

Малиновський В.В.

Український державний університет науки і технологій

Мітіна Н.Б.

Український державний університет науки і технологій

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ЯКІСТЬ КОМПОСТУ ПРИ ТЕХНОЛОГІЇ АЕРОБНОГО КОМПОСТУВАННЯ

В роботі описано технологію аеробного компостування підстилкового гною великої рогатої худоби (ВРХ) у промислових умовах. Проведене дослідження показало, що додавання до існуючої мікрофлори субстрату ВРХ штамів бактерій та мікроміцетів (біопрепаратів) суттєво впливає на процес аеробного компостування, хімічні показники готового компосту (покращувача ґрунту або органіко-мінерального добрива). Досліджували три сформованих експериментальних бурти субстрату в які додавались два види біопрепаратів поширених виробників України. Технологічний контроль процесу аеробного компостування гною ВРХ, для отримання стабільного стану компосту, здійснювали протягом 56 діб. Експериментально доведено, що додавання біопрепаратів можуть скорочувати, збільшувати і блокувати основні фази процесу промислового аеробного компостування субстрату на основі підстилкового гною ВРХ. Додавання біопрепарату № 1 заблокувало термофільну фазу, залишивши ризики збереження патогенів та життєздатного насіння бур'янів. Застосований біопрепарат № 2 фактично з першого дня увійшов у термофільну фазу. Масова частка органічної речовини в бурті-2 збільшилась на 18,9%, в бурті-3 (з додаванням біопрепарату № 2) зменшилась на 61% відносно контролю. Загальний вуглець у бурті-2 з додаванням групи біопрепаратів № 1 збільшився на 46,3 г/кг, в бурті-3 (з додаванням біопрепарату № 2) зменшився на 275 г/кг. В бурті-3 (з додаванням біопрепарату № 2): зниження в 1,68 рази N та в 1,33 рази K_2O ; в бурті-2 (з додаванням біопрепарату № 1): у 1,1 рази підвищився P_2O_5 , в 1,12 рази знизився K_2O та в 1,35 N відносно контролю. Проведене дослідження ставить під сумнів можливість здійснення процесу аеробного компостування у промислових обсягах та доцільність використання досліджених біопрепаратів для отримання доброякісного компосту. Зазначено, що для відібраного типу субстрату повинно бути розроблено біопрепарат зі спеціальним складом мікроорганізмів, вплив якого дасть можливість переробнику отримати прогнозовані економічний ефект та кінцевий продукт. Дослідження підтверджує на необхідність експертного контролю та введення чітких вимог, правил, норм та стандартів щодо застосування конкретних штамів мікроорганізмів у біопрепаратах для технології аеробного компостування у промислових об'ємах перероблення, складу субстратів та вимог переробників щодо отримання готового продукту відповідної якості.

Ключові слова: аеробне компостування, хімічні показники готового компосту, компост, додавання біопрепаратів для компостування, покращувач ґрунту, промислове компостування, біопрепарати в компостуванні, застосування біопрепаратів в компостуванні, вплив біопрепаратів на компостування, *bacillus* в компостуванні, переробка відходів тваринництва, органічні добрива, покращувач ґрунту, мікробіота ґрунту, мікробіофіт органік компостування, композиція.

Постановка проблеми. Світові втрати екосистемних послуг внаслідок зміни ґрунтового покриву за період з 1997 по 2011 рр. склали від 3,5 до 18,5 трлн євро, а в наслідок деградації земель ще втрачено приблизно 5,5–10,5 трлн євро на рік. Зниження врожайності сільськогосподарських земель є наслідком втрати біорізноманіття ґрунту. Втрата біорізноманіття призводить до зниження вилову риби, зростання економічних витрат від повеней та інших катаклізмів, збитків потенційно нових джерел для медицини [1, с. 11].

Орієнтовні щорічні світові втрати родючого шару ґрунту сягають 600 млн тонн, зокрема гумусу до 20 млн тонн, для компенсації якого потрібно вносити 300–350 млн тонн традиційних добрив, в той час, як у 1986–1990 рр. їх всього вироблялось близько 250 млн тонн [2, с. 680].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відновлення родючого шару ґрунту, можливо за рахунок виробництва покращувача ґрунту з вторинних продуктів тваринництва рослинництва та птахівництва шляхом промислового аеробного

компостування [3, с. 186–192]. Цінність джерела органічної та діючої речовини як гній великої рогатої худоби є незаперечною, але перероблений гній може містити в собі хімічні елементи в агресивній та малодоступній для рослин формі, хвороби, шкідників, патогени, важкі метали, лікарські препарати, активне насіння бур'янів тощо. Стратегія охорони довкілля Європи в частині перероблення гною великої рогатої худоби (ВРХ) віддає перевагу саме аеробному компостуванню як найбільш безпечного для довкілля, ефективної та економічно привабливої технології.

Як свідчать дані аналітичного звіту асоціації виробників молока України за попередніми даними Держстату, станом на 1 листопада 2023 року в присадибному і промисловому секторі України утримується 2 млн 406,1 тис. голів ВРХ, у тому числі 1 млн 320,3 тис. корів [4]. Розподіл поголів'я між присадибним та агропромисловим секторами України зображено на рисунку 1.



Рис. 1. Кількісні показники утримання ВРХ у секторах України (тис./голів)

Загальна маса органічних відходів у вигляді підстилкового гною від утримання такої кількості худоби складає орієнтовно 24,06 млн. тонн на рік. Від ступені дотримання технології аеробного компостування, обладнання, що використовується, якості та включень у склад субстрату первинної сировини залежить характеристика кінцевого продукту. Продуктом перероблення може бути як органічне добриво, покращувач ґрунту, будівельний матеріал так і частково утилізовані відходи, які потребують вторинної переробки. Звичайно, фермерські господарства зацікавлені в першу чергу в отриманні компосту (органо-мінерального добрива) з максимальними показниками основних діючих речовин: азот, калій, фосфор (NPK). Органічний складник такого компосту працює на покращення мікробіоти ґрунту, а хімічна частина допомагає заощадити на мінеральних добривах підживлює та стимулює зростання рослин.

Паралельно з розвитком технології промислового аеробного компостування розвивається напрямок виробництва біопрепаратів, штамів бактерій та мікроміцетів дія яких, по затвердженню виробників, направлена на стимуляцію процесів аеробного компостування. Проте аеробне компостування з метою утилізації та з метою отримання орґано-мінерального добрива з очікуваними біохімічними показниками – це різні завдання. Думки операторів – переробників можна умовно розділити на дві категорії. Перша категорія підкреслює, що для отримання покращувача мікробіоти ґрунту додавання біопрепаратів не є доцільним, а базова сировина, зокрема підстилкового гною ВРХ, є самодостатньою для отримання якісного компосту. Друга категорія стверджує, що додавання біопрепаратів стимулює процеси компостування, що призводить до скорочення термінів аеробного компостування та покращує якість кінцевого продукту – компосту.

Опираючись на технічний звіт № II для Європейської Комісії щодо діяльності з перероблення гною в Європі в частині загальної ефективності добавок в процесі перероблення гною та використання його у господарстві виникає велике питання з отримання прогнозованих та стабільних показників кінцевого продукту переробки. Сьогодні на ринку є багато добавок до гною, але їхня ефективність була продемонстрована не в кожному випадку. Однією з основних проблем є відсутність стандартних методик для тестування та аналізу результатів. Інша проблема з їх використанням полягає в тому, що багато випробувань були розроблені лише в експериментальних лабораторіях, а не на фермах, де можна знайти великі варіації в харчуванні, методах утримання тварин, що впливало на склад та активність базового субстрату. Крім того, іноді існує величезний обсяг гною, який потрібно змішати з добавкою в ямі або відстійнику, і досягнуті результати часто залежать набагато більше від ефективності змішування, ніж від ефективності добавки. Ефективність кожної сполуки значною мірою залежить від правильного дозування, вибору часу для операцій аеробного компостування і ретельного змішування. У деяких випадках спостерігався невеликий ефект збільшення цінності добрива, пов'язаний з типом культури, часом внесення і дозуванням. Слід підкреслити, що в багатьох випадках вплив добавок на здоров'я людей і тварин або інші екологічні наслідки використання добавок невідомі, і це, звичайно, обмежує їх застосування [5, с. 53–54].

Існують науково-методичні рекомендації в яких обґрунтовано принципи компостування органічної речовини за інтродукції мікроорганізмів, відповідно до особливостей сукцесійних змін у мікробних угрупованнях компостованих субстратів. Авторами наведено технологічні параметри біокомпостування пташиного посліду за інтродукції активного деструктора органічної речовини *Trichoderma harzianum* PD3. Визначено оптимальний для інтродукції мікроміцетів період компостування, його кількість, умови аерації, за яких відбувається активна мінералізація органічного субстрату, що дозволяє зменшити терміни компостування та отримати ефективне біоорганічне добриво [6, с. 2].

Постановка завдання. Метою статті є дослідження впливу біопрепаратів на процес промислового аеробного компостування підстилкового гною великої рогатої худоби та біохімічні показники отриманого компосту (органічна складова, рівень рН та діюча речовина N, P₂O₅, K₂O).

Матеріали і методи. Об'єктом дослідження є підстилковий гній великої рогатої худоби, який уявляє собою складну полідисперсну систему, що включає тверді, рідкі та газоподібні компоненти; біопрепарати з певним складом мікроорганізмів. Для дослідження обрано двох українських виробників біопрепаратів, які щонайбільше застосовують в Україні при промисловому аеробному компостуванні вторинних відходів тваринництва та птахівництва. Склади штабів груп біопрепаратів що додавалися у базовий субстрат наведені у двох групах:

Група біопрепаратів № 1 (ТУ У 20.1-03754120-005:2020) виробник товариство з обмеженою відповідальністю Агрофірма «Колос», Україна [7, 8]:

а) *Bacillus subtilis* 1 IMB B-7467, *Bacillus pumilus* 1 IMB B-7523, *Bacillus megaterium* 1 IMB B-7482, *Bacillus mucilaginosus* «Колос» IMB B-7600, *Azotobacter croococcum* IMB B-7599,

Pseudomonas sp. 21 IMB B-7480 – до $1,0 \cdot 10^9$ КУО в 1 мл;

б) *Bacillus subtilis* 1 IMB B-7467 – до $1,0 \cdot 10^9$ КУО в 1 мл;

в) *Bacillus subtilis* 1 IMB B-7467, *Bacillus pumilus* 1 IMB B-7523, *Bacillus megaterium* 1 IMB B-7482, *Bacillus mucilaginosus* «Колос» IMB B-7600, *Bacillus sp.* 1b «Колос» IMB B-7680, *Azotobacter croococcum* IMB B-7599, *Pseudomonas sp.* 21 IMB B-7480, *Trichoderma sp.* IMB F-100101, *Trichoderma viride* IMB F-100123, *Trichoderma citrinoviride* IMB F-100124, *Trichoderma harzianum* IMB F-100125 – до $1,0 \cdot 10^9$ КУО в 1 мл;

Група біопрепаратів № 2 (ТУ У 24.1-30165603-020:2010) виробник БТУ-ЦЕНТР, Україна [9]:

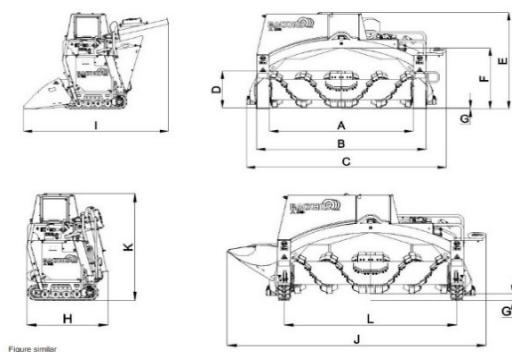
а) гриби роду *Trichoderma*, життєздатні ефективні бактерії *Bacillus subtilis*, *Rodex*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter*, *Enterococcus faecium* та ін. у кількості не менше ніж $1,0 \times 10^9$ КУО/см³.

Технічну та технологічну підтримку проведення експерименту надала компанія ТОВ «О.П.Є.». В процесі аеробного компостування використовували спеціальну техніку: самохідний аератор BACKHUS A30. Технічні характеристики аератора наведені на рисунку 2.

Самохідний аератор забезпечував функції сушіння, змішування, подрібнення, насичення киснем, зволоження субстратів та рівномірне внесення біопрепаратів. Телескопічний навантажувач (Manitu MLT X735) використовували у формуванні буртів з субстрату, рисунок 3.

Загальний вигляд аератора та процес зволоження буртів на ланках технологічного процесу поводити за допомогою самохідного аератора BACKHUS A30 та тягача CLAAS XERION 5000 з діжкою для води на 8 т., рисунки 4–5.

Аналіз змін в субстратах аеробного компостування визначали в польових умовах візуально, замірами основних показників. Температуру вимірювали біметалевим термометром для компосту TFA 192008, рисунок 6.



Dimensions work			A 30
rotor diameter	D	in	28.7
length	I	ft	8.5
width	C	ft	11.6
height	E	ft	6.2
clearance width	A	ft	8.4
clearance height	F	ft	3.9
minimum ground clearance	G	in	0.4
maximum ground clearance	G	in	3.9
Dimensions transport			A 30
transport width	H	ft	4.4
transport length	J	ft	13.8
transport height	K	ft	6.2
track width	L	ft	9.2
turning diameter		ft	13.1
speed forwards and backwards		ft/min	0 - 164
weight up to**		t	1.9
maximum ground pressure**		psi	8.39

Рис. 2. Технічні характеристики аератора BACKHUS A30



а) формування буртів



б) вигляд буртів після третьої аерації

Рис. 3. Формування буртів за допомогою телескопічного навантажувача Manitou MLT X735



Рис. 4. Загальний вигляд аератора для компостування BACKHUS A30



Рис. 5. Зволоження буртів за допомогою тягача з діркою CLAAS



а) журнал фіксації замірів та біметалевий термометр



б) замір показників в експериментальному бурті

Рис. 6. Контроль основних показників в процесі аеробного компостування

Для вимірювання кислотності та вологості використовували аналізатор ґрунту ZD-05 (РН 3–8; RH: 10–80%); перевірку показників рН робили з допомогою індикаторних смужок на

рН 4,0–7,5 ЛТР рН Indicator Strips (125.2C); аналіз хімічного складу початкового субстрату та зрілого компосту здійснювали за ДСТУ ISO 10012:2005.

Виклад основного матеріалу. Дослідження орієнтоване на вивчення впливу біопрепаратів у процесі промислового аеробного компостування. Експеримент проводили у промислових умовах на відкритому ґрунті. Сировинна база надана фермерським господарством України що розташоване в Київській області (Україна) за координатами 50.043342902046504, 31.568016477994775. Щодо обраних для експерименту біопрепаратів, за даними виробника [7, 8], дія групи біопрепаратів № 1 направлена на активацію процесів знезараження та розщеплення органічної речовини компостуючого субстрату з метою виробництва органічних, органо-мінеральних добрив. На сайті партнера виробника біопрепаратів № 1 більше детально описано очікуваний ефект від застосування біопрепаратів у промисловому аеробному компостуванні, а саме біопрепарати сприяють усуненню неприємного запаху, нейтралізації токсичних речовин, зменшенню об'єму органічних відходів до 40%; дозволяють отримувати цінне органічне добриво; пригнічують розвиток патогенних бактерій завдяки дії мікроорганізмів-антагоністів; прискорюють процес розкладання органічних відходів; збагачують ґрунт поживними речовинами, покращують його структуру та родючість [7, 8].

По ствердженню виробника [9], дія біопрепарату № 2 обраного для дослідження при застосуванні у промисловому аеробному компостуванні орієнтована на прискорення розкладання органічних відходів. Деструкція, знезараження побічної продукції та ефективне аеробне компостування до 1,5–2 місяців. Біопрепарат сприяє збільшенню цінності субстрату завдяки збільшенню в ньому вмісту NPK у доступній для рослин формі, зменшує виділення аміаку та неприємного запаху, безпечний для людини та навколишнього середовища [9].

Результати роботи. Для проведення дослідження сформовано три бурти. Лінійні параметри та вага експериментальних буртів для аеробного компостування наведені в таблиці № 1.

За контрольний прийнято борт № 1 в якому процес аеробного компостування здійснювався за класичною технологією: контроль та регулювання основних параметрів (вологість, температура, рівень кисню, без додавання біопрепаратів). Біопрепарати № 1 та № 2 вносили у рекомендованому виробниками дозуванні та з дотриманням часових проміжків згідно з рекомендаціями.

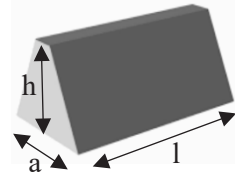
В дослідженні за базовий субстрат обрано підстилковий (твердий) гній великої рогатої худоби зі вмістом 30% соломи, 70% гною (сеча + вода). Досліджений хімічний склад базового субстрату наведено в таблиці № 2.

Таблиця 2
Результат дослідження базового субстрату на хімічний склад

Показник	Фактичний вміст, г/кг
Масова частка сухої речовини	283,00
Масова частка органічної речовини	615,00
Загального вуглецю (C _{заг})	272,30
N	7,6
P ₂ O ₅	3,7
K ₂ O	9,9
Співвідношення C:N	10:1
Кислотно-лужний баланс, рН	9,20

Порівняння біохімічних показників отриманого компосту без додавання та з додаванням біопрепаратів різних типів, технологічний контроль процесу промислового аеробного компостування на відкритому ґрунті, здійснювали протягом 56 діб. В процесі аеробного компостування в бурті 2 з додаванням групи біопрепаратів № 1 не було досягнуто необхідних

Лінійні параметри буртів субстратів

Означення лінійних параметрів	Маркування експериментальних буртів	a, м	h, м	l, м	Початкова вага бурта, т
	Борт № 1 (контроль)	3,0	1,2	40,5	58,0
	Борт № 2 (з додаванням групи біопрепаратів № 1)	3,0	1,2	57,0	81,62
	Борт № 3 (з додаванням групи біопрепаратів № 2)	3,0	1,2	51,0	73,03

Таблиця 1

температур ($\geq 60^{\circ}\text{C}$) для знезараження субстрату у термофільній фазі, що підвищує ризик збереження патогенів, хвороби та життєздатного насіння бур'янів, тоді як в буртах 1 та 3 процес знезараження пройшов з дотриманням необхідних температур та термінів, що показано на рисунку 7.

З рисунка 7 бачимо, що у бурті 1 температура поступово збільшувалась від 26°C до $64,5^{\circ}\text{C}$, у бурті 2 процес переходу у термофільну фазу відсутній (максимальна зафіксована температура 54°C), у бурті 3 перша – мезофільна фаза відсутня, після внесення біопрепарату температура зросла лише з 26°C до 56°C за добу.

Зафіксовано суттєве зниження вологості в бурті 3 з додаванням групи біопрепаратів № 2, що у свою чергу вимусило проведення додаткових операцій з внесенням води, перемішування, що збільшує собівартість переробки та отриманого компосту, тоді як в буртах 1 та 2 процес зміни показників вологості приблизно однаковий (рис. 8).

Основним покращувачем мікробіоти ґрунту в компості є вміст органічної речовини. Другим, не менш важливою у якості компосту є хімічна складова (N , P_2O_5 , K_2O), саме за ці показники борються переробники вторинних продуктів тваринництва в агропромисловому комплексі. Хімічні показники результату аеробного компостування трьох експериментальних буртів наведено у таблиці 3.

Масова частка органічної речовини в бурті-2 збільшилась на 18,9%, в бурті-3 (з додаванням біопрепарату № 2) зменшилась на 61% відносно контролю. Загальний вуглець збільшився у бурті-2 з додаванням групи біопрепаратів № 1 на 46,3 г/кг у бурті 3 зменшилось на 275 г/кг. Суттєве зниження NPK щодо показників зафіксованих у бурті-3 з додаванням біопрепарату № 2: у 1,68 рази N та у 1,33 рази K_2O ; у бурті-2: у 1,096 рази підвищився P_2O_5 , у 1,12 рази знизився K_2O та у 1,35 N . Аналіз даних ставить питання щодо застосування біопрепарату № 2

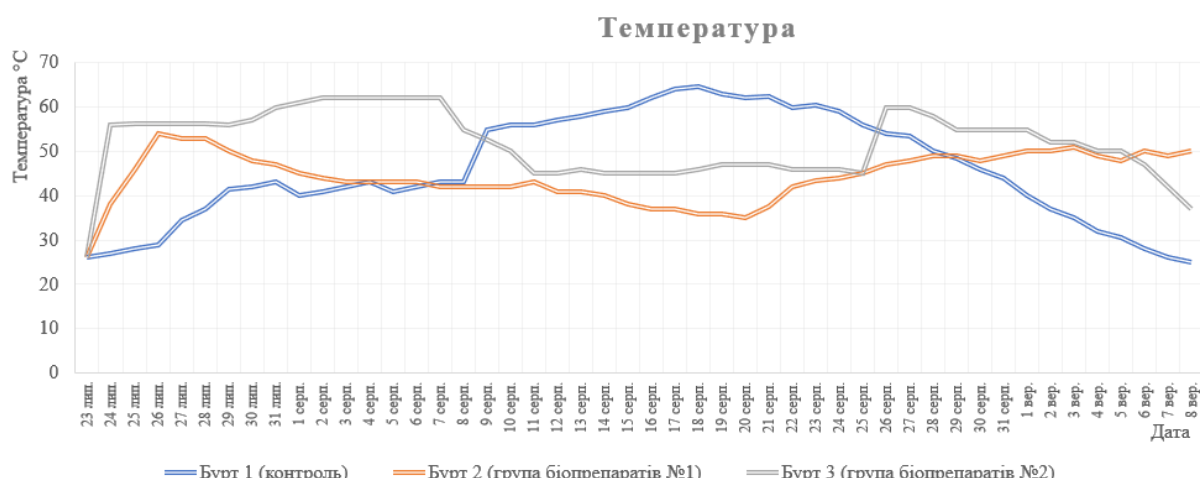


Рис. 7. Параметри зміни показників температури субстрату в процесі аеробного компостування

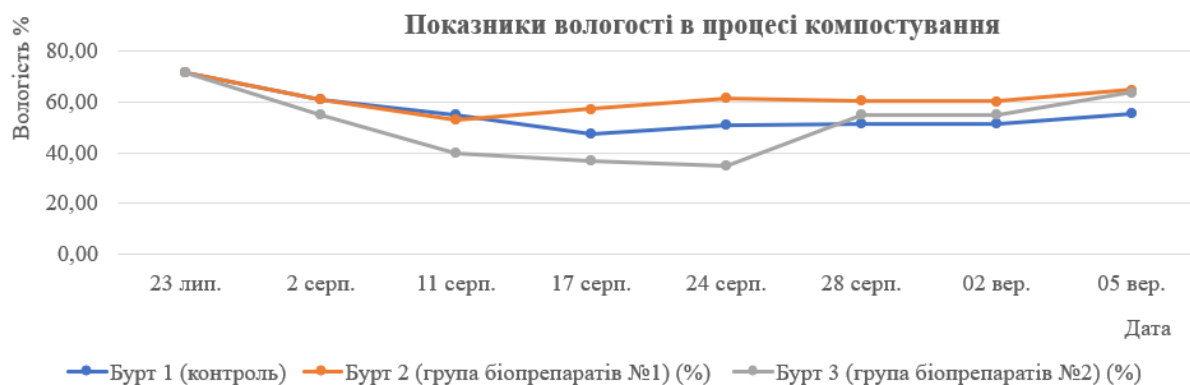


Рис. 8. Параметри зміни показників вологості субстрату в процесі аеробного компостування

Хімічні показники отриманого компосту

Показники	Бурт № 1 (контрольний) без додавання біопрепаратів, г/кг	Бурт 2 з додаванням групи біопрепаратів № 1, г/кг	Бурт 3 з додаванням групи біопрепаратів № 2, г/кг
Масова частка сухої речовини	446,8	351,5	696,9
Масова частка органічної речовини	450,0	535	175,0
Загальний вуглець(C _{заг})	194,7	241	95,8
N	8,4	6,2	5,0
P ₂ O ₅	5,2	5,7	5,2
K ₂ O	14,4	12,9	10,8

у процесі аеробного компостування ВРХ; необхідність вивчення внесення окремих штамів мікроорганізмів, їх вплив на блокування фаз аеробного компостування. Отже, додавання до наявної мікрофлори субстрату ВРХ штамів бактерій та мікроміцетів (біопрепаратів) суттєво впливає на процес аеробного компостування, хімічні показники готового продукту (покращувача ґрунту або органо-мінерального добрива). Можемо припустити, що для кожного типу субстрату, а саме його хімічного складу, повинен бути підібраний конкретний склад штамів мікроорганізмів біопрепарату, вплив, якого дасть можливість переробнику отримати саме той економічний ефект та продукт на який він розраховує.

Висновки.

1. Визначено, що додавання біопрепаратів № 1, № 2 впливають на процес компостування субстрату ВРХ: скорочують, збільшують або зовсім блокують основні фази процесу аеробного компостування.

2. Застосування біопрепаратів при аеробному компостуванні ВРХ показало, що масова частка органічної речовини в бурті-2 збільшилась на 18,9%, в бурті-3 зменшилась на 61% відносно контролю. Загальний вуглець збільшився у бурті-2 з додаванням групи біопрепаратів № 1 на 46,3 г/кг, в бурті-3 з додаванням групи біопрепаратів № 2 зменшився на 83,93 г/кг

відносно контролю. Зниження показників зафіксовані в бурті-3 з додаванням біопрепарату № 2: в 1,68 рази N та в 1,33 рази K₂O; в бурті-2: у 1,096 рази підвищився P₂O₅, в 1,12 рази знизився K₂O та в 1,35 N відносно контролю.

3. Проведений експеримент ставить під сумнів можливість здійснення процесу аеробного компостування у промислових обсягах та доцільність використання біопрепаратів у випадку коли на меті є отримання компосту, який буде використано як покращувач ґрунту або органічне добриво в землеробстві.

4. Дослідження підтверджує на необхідність експертного контролю та введення чітких вимог, правил, норм та стандартів застосування конкретних штамів біопрепаратів для конкретних типів субстратів та вимог переробників щодо властивостей цільового продукту.

Фінансування. Проведене дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Подяки. ПП «ЕВРОСЕМ» за надання сировини, необхідної техніки, та можливості проведення наукового дослідження на виробничій ділянці свого підприємства. ТОВ «О.П.С.» за консультування, проведення необхідних операцій в технологічному процесі промислового аеробного компостування на відкритому майданчику. Асоціації «Компосту» за консультації.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури:

1. Стратегія біорізноманіття ЄС до 2030 року: повернення природи у наше життя, м. Брюссель, 20.05.2020 COM (2020) 380 final – 11 с.
2. Шикула М.К. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Наукова монографія/ НАУ. Київ: ПФ. Оранта, 1998. 680 с.
3. Малиновський В.В., Мітіна Н.Б., Технологія отримання покращувача ґрунту шляхом аеробного компостування, Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки Серія: Технічні науки, Том 35 (74) № 6. 2024. С. 186–192.

4. Георгій Кухалейшвілі, Аналітичний звіт. Асоціація виробників молока України. листопад 2023 року. Джерело: дослідження АВМ за даними Держстату. Доступно в Інтернеті: <https://avm-ua.org/uk/post/pogoliva-vrh-skorotilosa-na-79-v-zovtni-2023-roku>
5. Manure Processing Activities in Europe – Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007, Technical Report No. II to the European Commission, Directorate General Environment, 28-10-2011. С. 53–54.
6. Науково-методичні рекомендації «Мікробіологічні аспекти технології компостування органічної речовини на основі пташиного посліду за інтродукції мікроміцету *Trichoderma harzianum* PD3 (Rifai), Національна академія аграрних наук України інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва, укладачі: С. Б. Дімова, В. В. Волкогон, А. М. Москаленко, С. М. Деркач, Ю. М. Халеп, Н. В. Луценко, Н. П. Штанько, І. А. Земська. Чернігів : видавець Брагинець О. В., 2020р. 2 с.
7. Посилання на сайт виробника першої групи біопрепаратів яка була застосовано у дослідженні. URL: <https://www.agrokolos.com.ua/katalog1>
8. Посилання на сайт партнера виробника першої групи біопрепаратів яка була застосовано у дослідженні. URL: <https://waste.organic/bio.html>
9. Посилання на сайт виробника другого біопрепарату який був застосований у дослідженні URL: <https://componaza.btu-center.com/#rec500021518>

Malynovskyi V.V., Mitina N.B. INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE QUALITY OF COMPOSTS WHEN USING THE TECHNOLOGY OF AEROBIC COMPOSTING

The article describes the technology of aerobic composting of cattle bedding manure in industrial conditions. The study has shown that the addition of bacterial strains and micromycetes (biological products) to the existing microflora of the cattle substrate significantly affects the aerobic composting process and the chemical properties of the finished compost (soil improver or organic-mineral fertilizer). Three experimental substrate piles were formed and supplemented with two types of biological products from common Ukrainian manufacturers. Technological control of the aerobic composting process of cattle manure to obtain a stable compost state was carried out for 56 days. It has been experimentally proven that the addition of biological products can reduce, increase and block the main phases of the industrial aerobic composting process of the substrate based on cattle bedding manure. The addition of biological product No. 1 blocked the thermophilic phase, leaving the risks of pathogens and viable weed seeds. The applied biological preparation No. 2 actually entered the thermophilic phase from the first day. The mass fraction of organic matter in heap 2 increased by 18.9%, in heap 3 (with the addition of biological product № 2) decreased by 61% compared to the control. Total carbon in pit 2 with the addition of biological product of group 1 increased by 46.3 g/kg, in pit 3 (with the addition of biological product 2) decreased by 275 g/kg. In pit 3 (with the addition of biological product № 2): a 1.68-fold decrease in N and a 1.33-fold decrease in K₂O; in pit 2 (with the addition of biological product № 1): a 1.1-fold increase in P₂O₅, a 1.12-fold decrease in K₂O, and a 1.35-fold decrease in N compared to the control. The study calls into question the possibility of conducting a controlled and predictable aerobic composting process on an industrial scale using the studied biological products to produce high-quality compost. It is noted that for each selected type of substrate, a separate biological preparation with a special composition of microorganisms should be developed, the action of which will allow the processor to obtain the predicted economic effect and the final product with the predicted indicators. The study confirms the need for expert control and implementation of clear requirements, rules, norms and standards for the use of specific strains of microorganisms in biological products for aerobic composting technology in industrial volumes, the composition of substrates and the requirements of processors to obtain a finished product of appropriate quality.

Key words: aerobic composting, chemical parameters of the finished compost, compost, addition of biological products for composting, soil improver, industrial composting, biological products in composting, use of biological products in composting, influence of biological products on composting, bacillus in composting, animal waste processing, organic fertilizers, soil improver, soil microbiota, microbiophyte organic composting, componase.