

24. Карпенко В.П., Притуляк Р.М. Вплив гербіциду Град та його бакових сумішей з регулятором росту рослин Радостим на фотосинтетичні показники рослин тритикале озимого. Сб. науч. тр. Переяслав-Хмельницький. 2015. Вып. 2. С. 120–122.

25. Зеленянська Н.М. Вплив фізіологічно активних препаратів на накопичення пігментів у листках винограду. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 2. С. 77–81.

26. Грицаєнко З.М., Даценко А.А. Пігментний комплекс гречки за використання біологічних препаратів Діазобактерин і Радостим : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції [Актуальні питання сучасної аграрної науки], (Умань, 15–16 листопада 2013 р.). Умань, 2013. С. 30–31.

УДК 631.67

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.13>

БІОКОМПОСТ ЯК СУБСТРАТ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ПЕЧЕРИЦІ ДВОСПОРОВОЇ

Ковальов М.М. – к.с.-г.н.,

керівник наукових лабораторій промислового грибівництва

та технологій захисту культивованих грибів та гідропонного вирощування овочів у купольній теплиці,

старший викладач кафедри загального землеробства,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Компостування – один із найбільш простих методів сумісної утилізації соломовміщуючих відходів після вирощування гливи звичайної та осадів стічних вод. Застосування прогресивної технології сумісної утилізації відходів різних галузей народного господарства із попередньою обробкою компонентів мікробними препаратами з подальшою гуміфікацією дощовими черв'яками дасть змогу отримати біокомпост, який є високопоживним субстратом для вирощування печериць.

Метою наших досліджень є розроблення технології спільної утилізації відходів вирощування гливи звичайної та осадів стічних вод із використанням мікробіологічних препаратів та маточного поголів'я дощових черв'яків.

Для проведення досліджень із вермикультивування і вермікомпостування була приготовлена серія органічних субстратів, що містять різні види органічних відходів очистки стічних вод та рослинництва: відпрацьовані грибні блоки з ячмінної та пшеничної соломи, а також гноївка ВРХ, видалена за допомогою гідрозмиву.

Наповнювачі складаються в кагати поширово з обов'язковою обробкою кожного шару мікробіологічним препаратом «ЕМ Компост». Перебіг мікробіологічних процесів розкладу та незараження компостної суміші інтенсифікується за рахунок заміщення облігатних мікроорганізмів органічного наповнювача факультативними препаратами.

Після попередньої обробки складників компостної суміші у дослідні варіанти вводилися дощові черв'яки. У разі дотримання усіх технологічних вимог після завершення компостування об'єм кагату зменшувався на 40–60%. Отриманий біокомпост засівався білою расою печериці двоспорової.

Наші дослідження показали, що запропонована технологія сумісної утилізації соломовміщуючих відходів грибною виробництва та осадів стічних вод за допомогою вермікомпостування з попередньою обробкою субстратів «ЕМ Компост» є ефективною з економічного погляду навіть за реалізації продукції за оптовими цінами (ринкова ціна печериці станом на 2020 рік становила 30 000 грн./т). Зазначена технологія забезпечила отримання умовно чистого прибутку за всіма варіантами від 7,21 грн. до 30,17 грн., а також рівень рентабельності в межах 142,6–149,7%.

Серед досліджених варіантів компостних сумішей лише попередня обробка солом'яних відходів 1,0%-м та 1,5%-м розчином «EM Компост» забезпечує достатній рівень живлення міцелію печериць порівняно із традиційним субстратом, виготовленим на основі солом'яно-гнойового компосту.

Ключові слова: відпрацьовані грибні блоки, осад стічних вод, спільна утилізація, «EM Компост», вермикомпостування, ресурсозберігаюча технологія, печериці.

Kovalov M.M. Biocompost as a substrate for growing button mushrooms

Composting is one of the simplest methods of joint utilization of straw-containing waste after growing oyster mushroom and sewage sludge. The application of the advanced technology of joint waste of different sectors of economy with pre-treatment of components with microbial preparations with subsequent humification by earthworms will allow obtaining biocompost, which is a highly nutritious substrate for growing mushrooms.

The aim of our research was to develop the technology for joint disposal of oyster mushroom waste and sewage sludge using microbiological preparations and the breeding stock of earthworms.

For the research on vermiculture and vermicomposting, a series of organic substrates containing different types of organic waste from wastewater treatment and crop production was prepared. Used mushroom blocks from barley and wheat straw, as well as zoogenic mull were removed by hydrowashing.

Fillers are stored in piles in layers, with obligatory treatment of each layer with a microbiological preparation which is EM Compost. The course of microbiological processes of decomposition and disinfection of the compost mixture is intensified by replacing the obligate microorganisms of the organic filler with optional drugs.

After pre-treatment of the components of the compost mixture, earthworms were introduced into the experimental variants. If all technological requirements are met, the volume of piles will be reduced by 40–60% after composting. The resulting biocompost was sown with white button mushrooms.

Our research has shown that the proposed technology of joint utilization of straw-containing wastes of mushroom production and sewage sludge by vermicomposting with pre-treatment of substrates EM Compost is effective, from an economic point of view, even for the sale of products at wholesale prices (market price of mushrooms in 2020 was 30,000 UAH/t). This technology provided a relatively net profit for all options from 7.21 UAH up to 30.17 UAH, as well as the level of profitability within 142.6–149.7%.

Among the investigated variants of compost mixtures, only pre-treatment of straw waste with 1.0 and 1.5% EM Bioactive solution provides a sufficient level of nutrition of mushroom mycelium, compared to the traditional substrate made on the basis of straw and zoogenic compost.

Key words: used mushroom blocks, sewage sludge, joint utilization, EM Compost, vermicomposting, resource-saving technology, mushrooms.

Постановка проблеми. Інтенсивне вирощування гриба *Pleurotus ostreatus* залишає по собі величезну кількість відпрацьованого солом'яного субстрату, котрий необхідно утилізувати [1, с. 25]. З іншого боку, на мулових картах накопичена величезна кількість осадів стічних вод, котрі є наслідком біогенної очистки господарсько-побутових стічних вод [2, с. 79; 3, с. 10; 4, с. 68]. Виробництво печериць в останні роки становить значну частину ринку промислового вирощування базидіальних грибів як за кордоном, так і в Україні. Створення оптимальних мікробіологічних умов культивування печериці для досягнення стабільних і високих врожаїв є актуальним завданням, вирішення якого дасть змогу визначити економічну доцільність отримання високоякісних продуктів для потреб харчової, комбікормової та фармацевтичної промисловості.

Розроблення нових інтенсивних біотехнологій та способів культивування різних видів базидіоміцетів дасть змогу скоротити терміни вирощування, зменшити частку посівного матеріалу під час інокуляції субстратів, підвищити врожайність та якість плодівих тіл під час виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Утилізація солмовміщуючих відходів в органічно-мінеральні добрива відбувається за допомогою методів біоконверсії.

Серед них найбільш часто застосовують компостування, вермікомпостування, біорозклад під дією бактеріальних ферментів, біоконверсію органічної речовини під дією грибів [5, с. 35].

Найбільш доступним способом утилізації соломовміщуючих відходів є компостування [6, с. 26; 7, с. 15]. Інтерес до одержання таких компостів зумовлений різноманітністю, величезним асортиментом та порівняно дешевою сировиною [8, с. 112].

Відпрацьовані солом'яні субстрати не володіють високою поживною цінністю. Водночас осадки стічних вод, навпаки, досить збагачені різними біогенними елементами. Тому сумісне компостування цих відходів дасть змогу отримати високопоживний субстрат для вирощування печериць.

Постановка завдання. Метою дослідження є розроблення технологій отримання біокомпосту (ЕМ компосту) як субстрату для вирощування плодкових тіл *Agaricus campester* в умовах північного Степу України [9, с. 29].

Дослідження виконані в науковій лабораторії «Промислового грибівництва та технологій захисту культивованих грибів» кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету в 2018–2020 роках згідно з рекомендаціями І. А. Іванова [10, с. 485].

Схема досліду передбачала 4 варіанти приготування субстрату для вирощування печериць:

- 1) приготування соломо-гноєвого компосту з додаванням гіпсу в кількості 200 г/кг суміші + 20 черв'яків протягом 960 годин (контроль);
- 2) приготування біокомпосту з додаванням у 0,5%-му робочому розчині «ЕМ Компост» + 20 черв'яків протягом 960 годин;
- 3) приготування біокомпосту з додаванням у 1,0%-му робочому розчині «ЕМ Компост» + 20 черв'яків протягом 960 годин;
- 4) приготування біокомпосту з додаванням у 1,5%-му робочому розчині «ЕМ Компост» + 20 черв'яків протягом 960 годин.

Дослід закладений у чотирикратній повторності. Облікова одиниця – поліетиленовий мішок із розмірами 30x100 см, наповнений компостною сумішшю. З метою підвищення швидкості розкладання соломо-гноєвих відходів восени обробляли біопрепаратом «ЕМ Компост».

Для кожного мішка із субстратом було відібрано по 20 черв'яків, визначена їхня загальна маса і, виходячи з цього, виведена середня маса одного черв'яка.

Під час експерименту використовували кількісно-ваговий, візуальний, математично-статистичний методи та загально визнані в Україні методики та рекомендації [11, с. 223].

Виклад основного матеріалу дослідження. Ефективність процесу отримання біокомпосту оцінювали за відсотком виходу копроліту. Для визначення маси копроліту з мішків були витягнуті черв'яки та кокони. Мішки з переробленим субстратом були залишені для зменшення вмісту вологи, значення якої стабілізувалося на позначці 50%. Після підсушування перероблений субстрат був просіяний через дрібне сито, в результаті чого копроліт був відділений від не перероблених черв'яками залишків.

Кількість черв'яків та коконів підраховували вручну після вилучення їх із субстрату. Після проведення цієї операції черв'яки були очищені від копроліту і залишків субстрату, заново перераховані і зважені для подальшого визначення збільшення маси. Кокони також були пораховані і зважені.

Для сумісної біоконверсії соломовміщуючих відходів та осадів стічних вод було приготовлено 4 варіанти органічного субстрату. У кожен мішок поселили по 20 особин черв'яків.

Перед запуском у субстрат визначали середню вагу черв'яків, який наведений у таблиці 1.

Таблиця 1

Середня вага черв'яків у кожному контейнері, г

Варіант досліджу	Повторність	Кількість черв'яків/мішок, шт.	Біомаса черв'яків / мішок, г	Вага 1 черв'яка, г
1 (контроль)	1	20	1,635	0,08
	2	20	1,700	0,08
	3	20	1,781	0,08
	4	20	1,809	0,08
2	1	20	1,640	0,08
	2	20	1,900	0,09
	3	20	1,785	0,08
	4	20	1,815	0,08
3	1	20	2,680	0,13
	2	20	1,645	0,08
	3	20	2,785	0,13
	4	20	2,564	0,11
4	1	20	2,495	0,12
	2	20	2,510	0,12
	3	20	3,095	0,15
	4	20	2,492	0,14

Мішки з субстратом помістили в приміщення з температурою повітря +20°C. Вологість субстрату була доведена до 80%.

Через 45 днів після закладки досліджу був проведений облік чисельності ваги черв'яків у кожному мішку. Оскільки на першому та другому варіантах була відзначена масова загибель черв'яків, у мішки було додано відсутню кількість особин, які попередньо також були зважені.

Таблиця 2

Вплив складу субстрату на кількість і вагу черв'яків

Варіант досліджу	Кількість черв'яків, шт.		Вага черв'яків/мішок, г		Вага одного черв'яка, г	
	На початку досліджу	В кінці досліджу	На початку досліджу	В кінці досліджу	На початку досліджу	В кінці досліджу
1 (Контроль)	20	16	4,10	7,78	0,2	0,45
2	20	16	4,13	7,85	0,2	0,42
3	20	17	4,21	10,71	0,2	0,62
4	20	18	4,28	12,28	0,2	0,65

Через 20 днів після повторного заселення черв'яків провели облік: черв'яків із пасками, черв'яків без пасків, молоді та коконів. Окремо були зважені черв'яки з пасками і без пасків. У кожному варіанті контролювали рівень кислотності (вимірювали рН).

Ще через 30 днів повторно провели всі операції з урахуванням чисельності черв'яків. Після цього був здійснений відсів із субстрату копроліту шляхом просіву через сито з діаметром отворів 3 мм (таблиця 2).

Згідно з результатами досліджу було визначено, що через тиждень після інтродукції дощових черв'яків у першому та другому варіантах спостерігалось сильне запліснявіння субстрату і масова загибель черв'яків. Із цієї причини черв'яків, що залишилися в живих, витягли із субстрату. Субстрат ретельно перемішали і залишили на два тижні до повного припинення процесів бродіння низькомолекулярних цукрів і появи цвілі. Повторний запуск черв'яків проводили за вищеописаною схемою. Через місяць черв'яків витягли із субстрату, перерахували та провели контрольне зважування.

Із даних, наведених у таблиці 2, видно, що в субстратах з обробкою 0,5%-м робочим розчином «ЕМ Компост» та в солом'яно-гноєвому компості раніше спостерігалась незначна загибель черв'яків, що свідчить про необхідність більш тривалого періоду попередньої обробки субстрату «ЕМ Компост» із подальшою біоконверсією [12, с. 78] та вермикультивуванням цих видів відходів.

За період експерименту надбавка маси одного черв'яка у варіанті з обробкою 0,5%-м розчином «ЕМ Компост» та на контролі практично була однаковою. У варіантах з обробкою 1,0%-м та 1,5%-м розчином «ЕМ Компост» спостерігався мінімальний приріст маси одного черв'яка (приблизно в 2 рази).

Отже, для підтримки фізіологічних процесів дорослих особин дощових черв'яків другого варіанту забезпечують рівень харчування, схожий із традиційним субстратом, тобто солом'яно-гноєвим компостом.

Для оцінки впливу складу субстрату на генеративні функції дощових черв'яків у кінці експерименту здійснили підрахунок кількості і ваги коконів. Максимальна кількість коконів була виявлена в контролі – солом'яно-гноєвому субстраті (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив складу субстрату на кількість і вагу коконів

Варіант досліджу	Кількість коконів /мішок, шт.	Вага коконів /мішок, г	Вага одного кокона, г	Кількість молодих черв'яків
1 (Контроль)	9	0,11	0,013	0
2	9	0,13	0,014	0
3	50	0,8	0,016	9
4	84	0,86	0,017	11

Серед досліджених видів відходів формування найбільшої кількості коконів зафіксовано на варіантах з обробкою 1,0%-м та 1,5%-м розчином «ЕМ Компост». У цих варіантах, окрім коконів, було виявлено також відповідно 9 та 11 молодих черв'яків. У субстратах з обробкою 0,5%-м розчином «ЕМ Компост» та солом'яно-гноєвим компостом кокони були відсутні.

Таким чином, результати експерименту показали, що для підтримки високих показників плодючості черв'яків необхідна попередня обробка соломовміщуючих наповнювачів 1,0%-м або 1,5%-м розчином «ЕМ Компост». Збільшення

чисельності та ваги дощових черв'яків є основним показником ефективності процесу отримання біокомпосту. Ключовим показником цього процесу є вихід копроліту – так званого біогумусу, що є одним із найбільш цінних органічних добрив.

Економічна оцінка вирощування печериць на різних субстратах проводилася нами на основі сучасних методичних положень. Усі витрати, передбачені технологічними картами, були віднесені повністю на урожай печериць.

Вартість валової продукції визначається за закупівельними цінами, або фактичними цінами реалізації. Побічна продукція не враховується. Оптова вартість печериць становить 25 грн./кг.

Визначені за технологічною картою виробничі витрати на вирощування печериць змінювалися залежно від рівня одержаного врожаю печериць та його собівартості. У структуру витрат включали заробітну плату працівників, витрати на купівлю міцелію, вартість електроенергії, водопостачання, транспортні витрати.

Слід підкреслити, що собівартість як печериць, так і іншої сільськогосподарської продукції є головним показником, який тісно пов'язаний з економічною ефективністю аграрного виробництва.

Показники, що характеризують рівень економічної ефективності печериць, наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Економічна ефективність вирощування печериць

Варіант	Урожайність, кг/м ²	Витрати, грн./м ²	Прибуток, грн./м ²	Рівень рентабельності, %	Собівартість, грн./кг
1(к)	27,0	278,07	396,93	142,7	10,30
2	27,5	283,36	404,14	142,6	10,30
3	28,0	284,45	415,55	146,1	10,16
4	28,5	285,40	427,10	149,7	10,00

Аналіз даних таблиці свідчить про те, що порівняно з контролем на варіанті 2 фіксуємо незначне підвищення врожайності, до 27,5 кг/м², а собівартість та рівень рентабельності перебувають на рівні контрольного варіанту.

За іншими варіантами спостерігаємо збільшення прибутку та рівня рентабельності і зменшення собівартості. У варіантах 3 та 4 ріст прибутку становить від 18,62 грн./м² до 30,17 грн./м², рівень рентабельності коливався від 3,4% до 7%. Собівартість продукції становила 10,16 та 10,0 грн./кг відповідно.

Найвищі показники економічної ефективності маємо на 4 варіанті: прибуток – 427,1 грн./м², рентабельність – 149,7%, собівартість продукції – 10 грн./кг.

Висновки. Наші дослідження показали, що запропонована технологія сумісної утилізації соломовміщуючих відходів грибного виробництва та осадів стічних вод за допомогою вермикомпостування з попередньою обробкою субстратів «ЕМ Компост» є ефективною з економічного погляду, навіть за реалізації продукції за оптовими цінами (ринкова ціна печериці станом на 2020 рік становила 30 000 грн./т). Зазначена технологія забезпечила отримання умовно чистого прибутку за всіма варіантами від 7,21 грн. до 30,17 грн., а також рівень рентабельності в межах 142,6–149,7%.

Серед досліджених варіантів компостних сумішей лише попередня обробка солом'яних відходів 1,0%-м та 1,5%-м розчином «ЕМ Компост» забезпечує достатній рівень живлення міцелію печериць порівняно із традиційним субстратом,

виготовленим на основі солом'яно-гнойового компосту. Тому цей вид відходів більшою мірою підходить для промислового вирощування печериць, забезпечуючи підтримку високих показників рентабельності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Русакова І.В. Использование биопрепарата Баркон для инокулирования соломы, применяемой в качестве удобрения. *Достижения науки и техники АПК*. 2011. № 8. С. 25–28.
2. Семенов В.М. Агроэкологические функции растительных остатков в почве. *Агрехимия*. 2006. № 7. С. 63–81.
3. Третяк А., Другак В., Осадча І. Стратегія аграрно-земельної політики України в умовах сучасної світової продовольчої кризи. *Землевпорядний вісник*, 2008. Вип. 5. С. 4–15.
4. Гаврилюк В.А., Бортнік А.М., Августинович М.Б. Ефективність використання осаду стічних вод як добрив на дерново-підзолистих ґрунтах. Київ: *Агроекологічний журнал*. 2018. №1. С. 65–71.
5. Евилевич А.З., Евилевич М.А. Утилизация осадков сточных вод. Ленинград: Стройиздат, 1988. 248 с.
6. Авров, О.Е. Использование соломы в сельском хозяйстве Л.: Колос, 1979. 200 с.
7. Гаценко М.В. Компостування органічної речовини. Мікробіологічні аспекти. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. № 19 (1). С. 11–20.
8. Ковальов М.М., Михайлова Д. Ферментація відпрацьованих грибних блоків ЕМ-препаратами для отримання компосту. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика: Матеріали міжнародної наукової інтернет-конференції, м. Тернопіль, 20 листопада 2019 р. Тернопіль, 2019. С. 110–113.*
9. Шарова Людмила, Ковальов Микола, ЦНТУ. Використання ЕМ компостів за інтенсивного вирощування *Agaricus compester*: *Сучасні технології агропромислового виробництва: матеріали I Міжнародної студентської науково-практичної інтернет конференції 19 листопада 2020 р. Кропивницький – Chişinău : ЦНТУ, 2020. С. 29–31.*
10. Иванов А.И. Методика оценки урожайности новых штаммов вешенки: *Микология и фитопатология*, 1989. Т. 23. С. 485–487.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и Перераб. Москва: АГРОПромиздат, 1985. 351 с.
12. Ковальов М.М., Мостіпан М.І., Кулик Г.А. Отримання біокомпосту за попередньою обробкою сировини ЕМ-препаратами *Аграрні інновації Рецензований науковий журнал*. №3 2020. С. 39–44. Видавничий дім «Гельветика», 2020. С. 76–84.