

**ВИДОВИЙ СКЛАД МІКРОМІЦЕТІВ КОМПОСТУ ДЛЯ
ВИРОЩУВАННЯ ПЕЧЕРИЦІ ДВОСПОРОВОЇ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ
ЙОГО ПРИГОТУВАННЯ**

Н. М. ВОЛОЩУК, кандидат біологічних наук

Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК

E-mail: voloshchuk_m_nataliia@ukr.net

***Анотація.** Вивчено видовий склад мікроміцетів компосту для вирощування печериці двоспорової на різних етапах його приготування. Показано, що мезофільні види родів *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Cephalotrichum*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* та *Trichothecium* поступово замінюються термофільними, зокрема *H. insolens* та *S. thermophilum*. Розвиток останніх двох видів мікроміцетів є показником якісного субстрату.*

***Ключові слова:** мікроміцети, компост, печериця, мезофіли, термофіли*

В останні десятиріччя переконливо доведена висока біологічна цінність грибів, як харчового продукту, що включає унікальний комплекс поживних та лікарських речовин [10, 13].

У багатьох розвинених країнах світу створено грибну індустрію. Інтенсивний розвиток світового промислового виробництва їстівних грибів зумовлений кількома обставинами. По-перше, це висока продуктивність їстівних грибів, що містять значну кількість протеїну. По-друге, для культивування їстівних грибів використовують субстрати, виготовлені з доступних матеріалів: солома злакових рослин, соняшникове лушпиння, відходи переробки винограду, тирса деревини, курячий послід, кінський гній та інші. По-третє, для штучного культивування грибів можуть бути використані, крім спеціальних, різні приміщення, що не експлуатуються за прямим

призначенням (склади, овочесховища, ферми, підвали, відпрацьовані вугільні виробки тощо). По-четверте, технологія вирощування їстівних грибів є екологічно-чистою та безвідходною, оскільки субстрат після їх культивування можна використовувати в якості цінного добрива або кормові добавки до раціону сільськогосподарських тварин і птиці [9, 10].

Не зважаючи на численні переваги штучного вирощування їстівних грибів, одним із проблемних етапів у технології їхнього вирощування є перший етап – це обробка і підготовка субстрату [1, 12, 17].

Важливою причиною зниження врожаю грибів є неякісне зерно, солома та інші компоненти для виготовлення субстрату. Ці компоненти не аналізуються на наявність у них патогенів різної природи, які можуть включатись в ланцюг технологічного виробництва. Наприклад, відбір соломи та зерна проводиться тільки візуально, без спеціалізованого глибокого аналізу в лабораторних умовах [8, 12, 19].

Метою досліджень – вивчення зміни у видовому складі мікроміцетів соломи озимої пшениці на різних етапах процесу виготовлення компосту для культивування печериці двоспорової (*Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach).

Матеріал і методика досліджень. Матеріалом для наукових досліджень були зразки соломи озимої пшениці і виготовленого з неї компосту, що відбирались на різних фазах його ферментації.

На дослідному підприємстві використовувалась так звана «голландська» технологія із приготування компосту для вирощування печериці. Вихідними компонентами компосту були солома озимої пшениці (1000 кг) і курячий послід (400-700 кг). Ферментацію проводили у дві фази – I фазу здійснювали у буртах із чотирма перебиваннями впродовж 14-20 діб; II фазу ферментації проводили на стелажах протягом 7-10 діб за контрольованих умов у два етапи: «пастеризація», за якої температуру компосту (на 12-24 год.) підвищували до 60-62 °С, та «кондиціонування» компосту, тобто зниження температури на 1-2 °С на добу.

Відбір зразків соломи і компосту проводили із 15 точкових виїмок різних горизонтів – 5, 30 см (в буртах) і 5, 10-15 см (на стелажах) від поверхні субстрату у стерильні пакети, потім ретельно перемішували і середню пробу в кількості 200 г використовували для мікологічного аналізу [6].

На базі Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК проводили мікологічний аналіз досліджуваних зразків методом накопичення та інокуляцією щільного живильного середовища Чапека. Посіви культивували за температури 26 ± 2 °C [14].

Ідентифікацію видів мікроміцетів здійснювали на 7-14 добу за допомогою світлового мікроскопа „Axiostar Plus” (Zeiss, Німеччина), використовуючи визначники вітчизняних та іноземних авторів [2, 5, 7, 16, 20].

Для визначення положення роду грибів в структурі домінування в субстратах для культивування печериці на різних етапах його приготування нами було застосовано критерії коефіцієнта заселення та частоти зустрічання видів мікроміцетів [11].

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення. В результаті мікологічного аналізу зразків соломи та компосту було ідентифіковано 49 видів мікроміцетів, які відносились до трьох класів, 32 родів (таблиця). Як видно із наведених даних, за кількістю виділених видів переважали гриби класу Ascomycetes. Найбільше видове різноманіття мікроміцетів спостерігали на сухій та замоченій соломі відповідно 28 та 22 види, найменше – 4 види – у фазу 2.

Мікобіота компостів для вирощування печериці формується із видів мікроміцетів вихідних субстратів, що входять до складу компосту і видів, що контамінують дані субстрати в процесі ферментації компосту [3, 4, 6, 17].

Одним із вихідних компонентів компосту є пшенична солома, яка, зазвичай, зберігається назовні у тюках або рулонах, що пояснює найбільше

Видовий склад мікроміцетів на різних етапах приготування компосту для вирощування печериці двоспорової

№ п/п	Види мікроміцетів	Етап					Частота зустрічання, %
		Солома	Замочена солома	Рихлий бурт (конус)	Щільний бурт (фаза 1)	Компост після пастеризації (фаза 2)	
		Коефіцієнт заселення, %					
1	2	3	4	5	6	7	8
Oomycetes							
1	<i>Pythium</i> sp.	6,3	9,8	3,6	-	-	26,6
Zygomycetes							
2	<i>Absidia glauca</i> Hagem	6,3	-	-	0,7	-	20,0
3	<i>Mortierella</i> sp.	-	-	-	-	1,7	6,7
4	<i>Mucor heterogamus</i> Vuill.	-	0,9	-	-	-	6,7
5	<i>M. racemosus</i> Fresen. f. <i>racemosus</i>	-	8,0	-	-	-	6,7
6	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	3,8	-	-	4,2	-	26,6
Ascomycetes							
7	<i>Acremoniella atra</i> (Corda) Sacc.	3,8	-	-	-	-	6,7
8	<i>Alternaria alternata</i> (Fr.) Keissl.	58,8	6,3	6,3	0,7	-	33,3
9	<i>Alternaria</i> sp.	33,8	0,9	17,0	-	-	6,7
10	<i>A. tenuissima</i> (Kunze) Wiltshire	-	17,0	-	-	-	40,0
11	<i>Arthrobotrys oligospora</i> Fresen.	-	-	-	-	-	6,7
12	<i>Aspergillus avenaceus</i> G. Sm.	1,3	-	-	-	-	6,7
13	<i>A. candidus</i> Link	-	-	-	0,7	-	6,7
14	<i>A. fumigatus</i> Fresen.	1,3	-	-	3,5	-	26,6
15	<i>A. nidulans</i> (Eidam) G. Winter	1,3	-	-	-	-	6,7
16	<i>Aspergillus</i> sp.	1,3	-	-	-	-	6,7
17	<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud	-	7,1	-	-	-	6,7
18	<i>Cephalotrichum purpureofuscum</i> (Schwein.) S. Hughes	-	4,5	-	-	-	6,7
19	<i>C. stemonitis</i> (Pers.) Nees						
20	<i>Chaetomium funicola</i> Cooke	1,3	-	-	-	-	6,7
21	<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries	2,5	-	-	-	-	6,7
22	<i>Cl. herbarum</i> (Pers.) Link	-	2,7	-	-	-	6,7

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8
23	<i>Cladosporium</i> sp.	-	0,9	0,9	-	-	6,7
24	<i>Drechslera graminea</i> (Rabenh. ex Schldl.) S. Ito	2,5	-	-	-	-	6,7
25	<i>Emericella nidulans</i> (Eidam) Vuill.	-	-	-	2,8	-	6,7
26	<i>Epicoccum nigrum</i> Link	2,5	-	0,9	-	-	13,3
27	<i>Fusarium gibbosum</i> Appel & Wollenw.	1,3	-	-	-	-	6,7
28	<i>F. graminearum</i> Schwabe	2,5	14,3	-	-	-	26,6
29	<i>Fusarium</i> sp.	3,8	0,9	0,9	-	-	20,0
30	<i>F. sporotrichioides</i> Sherb.	2,5	-	-	-	-	6,7
31	<i>F. poae</i> (Peck) Wollenw.	1,3	-	-	-	-	6,7
32	<i>Gliocladium catenulatum</i> J.C. Gilman & E.V. Abbott	1,3	-	-	-	-	6,7
33	<i>Gonatobotrys simplex</i> Corda	12,5	-	-	-	-	6,7
34	<i>Humicola grisea</i> Traaen	-	-	27,3	0,7	-	20,0
35	<i>H. insolens</i> Cooney & R. Emers.	-	0,9	7,3	68,3	100,0	66,6
36	<i>Khuskia oryzae</i> H.J. Huds.	1,3	-	-	-	-	6,7
37	<i>Papulaspora thermophila</i> Fergus	-	0,9	0,9	-	-	13,3
38	<i>Penicillium implicatum</i> Biourge	2,5	-	-	-	-	6,7
39	<i>Penicillium</i> sp.	1,3	-	-	4,9	1,7	13,3
40	<i>Phoma herbarum</i> Westend.	-	1,8	-	-	-	6,7
41	<i>Phoma</i> sp.	-	0,9	-	-	-	6,7
42	<i>Remersonia thermophila</i> (Fergus) Seifert & Samson	13,8	86,6	95,5	77,0	-	73,3
43	<i>Scytalidium thermophilum</i> (Cooney & R. Emers.) Austwick	-	-	-	21,1	4,3	20,0
44	<i>Stachybotrys alternans</i> Bonord.	-	4,5	1,8	-	-	13,3
45	<i>Stachylidium</i> sp.	-	0,9	-	-	-	6,7
46	<i>Thielavia terrestris</i> (Apinis) Malloch & Cain	-	-	2,7	1,4	-	20,0
47	<i>Trichoderma</i> sp.	-	4,5	-	2,1	-	26,6
48	<i>T. viride</i> Pers.	2,5	0,9	-	-	-	6,7
49	<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	52,5	0,9	-	-	-	13,3
	Всього:	28	22	13	13	4	-

Примітка: «-» - на даному етапі вид не було виділено

видове різноманіття типових представників грибів-епіфітів, що поселяються на ній як на мертвому субстраті після збирання врожаю [6, 18].

В результаті наших досліджень, із загальної кількості мікроміцетів, найбільше видів (28) було виділено із зразків соломи, переважна більшість із яких є мезофільними та володіють целюлозолітичними властивостями (див. таблицю). До таких грибів відносяться представники родів *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Penicillium*, *Trichoderma* та *Trichothecium*. Найвищим коефіцієнтом заселення соломи характеризувались *Alternaria alternata* і *Trichothecium roseum*, що становило відповідно 58,8 та 52,5 %.

В результаті життєдіяльності цих видів і завдяки значній кількості (до 45 %) в компості клітковини на початку I фази ферментації починається процес перетворення компосту для вирощування печериці двоспорової [6, 9, 19].

Властивість даних мікроміцетів використовувати легкодоступні вуглеводи – цукор, крохмаль, геміцелюлозу та рясно спороносити нерідко зумовлює значне їх поширення на подальших етапах приготування компосту для вирощування печериці.

Однак присутність більшості мезофільних видів в компості перед посівом міцелію *A. bisporus* є небажаною, тому що вони можуть ускладнювати розвиток його міцелію (види родів *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Penicillium*, *Trichoderma* та інші) або уражувати плодові тіла (*Fusarium*) [6, 9, 15, 17].

На даному етапі із зразків соломи було виділено термофільний мікроміцет *Remersonia thermophila*, коефіцієнт заселення якого становив 13,8 %.

Першим етапом приготування компосту для вирощування печериці є замочування соломи протягом кількох діб, в результаті чого починається процес її самозігрівання або термогенез. Це явище виникає під час зупинки, або затримки розсіювання енергії, що не використовується мікроорганізмами в процесі аеробного метаболізму та виділення її у вигляді тепла [9, 17].

В процесі самозигрівання відбувається зміна домінуючого складу мікроорганізмів – спочатку активно розвивається аеробна бактеріальна і грибна мезофільна мікобіота, за підвищення температури субстрату її чисельність різко знижується і домінуючими видами стають термофільні мікроорганізми, життєдіяльність яких спричиняє подальші глибокі зміни його [3, 4, 9].

Дана закономірність була відмічена у наших дослідженнях. На етапі замочування соломи було ідентифіковано 22 види мікроміцетів (див. таблицю). Серед них виявлено гриби, здатні розвиватись за високих температур, окрім *R. thermophila* – це види *Humicola insolens* і *Papulospora thermophila*.

На даному етапі продовжують виділятися мезофільні види родів *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Cephalotrichum*, *Fusarium*, *Mucor*, *Phoma*, *Stachybotrys* та *Trichoderma*.

На даному етапі підготовки компосту найбільший коефіцієнт заселення серед мезофільних видів спостерігали у *Alternaria tenuissima*, серед термофільних у – *R. thermophila*, відповідно 17,0 і 86,6 % (див. таблицю).

Зміни у видовому складі мікобіоти компосту для вирощування печериці продовжуються і під час формування рихлого бурта (конусу), коли проводиться перемішування розігрітої соломи з курячим послідом, який містить бактерії [3, 6].

На даному етапі було ідентифіковано 13 видів мікроскопічних грибів (таблиця). З'явилися нові термофільні види – *Humicola grisea* і *Thielavia terrestris*. Найвищий коефіцієнт заселення (95,5 %) відмічено для виду *R. thermophila*.

На етапі щільного бурта (фаза 1) було вилучено 13 видів мікроміцетів, серед них ідентифіковано гриби, що можуть розвиватись за температури 80 °С, яка фіксувалась на даній стадії процесу ферментації. Поруч із вже раніше визначеними термофільними видами відмічено появу *Aspergillus candidus*, *A. fumigatus* та *Emericella nidulans*. Спостерігали різке збільшення коефіцієнта заселення мікроміцета *H. insolens* з 7,3 % (фаза конусу) до 68,3 %. Коефіцієнт заселення виду *R. thermophila* на даному етапі становив 77,0 % (див. таблицю).

Після пастеризації компосту (фаза 2) мікобіота субстрату для вирощування печериці нараховувала всього чотири види, які були представлені *H. insolens*, *Scytalidium thermophilum* та грибами родів *Mortierella* Coem. і *Penicillium*. Гриби гуміколя та скиталідіум відомі культури-індикатори якісного компосту для вирощування печериці двоспорової [3, 9]. Вид *H. insolens* мав максимальний коефіцієнт заселення, що становив 100 %. Мікроміцет *R. thermophila* був відсутнім у зразках компосту фази 2.

Виділення із компосту представників родів *Mortierella* і *Penicillium*, говорить про його неоднорідність, причиною якої є неоднакова температура під час пастеризації у різних його шарах, що дає можливість спорам грибів виживати і надалі бути причиною появи хвороб печериці.

Найвищу частоту зустрічання серед мезофільної мікобіоти соломи спостерігали у видів: *Alternaria alternata* і *A. tenuissima*, відповідно 33,3 % та 40,0 %; серед термофільних мікроміцетів компосту у – *H. insolens* і *R. thermophila*, 66,6 % та 73,3 % (див. таблицю).

Висновки

Видовий склад мікобіоти компосту залежить від етапу його приготування.

Мезофільні види родів *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Cephalotrichum*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* та *Trichothecium* поступово замінюються термофільними, зокрема *H. insolens* та *S. thermophilum*. Розвиток останніх двох видів мікроміцетів є показником якісного субстрату.

Виділення із готового компосту представників родів *Mortierella* і *Penicillium* може свідчити про його неоднорідність та порушення температурного режиму під час пастеризації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабаянц О. В. Новая энергосберегающая технология обработки субстрата для выращивания дереворазрушающих грибов / О. В. Бабаянц,

- С. Л. Мирось, Б. Кирхгофф // Мат. Междунар. Научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы культивирования грибов. Современные технологии». – Донецк: Видавництво Дон. Ун-ту, 2005. – С. 70-72.
2. Билай В. И. Определитель токсинообразующих микромицетов / В. И. Билай, З. А. Курбацкая. – К.: Наук. думка, 1990. – 236 с.
 3. Билай В. Т. Термофильные виды микромицетов шампиньонных компостов / В. Т. Билай // Микробиол. журн., 1984. – Т.46, №6. – С. 35-38.
 4. Билай В. Т. Термофильные грибы и их ферментативные свойства / В. Т. Билай – К.: Наук. дум., 1985. – 170с.
 5. Билай В. Т. Определитель термофильных грибов / В. Т. Билай, В. А. Захарченко. – К.: Наук. думка, 1987. – 112 с.
 6. Билай В. Т. Мезофильные виды микромицетов шампиньонных компостов / В. Т. Билай, И. А. Элланская, И. А. Дудка // Микробиол. журн., 1984. – Т.46, №5. – С. 43-47.
 7. Бисько Н. А. Атлас возбудителей болезней и вредителей съедобных грибов при культивировании / Н. А. Бисько, В. Т. Билай – К.: ЧРОО «Центр поддержки грибоводства», 2001. – 26 с.
 8. Бойко О. А. Проблеми екології та культивування їстівних та лікарських грибів / О. А. Бойко // Мат. Междунар. Научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы культивирования грибов. Современные технологии». – Донецк: Видавництво Дон. Ун-ту, 2005. – С. 16-18.
 9. Дудка І. А. Культивирование съедобных грибов / І. А. Дудка, Н. А. Бисько, В. Т. Билай. – К.: Урожай, 1992. – 160 с.
 10. Дудка І. О. Розробка наукових основ промислового грибівництва та їх практична реалізація в аграрному комплексі України / І. О. Дудка, Н. А. Бісько, О. М. Цизь [та ін.] // Мат. Междунар. Научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы культивирования

- грибов. Современные технологии». – Донецк: Видавництво Дон. Ун-ту, 2005. – С. 3-16.
11. Кириленко Т. С. Микромицеты почв под посевами ячменя и овса / Т. С. Кириленко; под ред. В. И. Билай // Микромицеты почв – К.: Наук. думка, 1984. – С.47-84.
 12. Кравчук С. Б. Критерии выбора субстратов / С. Б. Кравчук, Н. А. Бисько // II Междунар. конфер. «Методические основы познания биологических особенностей грибов продуцентов физиологически активных соединений и пищевых продуктов»: тез. докл. (Донецк, 25-27 ноября 2002 г.). – Донецк: Видавництво Дон. Ун-ту, 2002. – С. 21–31.
 13. Культивирование съедобных и лекарственных грибов. Практические рекомендации / [А. С. Бухало, Н. А. Бисько, Э. Ф. Соломко, В. Т. Билай, Н. Ю. Митропольская, Н. Л. Поединок, А. А. Гродзинская, О. Б. Михайлова]; под ред. А. С. Бухало. – К. : Чернобыльинтеринфом, 2004. – 128 с.
 14. Методы экспериментальной микологии. Справочник / Под. ред. Билай В. И. – К.: Наукова думка, 1982. – 550 с.
 15. Сафрай А. И. Поражение компоста конкурентными плесенями / А. И. Сафрай // Школа грибоводства, 2007. – №2(44). – С. 15-22.
 16. Пидопличко Н. М. Атлас мукоральных грибов / Н. М. Пидопличко, А. А. Милько. – К.: Наук. думка, 1971. – 115 с.
 17. Приготовление компоста для выращивания шампиньонов фаза I, фаза II. / Ф. М. Фахрутдинова, Я. Балтуссен // Технологические особенности выращивания шампиньонов. – К.: Киевская школа грибоводства, 2002. – 47 с.
 18. Anastasi A. Isolation and identification of fungal communities in compost and vermicompost / A. Anastasi, G. C. Varese, V. F. Marchisio // Mycologia, 2005. – Vol. 97(1). – P. 33-44.
 19. Buth J. Pre conditioning for phase I / J. Buth // Mushroom business, 2011. – Vol. 47. – P. 22-24.

20. Ellis M. B. Dematiaceous Hyphomycetes / M. B. Ellis. – Wallingford: CABI, 1971. – 546 p.

ВИДОВОЙ СОСТАВ МИКРОМИЦЕТОВ КОМПоста ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ШАМПИНЬОНА НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Н. М. Волощук

Аннотация. Изучен видовой состав микромицетов компоста для выращивания шампиньона на разных этапах его приготовления. Показано, что мезофильные виды родов *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Cephalotrichum*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* и *Trichothecium* постепенно заменяются термофильными, а именно *H. insolens* и *S. thermophilum*. Развитие последних двух видов микромицетов является показателем качественного субстрата.

Ключевые слова: микромицеты, компост, шампиньон, мезофилы, термофилы

MICROMYCETES DIVERSITY IN CHAMPIGNON COMPOST AT DIFFERENT STAGES OF ITS PREPARATION

N. M. Voloshchuk

Abstract. Micromycetes diversity in champignon compost was studied at different stages of its preparation. The data showed that mesophilic species of the genera *Absidia*, *Acremonium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Cephalotrichum*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* and *Trichothecium* gradually exchanged by thermophilic fungi – *H. insolens* and *S. thermophilum*. Development of the last two micromycetes is an indicator of qualitative compost.

Key words: micromycetes, compost, champignon, mesophile, thermophile