – 32,7 % та соєвої соломи з лушпинням соняшнику – 31,6 %, що відповідно на 11,7 % і 10,6 % переважає над контролем. Урожайність гливи звичайної за використання соломи пшеничної становила 21 % до маси субстрату. За використання лушпиння соняшнику загальна урожайність становила 27 % до маси субстрату, що більше контролю на 6 % (табл. 5).

Таблиця 5

Урожайність гливи звичайної залежно від виду субстрату, % до маси субстрату

Субстрат	Урожайність		Загальна урожайність	± до контролю
	2016 рік	2017 рік		
Солома пшенична (контроль)	20,0	22,0	21,0	0
Солома пшенична + лушпиння соняшника	30,8	34,6	32,7	11,7
Солома соєва + лушпиння соняшнику	29,4	33,8	31,6	10,6
Лушпиння соняшника	25,5	28,6	27,0	6,0
НІР ₀₅	2,3	1,8	–	–

Розподіл надходження товарної продукції гливи штаму К-17 по хвилях плодоношення представлено на рис. 4.



СП – солома пшенична; ЛС – лушпиння соняшнику; СС – солома соєва

Рис. 4. Інтенсивність надходження врожаю гливи звичайної за хвилями плодоношення, % до загального врожаю (2016–2017 р.)

Аналіз розподілу надходження товарної продукції гливи штаму К-17 по хвилях плодоношення показав, що більш урожайною є перша хвиля плодоношення – 67–75 % від загального врожаю. За другу хвилю зібрали 20–30 % і за третю – 3–5 %. Більш дружну віддачу врожаю за першої хвилі плодоношення спостерігали у варіантах, де використовували солому пшеничну та лушпиння соняшнику – відповідно 70 % та 75 % відповідно. Під час другої хвилі плодоношення краща віддача врожаю була за використання комбінованих субстратів, а саме в суміші соломи пшеничної з лушпинням соняшнику – 27,0 % та соєвої соломи з лушпинням соняшнику – 30,0 %.

Хімічний склад продукції залежно від виду субстрату. Раціональне використання відходів сільськогосподарського виробництва набуває особливого інтересу та значного народногосподарського значення за вирощування гливи звичайної. Відомо, що існує проблема збільшення виробництва білку в харчуванні людини. Як уже зазначали, перспективним джерелом його надходження є гриби.

Тривалий час відношення до грибів було неоднозначним. То їх вважали рівноцінними м'ясу і яйцям, то називали малокорисним продуктом через велику кількість хітину, який майже не перетравлюється в шлунку. Глива звичайна є джерелом повноцінних білків, вуглеводів, жирів, вітамінів, харчових волокон та мінеральних солей. Окрім того, володіє лікувально-профілактичними, протипухлинними, радіопротекторними, антивірусними, гіпоглікемічними, імунномодулюючими властивостями [24].

Хімічний склад плодівих тіл гливи звичайної залежить від виду субстрату, на якому його культивували. На основі результатів хімічного аналізу плодівих тіл гливи звичайної можна відмітити, що вміст протеїну у варіантах, де досліджували субстрат із суміші соломи пшеничної та лушпиння соняшнику, а також соломи соєвої і лушпиння соняшнику значно перевищував вміст протеїну контрольного варіанту та варіанту, де застосовували лише лушпиння соняшнику. Одночасно, у вказаних варіантах встановлено і вищий вміст сирого жиру, клітковини, цукру, вітаміну С та золи. Такі значення можна отримати за

рахунок належної технології вирощування рослин у відкритому ґрунті, що забезпечує накопичення поживних елементів в доступній формі, правильного приготування субстрату під час його пастеризації та утримання належного мікроклімату в приміщенні (табл. 6).

Таблиця 6

Якісний склад плодівих тіл гливи звичайної залежно від виду субстрату (2016–2017)

Вид субстрату	Протеїн	Сирий жир	Клітковина	Цукор, %	Вітамін С, мг/%	Зола, %
Солома пшенична (контроль)	21,8	1,2	5,4	3,6	16,3	6,9
Солома пшенична + лушпиння соняшнику	26,7	2,0	5,7	4,1	16,8	7,4
Солома соєва + лушпиння соняшнику	27,3	2,3	6,4	5,0	18,6	8,2
Лушпиння соняшнику	22,7	1,9	5,2	3,8	17,3	7,7

Раціональне використання відпрацьованих блоків при вирощуванні *Pleurotus ostreatus* інтенсивним способом. В умовах інтенсифікації раціональне використання ресурсно-природного потенціалу у сфері сільськогосподарського виробництва і надійний захист навколишнього середовища та вирощування екологічно безпечної якісної продукції – одна з важливих соціально-екологічних проблем виживання суспільства.

У грибівництві для отримання екологічно чистої продукції потрібно застосовувати чисті компоненти субстрату, тобто солома використовується з полів без застосування високих доз добрив та гербіцидів. Відповідно на чистому субстраті без домішок і стимуляторів ми маємо екологічно чисті плодіві тіла. Відпрацьовані блоки теж мають своє призначення. При утилізації з відпрацьованих субстратних блоків поліетиленову плівку видаляють. Оголені блоки висушують при 60°C, подрібнюють механічно або вручну.

Після закінчення збору урожаю грибів блоки гливи є високопоживною органічною масою, яка збагачена білками, біологічно активними речовинами

(вітамінами і стимуляторами росту). Високу поживну цінність і стимулюючі властивості забезпечує біомаса міцелію гливи на частинках відпрацьованого рихлого субстрату. Тому білі субстратні блоки без інфекційних плям є дуже хорошою білковою добавкою в раціон годування сільськогосподарських тварин і птахів (великої рогатої худоби, свиней, курей, качок і ін.). Їх можна включати в кормовий раціон в частці до 25 %.

Блоки з інфекційними плямами і ознаками старіння або загибелі грибниці плевроту (жовто-коричневі від пігментів гриба) використовувати на корм не можна, щоб не викликати отруєння тварин і птахів. Їх вносяться до ґрунту, як високоякісне органічне добриво, яке поліпшує його структуру, родючість і вологоутримувальну здатність.

Відпрацьовані блоки можна використовувати для мульчування гряд, коли виникає необхідність захистити верхній шар ґрунту від висихання. Найчастіше мульчування гряд застосовують відразу після висіву в них насіння різних сільськогосподарських культур. При цьому подрібнені блоки розсипають по поверхні гряд, що засівають, шаром 5–10 см, які періодично зволожують.

ВИСНОВКИ

Україна має великий потенціал для розвитку грибівництва, однак розширення об'єктів культивування та практичне втілення нових грибних біотехнологій у вітчизняне виробництво потребує науково обґрунтованого відбору продуцентів, розширення фундаментальних знань про їх біологічні властивості, закономірності вегетативного росту та плодоношення.

У результаті проведених досліджень встановили, що субстрат впливає на фенологічні, біометричні параметри та урожайність гливи звичайної. Серед компонентів субстрату для гливи звичайної штаму К-17 за інтенсивного способу вирощування більш продуктивними виявилися солома пшенична і соєва в суміші з лушпинням соняшнику, де було отримано більшу кількість, масу зростків та середню масу плодового тіла (30,1–32,0 г). В середньому за період дослідження більшу врожайність грибів одержали у варіантах із комбінованими субстратами: із соломи пшеничної з лушпинням соняшнику –

32,7 % до маси субстрату та соєвої соломи з лушпинням соняшнику – 31,6 % до маси субстрату, що відповідно на 11,7 % і 10,6 % переважає контроль. Варто зазначити, що збагачення субстрату доступним азотом бобових рослин пришвидшило початок плодоношення на 6 діб порівняно з контролем та позитивно вплинуло на хімічний склад продукції. Також виробництво гливи звичайної є безвідходним виробництвом.

АНОТАЦІЯ

Дослідження проводили з метою визначення поміж відходів рослинництва та олійної промисловості оптимальних компонентів або їх поєднання як субстрату для культивування *Pleurotus ostreatus*. Для вирощування штаму К-17 використовували солому пшеничну (контроль); лушпиння соняшнику; суміш із соломи пшеничної та лушпиння соняшнику (1:1); суміш із соломи соєвої та лушпиння соняшнику (1:1). Початок плодоношення по варіантах досліду відбувся через 31–37 діб від інокуляції міцелію, а першу продукцію отримали на комбінованому субстраті з лушпиння соняшнику і соломи соєвої. Залежно від компонентів субстрату період плодоношення гливи звичайної по окремих варіантах досліду становив 13–31 добу. За першої хвили плодоношення більша кількість зростків сформувалась на комбінованих субстратах і становила відповідно 8,0–9,0 шт/блок, а кількість плодових тіл у зростку 9,0–10,0 шт. За другої хвили плодоношення кількість зростків була в межах 5,5–6,0 шт/блок, а кількість плодових тіл у зростку 5,0–7,0 шт. Середня маса зростку на комбінованих субстратах за першої хвили плодоношення становила 0,36–0,42 кг, а за другої хвили плодоношення – 0,15–0,20 кг. Згідно досліджень кращими за поживністю та продуктивністю *Pleurotus ostreatus* виявились комбіновані субстрати – солома пшенична + лушпиння соняшнику та солома соєва + лушпиння соняшнику, на яких сформувалась більша кількість зростків та їх маса.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ткаченко Т.В., Євдокименко В.О., Каменських Д.С., Філоненко М.М., Вахрін В.В., Кашковський В.І. Переробка рослинних відходів різного

походження. *Наука та інновації*. 2018. 14(2). С. 51–66.
doi.org/10.15407/scin14.02.051

2. Ikawo O.E. Conversion of agrowastes to bioproducts. University of Lagos, 2013. P. 56.

3. Кузнецов Б.Н., Шарыпов В.И., Гришечко Л.И., Селзард А. Интегрированный каталитический процесс получения жидких топлив из возобновляемой лигноцеллюлозной биомассы. *Кинетика и катализ*. 2013. № 3. т. 54. С. 358–367.

4. Kimenju J.W., Odero G.O.M., Mutitu E.W., Wachira P.M., Narla R.D., Muiru W.M. Suitability of locally available substrates for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation in Kenya. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2009. No. 8. P. 510–514.

5. Etich O.K., Nyamangyoku O.I., Rono O.I., Niyokuri J.J., Izamuhaye A.N. Relative performance of Oyster Mushroom (*Pleurotus florida*) on agroindustrial and agricultural substrate. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 2013. Vol. 4, No. 1. P. 109–116.

6. Бисько Н.А., Бухало А.С., Вассер С.П и др. Высшие съедобные грибы базидиомицеты в поверхностной и глубинной культуре. Киев. 2003. 169 с.

7. Ashraf J., Asif Ali M., Ahmad W., Ayyub C.M., Shafi J. Effect of different substrate supplements on oyster mushroom (*Pleurotus spp.*) production. *Food Science and Technology*. 2013. No. 1(3). P. 44–51. doi: 10.13189/fst.2013.010302

8. Asmamaw T., Tadesse A., Kiros G. Optimization of oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushroom cultivation using locally available substrates and materials in Debre Berhan, Ethiopia. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*. 2015. No. 3(01). P. 15–20. doi: 10.7324/jabb.2015.3103

9. Banik S., Nandi R. Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom. *Industrial Crops and Products*. 2004. No. 20(3). P. 311–319.

10. Kinge T.R., Adi E.M., Mih A.M., Ache N.A., Nji T.M. Effect of substrate on the growth, nutritional and bioactive components of *Pleurotus ostreatus* and

Pleurotus florida. *African Journal of Biotechnology*. 2016. No. 15(27). P. 1476–1486.

11. Shah Z., Ashraf M., Ishtiaq M. Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates (wheat straw, leaves, sawdust). *Pakistan Journal of Nutrition*. 2004. No. 3(3). P. 158–160.

12. Дулов М.И., Вялая Е.В. Совершенствование технологии культивирования грибов вешенка на основе приготовления субстрата методом пастеризации-ферментации в термической камере. *Нива Поволжья*. 2011. № 2 (19). С. 17–21

13. Sharma S., Yadav R., Pokhrel C. Growth and yield of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates. *Journal on New Biological Reports*. 2013. No. 2(1). P. 3–8.

14. Jonathan S.G., Nwokolo V.M., Ekpo E.N. Yield performance of *Pleurotus pulmonarius* (Fries.) quelet, cultivated on different agro-forest wastes in Nigeria. *World Rural Observations*. 2013. No. 5(1). P. 22–30.

15. Siwulski M., Drzewiecka K., Sobieralski K., Chong Y. Comparison of growth and enzymatic activity of mycelium and yielding of *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kumm. on different substrates. *Hortorum Cultus*. 2010. No. 9(3). P. 45–50.

16. Park Y.-J., Park H.-R., Kim S.-R., Yoon D.-E., Son E.-S., Kwon O.-C., Lee W. Apple pomace increases mycelial growth of *Pleurotus ostreatus*. *African Journal of Microbiology Research*. 2012. No. 6(5). P. 1075–1078. doi: 10.5897/ajmr11.1546

17. Joshi V.K. Apple pomace utilization – present status and future strategies. *Advances in Biotechnology* / In: *Advances in Biotechnology*' Ashok Pandey. New Delhi. 1998. P. 141–155.

18. Півень І.О., Єрмолаєва В.Н. Інтенсивне вирощування гливи на відходах сільськогосподарського виробництва. *Хімія. Агронімія*. 2009. №11. С. 44–47.

19. Siddhant, Yadav, S., Singh, CS. Spawn and spawning strategies for the cultivation of *Pleurotus eous* (Berkeley) Saccardo. *International journal of pharmaceutical and chemical sciences*. 2013. No. 2(3). P. 1494–1500.
20. Sofi B., Ahmad M., Khan M. Effect of different grains and alternate substrates on oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) production. *African Journal of Microbiology Research*. 2014. No. 8(14). P. 1474–1479. doi: 10.5897/ajmr2014.6697
21. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків, 2001. 369 с.
22. Вдовенко С.А. Вирощування їстівних грибів: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2011. 135 с.
23. Тищенко А.Д. Экономические аспекты производства субстрата для выращивания вешенки. *Научно-производственный журнал "Школа грибоводства"*. 2001. № 1. С 6–7.
24. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Пищевая безопасность : учебн. Москва, 2007. 539 с.

Information about author:

Kovtunyk Z.I. Candidate of Agricultural Sciences
Uman National University of Horticulture, Department of Vegetable
Instytutska Street, 1, UA 20301, Uman, Ukraine

Ketskalo V.V. Candidate of Agricultural Sciences
Uman National University of Horticulture, Department of Vegetable
Instytutska Street, 1, UA 20301, Uman, Ukraine