

УДК 636.4.084-035.6:565.14  
doi 10.37143/2786-7730-2023-2(80)04

## ВИРОБНИЦТВО ВЕРМИКУЛЬТУРИ І ВЕРМИГУМУСУ ТА ЙОГО ПЕРЕРОБКА

**В. О. Іванов, Л. В. Засуха, М. О. Фоміченко, В. І. Маслов,  
О. Ю. Кременевський**

*Інститут свинарства і агропромислового виробництва НААН  
вул. Шведська Могила, 1, м. Полтава, Україна, 36013*

**Мета.** Розробка і апробація способів виробництва вермикультури і вермигумусу та продуктів його переробки. **Методи.** Дослідження проводили в умовах ТОВ «ЛІГА СОЛІАР», м. Запоріжжя у два етапи. На першому етапі розроблено спосіб та пристрій для виробництва вермикультури і вермигумусу. На другому етапі розроблено спосіб глибокої переробки вермигумусу з використанням апарату вихрового шару АВС-100. **Результати.** Розроблено спосіб виробництва вермикультури і вермигумусу, який полягає в тому, що субстрат, з попередньо ферментованого органомісного матеріалу, укладають через дверцята у контейнер, після чого з боку однієї із стінок висаджують у нього популяції компостних черв'яків. Далі на відкритому майданчику для вермикомпостування формують самохідним штабелером гряди з певною відстанню між ними. Після завершення вермикультивування та утворення в контейнері свіжого вермигумусу, до нього цілком підставляють заповнений свіжим поживним субстратом другий контейнер, в який мігрують черв'яки із першого контейнера, утворюючи наступну активну зону вермикомпостування і вермикультивування. Після завершення вермикультивування та утворення у другому контейнері свіжого біогумусу, до нього знову цілком підставляють третій контейнер з поживним субстратом куди мігрують черв'яки із другого контейнера і т. д. Контейнери з відсутніми черв'яками і готовим вермигумусом самохідним штабелером піднімаються за петлі і перевозяться за призначенням. На місце евакуйованих підставляють нові контейнери із свіжим субстратом і процес вермикомпостування продовжується. В ході глибокої переробки вермигумусу за рахунок поліпшення умов екстрагування водорозчинних гумінових речовин, спрощення і здешевлення технологічного процесу і отримання із нього біологічно активних речовин, вермигумус змішують з водою в співвідношенні 25/75, пропускають через апарат вихрового шару (АВС-100) і піддають впливу ряду фізичних факторів, а саме: інтенсивній механічній

---

**Іванов Володимир Олександрович**, д. с.-г. н, професор, засл. винахідник України, пров. н. с. лаб. інноваційних технологій та експериментальних тваринницьких об'єктів,

e-mail: vl-iva9008@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-8653-7092>

**Засуха Людмила Василівна**, к. с.-г. н., с. н. с. лаб. інноваційних технологій та експериментальних тваринницьких об'єктів,

e-mail: ludmila10031985@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7481-1242>

**Фоміченко Михайло Олександрович**, здобувач,

e-mail: richsoil.ua@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3750-5821>

**Маслов Віктор Іванович**, здобувач,

e-mail: V.maslov@agroprime.com.ua

<https://orcid.org/0009-0000-5919-7950>

**Кременевський Олександр Юрійович**, здобувач,

e-mail: akremenevskii@icloud.com

<https://orcid.org/0009-0000-0549-3164>

дисперсації, акустичній дисперсації, електричній дисперсації магнітного поля, електролізу, високих локальних тисків. Для збільшення виходу гумінових кислот у розчинений вище вермигумус додають гідроксид калію в дозі 1 кг на 100 л розчину. **Висновки.** Розроблено спосіб та пристрій для виробництва вермикультури і вермигумусу, який запобігає контакту гризунів із черв'яками та підвищує вихід вермикультури на 14,78 % і вермигумусу на 23,36 %. Розроблено спосіб глибокої переробки вермигумусу, шляхом застосування апарату вихрового шару (ABC-100), що забезпечує отримання якісного рідкого гумінового біопрепарату, який містить: гумінових кислот – 19,1, фульвових кислот – 30,8, гумусових речовин 49,9 г/л і має власну продуктивність у 3,32–9,98 разів вищу за прототип.

**Ключові слова:** черв'яки, переробка, великультура, вермигумус, контейнер, апарат вихрового шару, гуміновий біопрепарат.

Посилатися на статтю так:

**БІБЛІОГРАФІЯ за ДСТУ:** Іванов В. О., Фоміченко М. О., Маслов В. І., Кременевський О. Ю. Виробництво вермикультури і вермигумусу та його переробка. *Свинарство і агропромислове виробництво* : міжвідом. темат. наук. зб. / Ін-т свинарства і АПВ НААН. Полтава, 2023. Вип. 2(80). С. 55–66. doi: 10.37143/2786-7730-2023-2(80)04

**REFERENCES за APA style:** Ivanov, V. O., Zasukha, L. V., Fomichenko, M. O., Maslov, V. I., & Kremenevskiy, O. Yu. (2023). Vyrobnnytstvo vermykultury i vermyhumusu ta yoho pererobka [Production of vermiculture and vermihumus and its processing]. *Svynarstvo i ahropromyslove vyrobnytstvo* [Pig Breeding and Agroindustrial Production]. Poltava, 2(80), 55–66 [in Ukrainain]. doi: 10.37143/2786-7730-2023-2(80)04

**Вступ.** Одним із методів утилізації органічних відходів є вермикомпостування. Розвиток даного напрямку в агроекологічному виробництві дає можливість розробити систему диверсифікації вермитехнологій для отримання органічної продукції в галузі свинарства, а також вирішити низку актуальних екологічних завдань, а саме: утилізації гною шляхом вермикомпостування, отримання високоякісного, екологічно чистого органічного добрива, підвищення родючості ґрунту, зміцнення кормової бази, вирощування безпечної органічної продукції тваринництва [5, 7, 8, 11–13, 15]. Крім того, як повідомляє ряд вчених, важливою характеристикою вермигумусу, як екологічно чистого добрива є його макро- та мікроелементний склад (від 14 до 18 та 25 %) азоту, фосфору, кальцію, магнію, міді та цинку. У вермигумусі, який отримують після переробки перегною великої рогатої худоби, відмічено найбільший вміст Mn (94 – 148 мг/кг) та Fe (74 – 195 мг/кг), менше Zn, S, B, а кількість Co та Cu не перевищила 1 мг/кг [8, 16].

Біопереробка відходів агропромислового комплексу методом вермигумусування сприяє поліпшенню екологічного стану довкілля, а також отримання ефективної екологічно безпечної біодобавки [4, 19].

Вермигумус є продуктом життєдіяльності дощових черв'яків (вермикультури), який використовують як органічне добриво [9, 20]. Однією із особливостей вермигумусу є те, що він значно зменшує викиди забруднюючих газів, таких як сірководень і аміак. [18, 19]. В цьому зв'язку вермикультуру слід вважати новим елементом технологічного процесу виробництва і переробки продукції свинарства. Крім того, в літературі з'являються повідомлення щодо використання вермикультури, вермигумусу та продуктів його переробки в годівлі тварин [2, 3, 6, 7, 10, 17, 21].

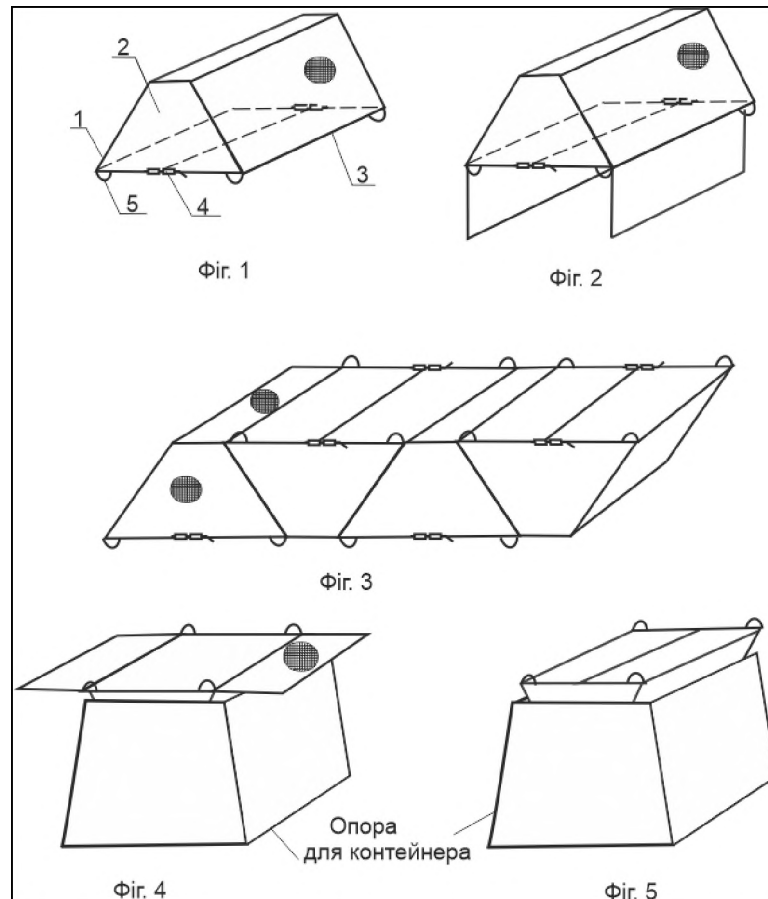
**Мета досліджень.** Розробка і апробація способів виробництва вермикультури і вермигумусу та продуктів його переробки.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили в умовах ТОВ «ЛІГА СОЛАР», м. Запоріжжя у два етапи. На першому етапі розроблено спосіб та пристрій для виробництва вермикультури і вермигумусу. На другому етапі розроблено спосіб глибокої переробки вермигумусу з використанням апарату вихрового шару АВС-100. Вивчення показників хімічного складу вермигумусу і отриманого з нього гумінового біопрепарату, проводили у лабораторії органічних добрив і гумусу Національного наукового центру Інституту ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Відомо спосіб отримання вермигумусу, суть якого в тому, що після формування гряд свіжу підгодівлю наносять на однакові праві або ліві бічні сторони всіх гряд по всій поверхні кожної бічної сторони шаром, у який безперервно мігрують компостні черв'яки, утворюючи активну зону вермикомпостування і вермикультивування, і на який після утворення з нього вермигумусу наносять наступний шар підживлення, у який так само безперервно мігрують компостні черв'яки, утворюючи наступну активну зону вермикомпостування і вермикультивування. При цьому з протилежної, відповідно, лівої або правої бічної сторони кожної гряди, прибирають шар готового вермигумусу [5]. Недоліком даного способу є те, що компостні черв'яки – є ласим кормом для щурів та мишей. В результаті чого, зменшується вихід вермигумусу і вермикультури. З метою запобігання контакту гризунів із черв'яками та удосконалення способу отримання вермипродукції, гряди формують із окремих решітчастих контейнерів заповнених компостом і вермикультурою, а після завершення вермикомпостування і вермикультивування, до них підставляють нові контейнери, які заповнені поживним субстратом без черв'яків.

Для здійснення способу розроблено контейнер (рис. 1, фіг. 1–5), який складається із металевої рами 1, у вигляді усікненої пірамедальної трапеції, чотири стінки 2 якої виконані решітчастими, а п'ята – містить вставлені на шарнірах дверцята 3 з фіксатором 4 і рухомі зачіпні петлі 5. На фіг. 1 показано пристрій у аксонометричній проєкції в робочому стані, на фіг.2 – в не робочому стані, з відкритими дверцятами, на фіг. 3 – поперечний розріз гряди із контейнерів заповнених компостом і вермикультурою, на фіг. 4 і 5 – схема заповнення контейнера компостом і вермикультурою.

Запропонований спосіб отримання вермикультури і вермигумусу полягає в тому, що субстрат органічного складу з попередньо ферментованого органомісного матеріалу (коров'ячий, свинячий гній або інші органомісні відходи) через відчинені дверцята 2, які закріплені на рамі 1, укладають у контейнер (фіг. 1, 2), вставлений у опорі (фіг. 4, 5), а з боку одної із стінок 2 висаджують у субстрат популяції компостних черв'яків. Далі самохідним штабелером формують гряди з певною відстанню між ними на відкритому майданчику для вермикомпостування. Після завершення вермикультивування та утворення в контейнері свіжого вермигумусу до нього щільно підставляють другий контейнер заповнений свіжим поживним субстратом, куди мігрують черв'яки із першого контейнера, утворюючи наступну активну зону вермикомпостування (фіг. 3). Після завершення вермикультивування та утворення у другому контейнері свіжого вермигумусу, до нього знову щільно підставляють третій контейнер з поживним субстратом куди мігрують черв'яки із другого контейнера і т. д.



**Рис. 1. Контейнер для виробництва вермикюльтури і вермигумусу**

Контейнери з відсутніми черв'яками і готовим вермигумусом самохідним штабелером піднімають за петлі 5 і перевозяться за призначенням. На місце евакуйованих підставляють нові контейнери із свіжим субстратом і процес вермикомпостування продовжується. Враховуючи, що чарунки решітчастої металевої стінки 2 мають невеликий розмір (діаметр до 1 см), черв'яки повністю захищені від проникнення щурів і мишей. Дані виробничого експерименту наведено таблиці 1.

**Таблиця 1. Порівняльна характеристика ефективності різних способів вермикюльтування і вермкомпостування**

Показник	Прототип	Запропонований спосіб
Об'єм гною в контейнері, м <sup>3</sup>	1,0	1,0
Внесено вермикюльтури, кг	1,5	1,5
Отримано вермикюльтури, кг	11,5	13,2
Вихід вермигумусу, кг	50,5	62,3

Дані таблиці 1 свідчать про те, що застосування нового способу вермикюльтування і вермикомпостування підвищує вихід вермикюльтури на 14,78 % і вермигумусу на 23,36 %.

Для отримання із вермигумусу біологічно активних речовин застосовують різні способи. Так, відомий спосіб отримання рідкого препарату з вермигумусу

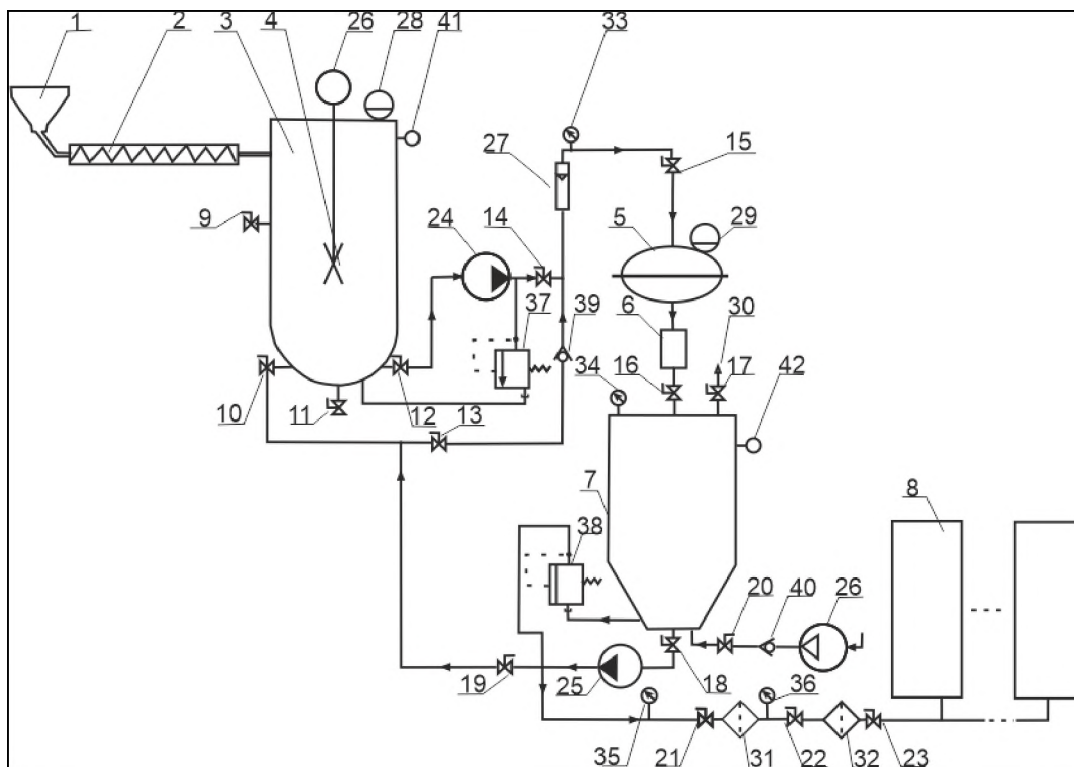
шляхом замочування його у воді і подальшого відділення рідкої фракції. Цей спосіб дозволяє отримати препарат рідкого вермигумусу, що містить і поживні мікро- і макроелементи та деякі фізіологічно активні речовини. [8]. Недоліком даного способу є те, що в готовому продукті фізіологічно активні речовини знаходяться в дуже низьких концентраціях і внаслідок цього експлуатаційні характеристики цього рідкого добрива при великомасштабному застосуванні, транспортуванні і зберіганні є незадовільними. Крім того існує велика тривалість самого процесу за рахунок сильного розбавлення (1:10) сировини водою.

Тому для отримання із вермигумусу біологічно активних речовин нами застосовано апарат вихрового шару АВС-100. У сільськогосподарській сфері, його застосовують для дезінфекції води, знезараження стоків, знезараження курячого посліду та свинячого гною [1].

Для отримання гумінового біопрепарату та підвищення його якості за рахунок поліпшення умов екстрагування водорозчинних гумінових речовин, спрощення і здешевлення технологічного процесу вермигумус змішують з водою в співвідношенні 25 % вермигумусу і 75 % води, пропускають через апарат вихрового шару (АВС-100) і піддають впливу ряду фізичних факторів, а саме: інтенсивної механічної диспергації, акустичної диспергації, електричної диспергації, впливу магнітного поля, електролізу, високих локальних тисків. Причому, для збільшення виходу гумінових кислот у розчинений вище вермигумус додають гідроксид калію в дозі 1 кг на 100 л розчину.

Для здійснення способу розроблено технологічну лінію (рис.2). Вона містить основні пристрої: ваговий дозатор 1, шнек 2, ємність 3 з мішалкою 4, апарат вихрового шару (АВС-100) 5, уловлювач часток 6, проміжну ємність 7, кінцеву ємність 8 та допоміжні пристрої: шарові крани 9...23, насоси 24 і 25, компресор 26, ротаметр 27, термодатчики 28, 29, дихальний клапан 30, фільтр грубого очищення 31, фільтр тонкого очищення 32 (125 мкм), манометри 33, 34, 35, 36, запобіжні клапани 37, 38, зворотні клапани 39, 40, датчики рівня 41, 42 (рис.2).

Сам спосіб реалізується наступним чином, до вагового дозатора 1 подають, заздалегідь очищену від сторонніх предметів, органічну речовину і за допомогою шнека 2 вона потрапляє до ємності 3 з мішалкою 4. Ємність 3 обладнана термодатчиком 28 та датчиком рівня 41, що дозволяє стежити за необхідними режимами підготовки початкового розчину. Ємність 3 повинна бути забезпечена можливістю нагрівання розчину до заданого рівня температури. Швидкість нагріву ємності з розчином певного об'єму впливає на загальний час приготування кінцевого продукту. Також ємність 3 обладнана кранами 9, 10, 11, 12 відповідно для подачі та зливу рідини та інших реагентів. Під час обробки рідкого вермигумусу в робочій камері апарату вихрового шару 5, він піддається комплексному впливу наступних факторів: глибока кавітаційна диспергація, ультразвуковий вплив, електромагнітний вплив, вплив високого локального тиску, інтенсифікація хімічних реакцій, тощо. Після цього продукт потрапляє до проміжної ємності 7, яка оснащена кранами 16, 17, 18, термодатчиком 29, дихальним клапаном 30, манометром 34, датчиком рівня 42.



**Рис. 2. Технологічна лінія з глибокої переробки вермигумусу**

Також за допомогою компресора 26 до проміжної ємності 7 подається повітря через зворотний клапан 4 та кран 20. Після підготовки, робочий розчин за допомогою насоса 24 через кран 15 подається на апарат вихрового шару 5. Вузол насоса 24 обладнаний кранами 13, 14 та запобіжним клапаном 37. Для контролю потоку розчину передбачено ротаметр 27 та манометр 33. Швидкість та тиск регулюють кранами 14, 15 або частотою обертів насоса 24.

Для запобігання потраплянню часток до продукту, після апарату 5 встановлено уловлювач часток 6. Після завершення обробки партії продукту за допомогою насоса 25 можливо знову повернути продукт на обробку або на фільтрацію. Вузол насоса 25 обладнаний кранами 18, 19 та запобіжним клапаном 36. Система фільтрації складається з кранів 21, 22, 23, фільтра грубого очищення 31 та фільтра тонкого очищення 32 (125 мкм). Для контролю за ступенем забрудненості кожний фільтр обладнано монотетром 35 та 36 відповідно. Після фільтрації готовий продукт поступає до кінцевої ємності 7 місткістю 500 – 20000 л.

На відміну від прототипу, продукт, що утворюється в камері апарату вихрового шару, крім механічного, акустичного і теплового, піддається більш широкому впливу фізичних факторів, а саме: електричної диспергації (при зіткненні частинок виникають мікроблискавки), дії сильного магнітного поля, електролізу, високих локальних тисків. Всі разом перераховані вище фактори сприяють прискореній пептизації колоїдного розчину у гумусовій речовині.

У процесі обробки вермигумусу з водою в апараті вихрового шару 5 відбувається його інтенсивне подрібнення: вміст у ньому частинок розміром менше 150 мкм доходить до 80 – 90 %. Таким чином, наведений метод обробки і отриманий продукт можуть бути віднесені практично до розряду нанотехнологій (прийнято вважати, що наночастинками є частинки розміром менше 100 мкм).

Для порівняння вмісту гумусових речовин у вермигумусі та новостворених гумінових добривах наведено у табл. 2 – 4.

**Таблиця 2. Вміст гумусових речовин у вермигумусі**

Масова частка	Фактичний вміст	
	%	г/л
Гумінових кислот	3,6	36,0
Фульвових кислот	3,0	30,0
Гумусових речовин	6,6	66,0

Склад гумінового добрива, отриманого при змішуванні вермигумусу з водою у співвідношенні 25 % вермигумусу і 75 % води та пропущеного через технологічну лінію, яка наведена на рис.2, наведено у табл. 3.

**Таблиця 3. Вміст гумусових речовин у гуміновому добриві**

Масова частка	Фактичний вміст	
	%	г/л
Гумінових кислот	0,56	5,6
Фульвових кислот	3,53	35,3
Гумусових речовин	4,09	40,9

Склад гумінового добрива, отриманого при змішуванні вермигумусу з водою у співвідношенні 25 % вермигумусу і 75 % води з додаванням у отриманий субстрат гідроксиду калію в дозі 1 кг на 100 л розчину та пропущеного через технологічну лінію, яка наведена на рис.2, наведено у табл. 4.

**Таблиця 4. Вміст гумусових речовин у гуміновому добриві  
(з додаванням гідроксиду калію)**

Масова частка	Фактичний вміст	
	%	г/л
Гумінових кислот	1,91	19,1
Фульвових кислот	3,08	30,8
Гумусових речовин	4,99	49,9

Дані таблиці 4 свідчать про те, що додавання у отриманий субстрат гідроксиду калію в дозі 1 кг на 100 л розчину сприяло підвищенню гумусових речовин на 22,0 %.

Фізико-хімічними аналізами визначено, що при обробці відбувається гідролітичне дезамінування вільних кислот. Оброблена пульпа (суміш води з вермигумусом) в апараті вихрового шару має бактерицидні властивості, що дуже важливо при вирощуванні овочів в закритих ґрунтах. При цьому способі забезпечується отримання якісного рідкого гумінового біопрепарату, що в кінцевому рахунку обумовлює його вищу агрохімічну ефективність.

Перевага пропонованого способу отримання рідкого вермигумусу полягає в тому, що він є більш продуктивнішим і енергозберігаючим. Його застосування дозволяє отримувати за добу 1 т гумінового біопрепарату, що у 3,32 – 9,98 разів

вище прототипу, а витрати електроенергії апарату вихрового шару (АВС-100) при виконанні даної роботи складають всього 4,5 кВт/год.

**Висновки.** 1. Розроблено спосіб та пристрій для виробництва вермикультури і вермигумусу, який запобігає контакту гризунів із черв'яками та підвищує вихід вермикультури на 14,78 % і вермигумусу на 23,36 %.

2. Розроблено спосіб глибокої переробки вермигумусу, шляхом застосування апарату вихрового шару (АВС-100), що забезпечує отримання якісного рідкого гумінового біопрепарату, який містить гумінових кислот – 19,1, фульвових кислот – 30,8, гумусових речовин 49,9 г/л.

3. Запропонований спосіб дозволяє отримувати за добу 1 т гумінового біопрепарату, що у 3,32 – 9,98 разів вище прототипу, а витрати електроенергії на роботу АВС-100 складають всього 4,5 кВт/год.

**Перспективи подальших досліджень.** В подальшому планується використання продуктів вермифтехнології у годівлі свиней різних технологічних груп з метою підвищення їх продуктивності.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Апарат вихрового шару для обробки рідкого гною № 152977 Україна. МПК (2023.01) b02c 13/00 b02c 17/10 (2006.01). Мазур І.М., Яропуд В. М.: u202204115, заяв. 31.10.2023, зареєстр. 04.05.2023, опубл. 05.05.2023. Бюл. № 18.

2. Гармаш С. М., Сметанін В. Т., Ковальчук Л. М. Екологічна біотехнологія переробки відходів тваринницьких комплексів. *Вопросы химии и химической технологии*. 2010. № 5. С. 17–20.

3. Гейсун А. А., Степченко Л. М. Ефективність застосування кормової добавки вермикультури при вирощуванні фазана мисливського. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва* : зб. наук. пр. / Білоцерків. нац. аграр. ун-т. Біла Церква, 2018. № 1 (141). С. 38–45.

4. Дощові черв'яки : наукові основи вирощування і практичне використання / І. П. Мельник та ін. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 444 с.

5. Зайцева В. Г., Нестеренко О. В., Чернищенко Г. О., Самохвалова А. І. Вермикультура, її значення у вирішенні екологічних проблем та поліпшенні умов сільського господарства. *Науковий вісник будівництва*. Харків. 2020. Т. 101. № 3. С. 222–228. doi: 10.29295/2311-7257-2018-101-3-222-228

6. Котляр. О.С. Біомаса вермикультури як джерело мікроелементів у годівлі свиней. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2013. Вип. 27. Ч. 1. С. 157–166.

7. Котляр О. С. Борошно з біомаси вермикультури як джерело незамінних амінокислот. *Таврійський науковий вісник / Херсон. держ. агроеконом. ун-т. Херсон, 2012. № 78. Ч. 2. Т. 2. С. 96–100. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb\\_2020\\_101\\_3\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2020_101_3_31) (дата звернення: 4.12.2023).*

8. Петрова Ж. О. Дослідження режимів екстрагування гумусових та гумінових речовин. *Наукові праці / Одеська нац. академія харчових технологій Одеса, 2015. Вип. 47. Т. 2. С. 190–194.*

9. Шарга Б. М., Ніколайчук В. І., Мага І. М. Вермикультура. Ужгород: Знання, 2006. 126 с.

10. Шаталін Д. Б. Дощові черв'яки (Lumbricidae) лісових та урбоєкосистем степового Придніпров'я: структурно-функціональна організація угруповань та екологічні аспекти вермикультури : автореф. дис. ...канд. наук : 03.00.16 – екологія. Дніпро. 2017. 20 с.

11. Birnbaum J. A. Vermicomposting and vermiculture systems for cold climates. *Vermicomposting and Vermiculture Systems*, 2015, 19 p.
12. Elissen H. J. H., van der Weide R., Gollenbeek L. Effects of vermicompost on plant and soil characteristics – a literature overview. Wageningen Research, Report WPR- 995. 2023. 24 p. URL: <https://edepot.wur.nl/587210> (date of access: 4.12.2023).
13. Munroe G. Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture / Organic Agriculture Centre of Canada. 2007. 57 p. URL: [file:///C:/Users/user/Downloads/Vermiculture\\_FarmersManual\\_gm%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Vermiculture_FarmersManual_gm%20(1).pdf)
14. Hastuti D., Ritawati S., Ningsih E. P., Kastini R. O. Vermicompost Biochemical Content of Different Types of Worms and Waste Feed Material. *Joint proceedings of the 2nd and the 3rd International Conference on Food Security Innovation (ICFSI 2018-2019)*. 2021. Vol. 9 : Advances in Biological Sciences Research 254–257. doi 10.2991/absr.k.210304.047
15. Myers R. Vermicomposting: the basics / The National Sustainable Agriculture Information Service. 2013. 12 p. Available on the Web at: [www.attra.ncat.org](http://www.attra.ncat.org). URL: <https://attra.ncat.org/wp-content/uploads/2022/06/vermicomposting.pdf> (date of access: 4.12.2023).
16. Przemieniecki S. W. Damszel M. Telesiński A. et. al. An evaluation of selected chemical, biochemical, and biological parameters of soil enriched with vermicompost. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021. Vol. 28(7). P. 8117–8127. doi: 10.1007/s11356-020-10981-z.
17. Rath N. C., Huff W. E., Huff G. R. Effects of humic acid on broiler chickens. *Poult. Sci.*, 2006, 85, 410-414.
18. Thirunavukkarasu A., Sivashankar R., Nithya R., Sathya A. B., Priyadharshini V., Kumar B. P., Muthuveni M., Krishnamoorthy S. Sustainable organic waste management using vermicomposting: a critical review on the prevailing research gaps and opportunities. *Environ. Sci.: Processes Impacts*. 2023. Is. 3(25). P. 364–381. doi: 10.1039/D2EM00324D
19. Vasanthi P. J. Efficacy of Different Substrates on Vermicompost Production: A Biochemical Submitted: Published: 2019. On Jul 3. doi: 10.5772/INTECHOPEN.86187
20. Vermiculture Technology. Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management / Clive A. E., Norman Q. A. Rhonda L. S. 1st Edition. Boca Raton: CRC Press, 2010. 623 p. doi: 10.1201/b10453
21. Wang Q., Chen Y., Yoo J. S., Kim H. J., Cho J. H., Kimet I. H. Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*. 2008. Vol. 117(2–3). P. 270–274. doi: 10.1016/j.livsci.2007.12.024

## REFERENCES

1. Mazur, I. M., & Yaropud, V. M. (2023). Patent № 152977. Kyiv [in Ukrainian].
2. Harmash, S. M., Smetanin, V. T., & Kovalchuk, L. M. (2010). Ekolohichna biotekhnolohiia pererobky vidkhodiv tvarynnytskykh kompleksiv [Ecological biotechnology of waste processing of livestock complexes]. *Voprosy khimii i khimicheskoy tekhnolohii* [Questions of chemistry and chemical technology], 5, 17–20 [in Ukrainian].

3. Heisun, A. A., & Stepchenko, L. M. (2018). Efektyvnist zastosuvannia kormovoi dobavky vermykultury pry vyroshchuvanni fazana myslyvskoho [Efficiency of the use of vermiculture feed additive in the cultivation of hunting pheasant]. *Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktii tvarynnytstva* [Technology of production and processing of livestock products]. Bila Tserkva, 1(141), 38–45 [in Ukrainian].
4. Melnyk, I. P. et al. (2015). *Doshchovi cherviaky: naukovi osnovy vyroshchuvannia i praktychne vykorystannia* [Earthworms: scientific basis of cultivation and practical use]. Ivano-Frankivsk: Symfoniia forte [in Ukrainian].
5. Zaitseva, V. H., Nesterenko, O. V., Chernyshenko, H. O., & Samokhvalova, A. I. (2020). Vermikultura, yii znachennia u vyrishenni ekolohichnykh problem ta polipshenni umov silskoho hospodarstva. a [Vermiculture, its importance in solving environmental problems and improving agricultural conditions]. *Naukovyy visnyk budivnytstva* [Scientific Bulletin of Construction], 101 (3), 222–228 [in Ukrainian]. doi: 10.29295/2311-7257-2018-101-3-222-228
6. Kotliar, O. S. (2013). Biomasa vermykultury yak dzherelo mikroelementiv u hodivli svynei [Vermiculture biomass as a source of trace elements in pig feeding]. *Problemy zooinzhenierii ta veterynarnoi medytsyny* [Problems of animal engineering and veterinary medicine], 27(1), 157–166 [in Ukrainian].
7. Ktliar, O. S. (2012). Boroshno z biomasy vermykultury yak dzherelo nezaminykh aminokyslot [Flour from yermiculture biomass as a source of essential amino acids]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Tavrian Scientific Bulletin]. Herson, 78, 2(2), 96–100. URL: [http://nbuv.gov.ua/UlRN/Nvb\\_2020\\_101\\_3\\_31](http://nbuv.gov.ua/UlRN/Nvb_2020_101_3_31) (date of access: 4.12.2023).
8. Petrova, Zh. O. (2015). Doslidzhennia rezhymiv ekstrahuvannia humusovykh ta huminovykh rehovyn. [Study of modes of extraction of humus and humic substances]. *Naukovi pratsi* [Scientific works]. Odesa, 47 (2), 190–194 [in Ukrainian].
9. Sharha, B. M., Nikolaichuk, V. I., & Maha, I. M. (2006). *Vermikultura* [Vermiculture]. Uzhhorod, «Znannia» [in Ukrainian].
10. Shatalin, D. B. (2017). Doshchovi cherv'iaky (lumbriidae) lisovykh ta urboekosystem stepovoho prydniprov'ia: strukturno-funktsionalna orhanizatsiia uhrupovan ta ekolohichni aspekty vermykultury [Earthworms (lumbriidae) of forest and urban ecosystems of the steppe Dnipro region: structural and functional organisation of communities and ecological aspects of vermiculture] (Extended abstract of candidate's thesis). Dnipro [in Ukrainian].
11. Birnbaum, J. A. (2015). Vermicomposting and vermiculture systems for cold climates, 2015: Vermicomposting and Vermiculture Systems.
12. Elissen, H. J. H., van der Weide R., & Gollenbeek L. (2023). Effects of vermicompost on plant and soil characteristics – a literature overview. Wageningen Research, Report WPR- 995. 2023. URL: <https://edepot.wur.nl/587210> (date of access: 4.12.2023).
13. Munroe, G. (2007). Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture / Organic Agriculture Centre of Canada. URL: [file:///C:/Users/user/Downloads/Vermiculture\\_FarmersManual\\_gm%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Vermiculture_FarmersManual_gm%20(1).pdf) (date of access: 4.12.2023).
14. Ritawat S.et. al, Vermicompost Biochemical Content of Different Types of Worms and Waste Feed Materia -in-pig-rearing/. Available Online 4 March 2021. doi: 10.2991/absr.k.210304.047

15. Myers, R. (Ed.) (2013). Vermicomposting: the basics / The National Sustainable Agriculture Information Service. 2013. 12 p. Available on the Web at: [www.attra.ncat.org](http://www.attra.ncat.org). URL: <https://attra-dev.ncat.org/wp-content/uploads/2022/06/vermicomposting.pdf> (date of access: 4.12.2023).
16. Przemieniecki, S. W., Damszel, M., Telesiński A., Damszel, M., Telesiński, A., Sierota Z. & Gorczyca A. (2021). An evaluation of selected chemical, biochemical, and biological parameters of soil enriched with vermicompost. *Environ Sci Pollut Res Int.*, 28(7), 8117–8127. doi: 10.1007/s11356-020-10981-z
17. Rath, N. C., Huff, W. E. & Huff, G. R. (2006). Effects of humic acid on broiler chickens. *Poult. Sci.*, 85, 410-414.
18. Thirunavukkarasu, A., Sivashankar, R., Nithya, R., Sathya, A., B., Priyadharshini, V., Kumar, B. P., Muthuveni, M., & Krishnamoorthy, S. (2023). Sustainable organic waste management using vermicomposting: a critical review on the prevailing research gaps and opportunities. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 3(25), 364–381. doi: 10.1039/D2EM00324D
19. Vasanthi, P. J. (2019). Efficacy of Different Substrates on Vermicompost Production: A Biochemical Analysis. In *Organic Fertilizers*, 1–10. doi: 10.5772/INTECHOPEN.86187
20. Vermiculture Technology Earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management. Edited By Clive A. Edwards, Norman Q. Arancon, Rhonda L. Sherman eBook Published 16 December 2010. Pub. Location Boca Raton Imprint CRC Press. doi: 10.1201/b10453
21. Wang Q., Chen Y., Yoo J. S., Kim H. J., Cho J. H., & Kimet I. H. (2008). Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*, 117(2–3). doi: 10.1016/j.livsci.2007.12.024

## PRODUCTION OF VERMICULTURE AND VERMIHUMUS AND ITS PROCESSING

V. O. Ivanov, L. V. Zasukha, M. O. Fomichenko, V. I. Maslov,  
O. Yu. Kremenevskiy,

*Institute of Pig Breeding and Agroindustrial Production NAAS  
Shvedska Mohyla Str., 1, Poltava, Ukraine, 36013*

**Goal.** The development and approval of methods of the production of vermiculture and vermihumus and its processing products. **Methods.** The research was conducted in the conditions of “LIGA SOLAR” LLC, Zaporizhzhia in two stages. At the first stage, a method and a device for the production of vermiculture and vermihumus was developed. At the second stage, a method of deep processing of vermihumus using the AVS-100 vortex layer apparatus was developed. **The results.** A method of vermiculture and vermihumus production has been developed, which consists in the fact that the substrate, made of pre-fermented organic material, is placed through the door into the container, after which populations of compost worms are planted in it from one of the walls. Next, on an open site for vermicomposting, ridges with a certain distance between them are formed with a self-propelled stacker. After the completion of vermiculture and the formation of fresh vermihumus in the container, a second container filled with fresh nutrient substrate is tightly placed next to it, into which the worms from the first container migrate, forming the next active zone of vermicomposting and vermiculture. After the completion of

vermiculture and the formation of fresh biohumus in the second container, a third container with a nutrient substrate is tightly placed next to it again, where the worms from the second container migrate, etc. Containers with missing worms and ready-made vermihumus are lifted by hinges and transported by appointment. New containers with fresh substrate are placed in place of the evacuees and the vermicomposting process continues. In the course of deep processing of vermighumus by improving the conditions for extracting water-soluble humic substances, simplifying and reducing the cost of the technological process and obtaining biologically active substances from it, vermighumus is mixed with water in a ratio of 25/75, passed through a vortex layer apparatus (ABC-100) and exposed to a number of physical factors, namely: intense mechanical dispersion, acoustic dispersion, electric dispersion of the magnetic field, electrolysis, high local pressures. To increase the output of humic acids, potassium hydroxide is added to the vermighumus dissolved above in a dose of 1 kg per 100 liters of solution. **Conclusions.** A method and device for the production of vermiculture and vermihumus has been developed, which prevents contact of rodents with worms and increases the yield of vermiculture by 14,78 % and vermihumus by 23,36 %. A method of deep processing of vermihumus has been developed, by using a vortex layer apparatus (ABC-100), which ensures obtaining a high-quality liquid humic biological preparation, which contains: humic acids -19,1, fulvic acids -30,8, humic substances 49,9 g/l and has an intrinsic performance 3,32–9,98 times higher than the prototype.

**Key words:** worms, processing, wemiculture, vermihumus, container, vortex layer apparatus, humic biological preparation.

Отримано 18.09.2023

Отримано після доопрацювання 12.10.2023

Затверджено до видання 08.12.2023