

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ СВИНАРСТВА І АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ФОМІЧЕНКО МИХАЙЛО ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК: 636.4.082

ДИСЕРТАЦІЯ

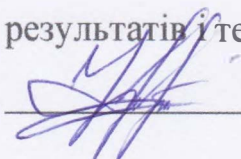
**УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ГНОЮ  
ТА ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ ПРОДУКТІВ У СВИНАРСТВІ**

204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



**М.О. Фоміченко**

Науковий керівник:

**ІВАНОВ Володимир Олександрович**

доктор сільськогосподарських наук,  
професор

Полтава - 2025

## АНОТАЦІЯ

*Фоміченко М. О.* **«Удосконалення елементів технології переробки гною та використання її продуктів у свинарстві».** - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Інститут свинарства і агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, Полтава, 2025 р.

Сучасна практика промислових комплексів і ферм висвітлила одну із екологічних проблем пов'язану з переробкою гною. Одним із прогресивних методів утилізації гною 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: переробка гною шляхом вермикомпостування, отримання високоякісного, екологічно чистого органічного добрива, ефективних біодобавок, підвищення родючості ґрунту, зміцнення кормової бази, отримання безпечної органічної свинини. В цьому зв'язку актуальним є подальше удосконалення технології вермикомпостування шляхом розробки та впровадження нових технічних засобів для глибокої переробки вермигумусу та застосування отриманих продуктів у тваринництві і кормовиробництві та вирішення низки важливих екологічних завдань.

У дисертації теоретично узагальнено і експериментально обґрунтовано особливості удосконалення елементів технології переробки твердого гною шляхом вермикомпостування, застосування отриманого вермигумусу і біопрепарату «Нановерм» для виробництва кормів і свинини з метою отримання економічної вигоди від реалізації продукції в сучасних умовах.

З метою розширення наукової інформації та визначення ефективності переробки твердого гною шляхом вермикультивування на першому етапі проводилась оцінка ефективності різних технологій.

У результаті порівняння технології вермикультивування у «стаціонарних буртах», «крокуючих буртах» та вермиреакторах неперервної дії було встановлено ряд суттєвих відмінностей. Зокрема технологія вермикультивування у «крокуючих буртах» порівняно із «стаціонарними буртами» в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> площі дозволяє збільшити виробництво вермигумусу в 1,68 рази, вермикультури в 1,87 рази. Технологія вермикомпостування у вермиреакторах неперервної дії забезпечує повну автоматизацію виробничих процесів, можливість контролю фізичних параметрів (температури, вологості, насиченість киснем) під час вермикомпостування, підвищує ефективність виробництва вермикомпосту і доступна до широкого впровадження у домогосподарствах, фермерських господарствах, тваринницьких фермах тощо. Технологія вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно з «стаціонарними буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу в 2,70 рази, а вермикультури в 2,68 рази, знизити собівартість вермигумусу в 2,24, а вермикультури у 2,6 рази та підвищити рівень рентабельності в 2,22 і 2,6 рази відповідно. Технологія вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно з «крокуючими буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу у 1,60 рази, а вермикультури в 1,43 рази.

З метою удосконалення технології компостування у «крокуючих буртах», розроблено інноваційний спосіб, який полягає в тому, що гряди формують із окремих решітчастих контейнерів, заповнених компостом і вермикультурою, а після завершення вермикомпостування і вермикультивування, до них підставляють нові контейнери, заповнені поживним субстратом без черв'яків, у результаті чого підвищується вихід вермикультури на 14,78% і вермигумусу на 23,36%. Розроблена технологія вермикомпостування у великогабаритних упаковках типу «Big-Bag» у холодний період року. Встановлено, що таким чином отриманий вермигумус, при введенні у концентратний раціон відгодівельного молодняка свиней у дозі 5 і 10%, сприяє підвищенню живої маси відповідно на 4,02 і 8,76%.

Розроблено спосіб глибокої переробки вермигумусу та технологічна лінія для його здійснення. Він полягає в тому, що з метою підвищення якості цільового продукту за рахунок поліпшення умов екстрагування водорозчинних гумінових речовин, спрощення і здешевлення, пропускається через апарат вихрового шару (АВС-100) і піддається впливу ряду фізичних факторів, а саме: інтенсивної механічної диспергації, акустичної диспергації, електричної диспергації, магнітного поля, електролізу, високих локальних тисків. Причому, для збільшення виходу гумінових кислот у розчинений вище вермигумус додається гідроксид калію в дозі 1 кг на 100 л розчину. Запропонований спосіб дозволяє отримувати 1 тону гумінового біопрепарату за добу, що у 3,32-9,98 разів вище ніж у прототипі, а витрати електроенергії на роботу АВС-100 складають всього 4,5 кВт/год.

Отриманий якісний рідкий біопрепарат («НанOVERM») містить гумінових кислот - 19,1 г/л, фульвових кислот - 30,8 г/л, гумусових речовин -49,9 г/л. і призначений для використання в у свинарстві і виробництві кормів в якості стимулятора росту та збільшення резистентності організмів. Встановлено, що застосування вермигумусу і «НанOVERM» для допосівного оброблення насіння ярого ячменю в дозі 3 л/га забезпечує отримання урожайності відповідно 3,57 і 4,01 т/га. При внесенні вермигумусу і «НанOVERM» в дозі 1,5 л/га забезпечується отримання урожайності відповідно 3,88 і 3,48 т/га. Доведено, що застосування «НанOVERM» для допосівного оброблення насіння пшениці озимої сорту «Лада» у дозі 1,5 л/га забезпечило підвищення врожаю зерна у дослідній групі на 22,3%, або 8,6 ц/га більше порівняно з контрольною. Встановлено, що використання вермигумусу і «НанOVERM» в раціонах молодняку свиней сприяє нормалізації та активізації білкового обміну, зміцнює імунітет, підвищує швидкість росту тварин та підвищує їх збереженість. Введення в раціон підсисних свиноматок і поросят-сисунів вермигумусу і «НанOVERM» позитивно впливає на енергію останніх та їх збереженість. На кінець підсисного періоду поросята 1 і 2 дослідних груп перевищували своїх ровесників за живою масою на 7,79 і 6,97% і збереженістю на 4,3 і 8,9%

відповідно. Поросята на дорощуванні 1 і 2 дослідних груп перевищували своїх ровесників у віці 60 днів за живою масою на 13,11 і 6,96%, а у 90-денному віці відповідно на 14,12 і 11,52%. У тварин дослідних груп також була вища збереженість відповідно на 4,3 і 8,9%, що також підтверджує біологічну активність гуматів при вирощуванні молодняку свиней.

Встановлено, що при додаванні до основного комбікорму поросятам-сисунам першої дослідної групи у віці 90 днів вермигумсу у кількості 50-80 г/гол. на добу і «Нановерму» - 1-2 мл/ гол. на добу вміст гемоглобіну, зростав на 6,27% і 8,75% відносно контролю. У 90-добовому віці рівень гемоглобіну підвищувався на 8,75% ( $p < 0,01$ ) порівняно з показниками контрольної групи.

Найвищі показники економічної ефективності при вирощуванні ячменю ярого отримана при внесенні вермигумусу 3 л/га, умовно чистий прибуток – 6932 грн./га, собівартість 2985 грн./т, рівень рентабельності 59,1 %. За вирощування ячменю ярого сорту Данте при внесенні вермигумусу 1,5 л/га, умовно чистий прибуток становив 6467 грн./га, собівартість зерна – 2947 грн./т, рентабельність – 56,5 %. При застосуванні Нановерму 1,5 – 3 л/га рентабельність була меншою і складала відповідно 41,7 – 45,0%. Вартість додаткової продукції отриманої від поросят у кінці дорощування (вік 90 днів) складав 267,03-216,63 грн./гол, а від відгодівельного молодняку (вік 165 днів) – 283,70-646,43 грн./гол.

**Ключові слова:** технологія, гній, переробка, вермигумус, «Нановерм», корми, годівля, підсисні свиноматки, відтворення, поросята-сисуни, відлучений та відгодівельний молодняк, жива маса, ефективність.

## ABSTRACT

*Fomichenko M. O. Improving elements of manure processing technology and the use of its products in pig breeding". - Qualifying scientific work on manuscript rights.*

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 204 "Technology of production of livestock products" 20 «Agricultural

sciences and food». Poltava, 2025.

Modern practice of industrial complexes and farms has highlighted one of the environmental problems associated with manure processing. One of the progressive methods of manure utilization is vermicomposting. The development of this direction in agroecological production makes it possible to develop a system of diversification of vermitechnologies for obtaining organic products in the field of pig farming, and also to solve a number of urgent environmental problems, namely: processing manure by vermicomposting, obtaining high-quality, environmentally friendly organic fertilizer, effective bioadditives, increasing soil fertility, strengthening the feed base, obtaining safe organic pork. In this regard, further improvement of vermicomposting technology is relevant by developing and implementing new technical means for deep processing of vermicompost and using the resulting products in animal husbandry and feed production and solving a number of important environmental problems.

The dissertation theoretically summarizes and experimentally substantiates the features of improving the elements of the technology for processing solid manure by vermicomposting, application of the obtained vermihumus and the biological preparation "Nanovert" for the production of feed and pork in order to obtain economic benefits from the sale of products in modern conditions. In order to expand scientific information and determine the efficiency of solid manure processing by vermiculture, an assessment of the efficiency of various technologies was carried out at the first stage. As a result of comparing the technology of vermiculture in "stationary banks", "walking banks" and continuous vermireactors, a number of significant differences were established. In particular, the technology of vermiculture in "walking banks" compared to "stationary banks" per 1 m<sup>2</sup> of area allows to increase the production of vermihumus by 1.68 times, vermiculture by 1.87 times. The technology of vermicomposting in continuous vermireactors provides full automation of production processes, the ability to control physical parameters (temperature, humidity, oxygen saturation) during vermicomposting, increases the efficiency of vermicompost production and is available for widespread

implementation in household's livestock farms, etc. Vermicomposting technology in continuous reactors compared to "stationary banks" allows to increase the production of vermihumus per 1 m<sup>2</sup> by 2.70 times, and vermiculture by 2.68 times, reduce the cost of vermihumus by 2.24 times, and vermiculture by 2.6 times, and increase the level of profitability by 2.22 and 2.6 times, respectively. The technology of vermicomposting in continuous reactors compared to "walking beds" allows to increase the production of vermihumus per 1 m<sup>2</sup> by 1.60 times, and vermiculture by 1.43 times. In order to improve the technology of composting in "walking beds", an innovative method has been developed, which consists in the ridges are formed from separate lattice containers filled with compost and vermiculture, and after the completion of vermicomposting and vermiculture, new containers filled with a nutrient substrate without worms are inserted into them, as a result of which the yield of vermiculture increases by 14.78% and vermihumus by 23.36%. The developed technology of vermicomposting in large-sized packages of the "Big-Bag" type in the cold season. It was established that the vermicompost obtained in this way, when introduced into the concentrate diet of fattening young pigs at a dose of 5 and 10%, contributes to an increase in live weight by 4.02 and 8.76%, respectively.

A method of deep processing of vermicompost and a technological line for its implementation have been developed. It consists in the fact that in order to improve the quality of the target product by improving the conditions for extracting water-soluble humic substances, simplifying and reducing the cost, it is passed through a fluidized bed apparatus (ABC-100) and subjected to the influence of a number of physical factors, namely: intensive mechanical dispersion, acoustic dispersion, electric dispersion, magnetic field, electrolysis, high local pressures. Moreover, to increase the yield of humic acids, potassium hydroxide is added to the vermihumus dissolved above at a dose of 1 kg per 100 l of solution. The proposed method allows you to obtain 1 ton of humic biopreparation per day, which is 3.32-9.98 times higher than in the prototype, and the electricity consumption for the operation of the ABC-100 is only 4.5 kW/h.

The resulting high-quality liquid biological preparation ("Nanoverm") contains humic acids - 19.1 g/l, fulvic acids - 30.8 g/l, humic substances -49.9 g/l. and is intended for use in pig farming and feed production as a growth stimulant and increase in the resistance of organisms. It was found that the use of vermihumus and "Nanoverm" for pre-sowing treatment of spring barley seeds at a dose of 3 l/ha ensures a yield of 3.57 and 4.01 t/ha, respectively. When applying vermihumus and "Nanoverm" at a dose of 1.5 l/ha, yields of 3.88 and 3.48 t/ha, respectively, are ensured.

It has been proven that the use of "Nanoverm" for pre-sowing treatment of winter wheat seeds of the "Lada" variety at a dose of 1.5 l/ha increased the grain yield in the experimental group by 22.3%, or 8.6 c/ha more compared to the control group. It has been established that the use of vermihumus and "Nanoverm" in the diets of young pigs contributes to the normalization and activation of protein metabolism, strengthens immunity, increases the growth rate of animals and increases their survival. The introduction of vermihumus and "Nanoverm" into the diet of suckling sows and suckling piglets has a positive effect on the energy of the latter and their survival. At the end of the suckling period, piglets of the 1st and 2nd experimental groups exceeded their peers in live weight by 7.79 and 6.97% and survival by 4.3 and 8.9%, respectively.

Piglets in the 1st and 2nd experimental groups exceeded their peers in live weight at the age of 60 days by 13.11 and 6.96%, and at the age of 90 days by 14.12 and 11.52%, respectively. Animals in the experimental groups also had higher survival rates by 4.3 and 8.9%, respectively, which also confirms the biological activity of humates in the cultivation of young pigs. It was found that when adding vermicompost in the amount of 50-80 g/head per day and "Nanoverm" - 1-2 ml/head per day to the main feed for suckling piglets of the first experimental group at the age of 90 days, the hemoglobin content increased by 6.27% and 8.75% relative to the control. At the age of 90 days, the hemoglobin level increased by 8.75% ( $p < 0.01$ ) compared to the control group. The highest indicators of economic efficiency in growing spring barley were obtained when applying vermihumus 3 l/ha, conditional

net profit – 6932 UAH/ha, cost price 2985 UAH/t, profitability level 59.1%. When growing spring barley of Dante variety with the application of vermihumus 1.5 l/ha, conditional net profit was 6467 UAH/ha, cost price of grain – 2947 UAH/t, profitability – 56.5%. When using Nanoverm 1.5 - 3 l./ha, the profitability was lower and amounted to 41.7-45.0%, respectively. The cost of additional production obtained from piglets at the end of rearing (age 90 days) was 267.03-216.63 UAH/head, and from fattening young stock (age 165 days) - 283.70-646.43 UAH/head.

**Key words:** technology, manure, processing, vermicompost, "Nanoverm", feed, feeding, suckling sows, reproduction, suckling piglets, weaned and fattened young, live weight, efficiency.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у наукових фахових виданнях України

1. Іванов В. О., Онищенко А. О., Засуха Л. В., Маслов В. І., **Фоміченко М. О.** Застосування великогабаритної упаковки типу «BIG-BAG» в якості біологічного реактора для виробництва компосту та вермипродукції. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. Одеса, 2022. Вип. 127. С. 213-218. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.27>. (Здобувач зібрав, статистично опрацював результати досліджень і проаналізував дані, підготував статтю до друку).
2. Іванов В. О., Конкс Т. М., **Фоміченко М. О.** Ефективність вермигумусу і біопрепарату «Нановерм» у годівлі свиней. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 138. С.287-294. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.35> (Здобувач зібрав, статистично опрацював результати досліджень і проаналізував дані, підготував статтю до друку).
3. Іванов В. О., Онищенко А. О., **Фоміченко М. О.**, Конкс Т. М. Використання вермигумусу та отриманого з нього біопрепарату «Нановерм» за вирощування ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*. 2024. Вип.102. №11. С. 11-17. DOI <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202411-02>. (Здобувач зібрав, статистично опрацював результати досліджень і проаналізував дані, підготував статтю до друку).
4. Фоміченко М. О. Нові способи утилізації гною та застосування продуктів переробки у свинарстві. *Науково-технічний бюлетень інституту тваринництва НААН*. 2025. № 133. С. 4-18. DOI: <https://10.32900/2312-8402-2025-133-4-18>.
5. Фоміченко М. О. Перспективні способи утилізації гною та використання вермопродукції у свинарстві. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2025. № 114. С. 137-150. DOI [10.37000/abbsl.2025.114](https://10.37000/abbsl.2025.114).
6. Фоміченко М. О. Використання продуктів утилізації гною за вирощування пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2025. 103. №5. С. 78-83. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202505-09.1>.

### Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

7. Засуха Л. В., Іванов В. О., Онищенко А. О., **Фоміченко М. О.**, Маслов В.І., Петулько П.В. Технології виробництва органічної свинини (оглядова). *Свинарство і агропромислове виробництво*. 2023. Вип. 1(79). С. 54–67. DOI <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2023-1-79-04>.

8. Іванов В. О. Засуха Л. В., **Фоміченко М. О.**, Маслов В. І., Кременевський О. Ю. Виробництво вермикультури і вермигумусу та його переробка. *Свинарство і агропромислове виробництво*. 2023. Вип. 2 (80). С. 55-66. DOI [https://doi: 10.37143/2786-7730-2023-2\(80\)04](https://doi: 10.37143/2786-7730-2023-2(80)04).

9. Фоміченко М. О. Застосування продуктів вермикультивування як інноваційного напрямку виробництва органічної продукції. *Свинарство і агропромислове виробництво*. 2024. Вип. 3 (81). С. 119-129. DOI [https://doi: 10.37143/2786-7730-2024-3\(81\)](https://doi: 10.37143/2786-7730-2024-3(81)).

### Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Іванов В. О., Онищенко А. О., **Фоміченко М. О.**, Засуха Л. В. Спосіб отримання комплексного гумінового препарату із вермигумусу: матер. XVI Міжнар. науково-практ. конфер. «Modern scientific research: achievements, innovations and development prospects» (1-13.09.2022 р. м. Берлін, Німеччина). С. 17–21. *(Здобувач зібрав, статистично опрацював результати досліджень і проаналізував дані, підготував тези до друку)*.

11. Спосіб отримання комплексного гумінового добрива. Патент 151164 Україна: **Фоміченко М. О.**, Макаренко П. А., Іванов В. О., Засуха Л. В. у 2021 04278, заявл. 21.0.21, опубл. 16.02.22. Бюл. № 24. 4 с. *(Здобувач прийняв участь в розробці способу отримання комплексного гумінового добрива, підготував реферат та форму корисної моделі)*.

12. Спосіб отримання біогумусу. Патент 153928. Україна: Іванов В. О., Церенюк О. М., **Фоміченко М. О.**, Онищенко А. О., Петулько П. В. у 202300563; Інститут свинарства і АПВ НААН, заявл. 14.02.2023, опубл. 20.09.2023. Бюл. № 38. 4 с. *(Здобувач прийняв участь в розробці способу отримання біогумусу, підготував реферат та форму корисної моделі)*.

13. Спосіб виїмки молодняка гнойових черв'яків із компосту. Патент 159035. Україна: Іванов В. О., **Фоміченко М. О.** и 2024 04788; Інститут свинарства і АПВ НААН, заявл. 07.10.2024, опубл. 16.04.2024. Бюл. № 16. 4 с. *(Здобувач прийняв участь в розробці способу виїмки молодняка гнойових черв'яків із компосту, підготував реферат та форму корисної моделі).*

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ	
I ТЕРМІНІВ	15
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ Й ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
1.1. Технологія отримання вермигумусу із підстилочного гною	21
1.2. Способи переробки вермигумусу	29
1.3. Використання продуктів переробки гною у тваринництві і рослинництві	30
1.4. Обґрунтування напрямів експериментальних досліджень	36
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
2.1. Схема та умови проведення досліджень	38
2.2. Методики досліджень	42
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	47
3.1. Особливості технології вермикомпостування в «стаціонарних буртах», «крокуючих грядках» та у вермиреакторах неперервної дії	47
3.1.1. Технологічні і біологічні передумови вермикомпостування	47
3.1.2. Технологія вермикомпостування «крокуюча гряда»	50
3.1.3. Технологія вермикомпостування у «стаціонарних буртах»	54
3.1.4. Технологія вермикомпостування у реакторі безперервної дії	55
3.2. Розробка інноваційних способів вермикомпостування	59
3.2.1. Спосіб отримання вермигумусу	59
3.2.2. Спосіб виїмки молодняка гнойових черв'яків із компосту	62
3.2.3. Вермикультивування у великогабаритних упаковках типу «Big-Bag»	64
3.2.4. Спосіб глибокої переробки вермигумусу шляхом застосування апарату вихрового шару (ABC-100)	67
3.3. Використання вермигумусу та отриманого із нього біопрепарату «Нановерм» при вирощуванні кормів	75

3.3.1. Використання вермигумусу та біопрепарату «НанOVERM» при вирощуванні ячменю	77
3.3.2. Використання вермигумусу та біопрепарату «НанOVERM» при вирощуванні озимої пшениці	83
3.3.3. Ефективність вермигумусу і біопрепарату «НанOVERM» при годівлі свиноматок, поросят-сисунів і відлучених поросят	87
3.4. Економічна ефективність результатів досліджень	96
3.4.1. Економічна ефективність різних технологій вермикомпостування	96
3.4.2. Економічна ефективність застосування «НанOVERM» і вермигумусу при виробництві кормів	98
3.4.3. Економічна ефективність застосування вермигумусу і «НанOVERM» при виробництві продукції свинарства	99
3.4.4. Економічна ефективність виробництва «НанOVERM»	101
РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	103
ВИСНОВКИ	115
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	120
ДОДАТКИ	147

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АПВ – агропромислове виробництво

ВБ – велика біла порода свиней

корм. од. – кормова одиниця

НААН – Національна академія аграрних наук

НУБІП України – Національний університет біоресурсів і природокористування України

ВАТ – відкрите акціонерне товариство

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

БМВД – білкова мінеральна вітамінна добавка

ЧКЧ – червоний каліфорнійський черв'як

ББЧ – борошно з біомаси черв'яків

БАР – біологічно активна речовина

міс. – місяць

n – кількість тварин

P – вірогідність різниці

$\bar{X}$  – середня арифметична величина

$S_{\bar{x}}$  – похибка середньої арифметичної величини

\*  $p < 0,05$

\*\* –  $p \leq 0,01$

\*\*\* –  $p < 0,001$

## ВСТУП

Сучасна практика промислових комплексів і ферм висвітлила одну із екологічних проблем, пов'язану з переробкою продуктів життєдіяльності тварин [173, 178, 194, 207, 216, 220]. Одним із прогресивних методів переробки гною 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: переробку гною шляхом вермикомпостування, отримання високоякісного, екологічно чистого органічного добрива, підвищення родючості ґрунту, зміцнення кормової бази, отримання безпечної органічної свинини [18, 45, 51, 75, 85, 95, 107, 117, 211].

Вермигумус є продуктом життєдіяльності дощових черв'яків (вермикультури) [68, 115]. Як повідомляє ряд вчених, важливою характеристикою вермигумусу, як екологічно чистого добрива, є його макрота мікроелементний склад (від 14 до 18 та 25%) азоту, фосфору, кальцію, магнію, міді та цинку. У вермигумусі, який отримують після переробки перегною ВРХ, відмічено найбільший вміст марганцю (94–148 мг/кг) та заліза (74–195 мг/кг), менше цинку, сірки, а кількість кобальта та міді не перевищила 1 мг/кг [52, 205].

Шляхом вермикомпостування отримують високоякісне, екологічно чисте органічне добриво (вермигумус), яке використовують для підвищення родючості ґрунту, зміцнення кормової бази та вирощування безпечної органічної свинини [36, 51, 77, 95, 189, 232]. Однією із особливостей вермигумусу є те, що він значно зменшує викиди забруднюючих газів, таких як сірководень і аміак [114, 117]. У цьому зв'язку вермикультуру слід вважати новим елементом технологічного процесу виробництва і переробки продукції свинарства.

Біопереробка відходів агропромислового комплексу методом вермигумусування сприяє поліпшенню екологічного стану довкілля, а також отримання ефективних екологічно безпечних біодобавок [154, 168, 171].

Поряд із цим у зарубіжній і вітчизняній літературі все більше з'являється інформації про те, що вермигумус є ефективним джерелом поповнення білка в кормовиробництві та годівлі тварин [54, 117, 154, 202, 203, 204, 233, 234, 235]. Аналізуючи стан існуючих технологій у свинарстві, слід зауважити, що практично не розроблена система рециклінгу та система диверсифікації вермитехнологій для отримання органічної продукції кормів і свинини в умовах агроекологічного виробництва [4, 39, 109, 219].

У зв'язку з цим актуальним є подальше удосконалення технології вермикультивування шляхом розробки та впровадження нових технічних засобів для глибокої переробки вермигумусу та застосування отриманих продуктів у тваринництві й кормовиробництві, вирішення низки важливих екологічних завдань.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконані згідно з планом науково-дослідних робіт Інституту свинарства і АПВ НААН 30.01.03.01.П. Розробити систему диверсифікації вермитехнологій для отримання кормів і свинини в умовах агроекологічного виробництва, 0121U09849»; 30.01.02.08.П. «Удосконалення елементів технології виробництва свинини й утилізації продуктів життєдіяльності свиней на промисловому свинокомплексі, 0124U002237».

**Мета і завдання досліджень.** Метою досліджень є удосконалення елементів технології переробки гною та використання її продуктів у свинарстві.

Для досягнення цієї мети поставлені такі завдання:

- визначити особливостей технології переробки гною шляхом вермикомпостування в «стаціонарних буртах», «крокуючих грядках» та у реакторі неперервної дії;

- удосконалити технологію переробки гною шляхом вермикомпостування у «крокуючих буртах»;
- розробити технологію переробки гною шляхом вермикомпостування у великогабаритних упаковках типу «Big-Bag»;
- удосконалити спосіб глибокої переробки вермигумусу та технологічну лінію для його здійснення;
- дослідити ефективність використання вермигумусу та отриманого з нього біопрепарату «Нановерм» при вирощуванні кормів;
- дослідити доцільність використання вермигумусу та отриманого з нього біопрепарату «Нановерм» для підвищення продуктивності молодняку свиней;
- дослідити інтер'єрні показники молодняку свиней;
- визначити економічну ефективність досліджень.

**Методи дослідження:** хімічні (визначення вмісту мікро- і макроелементів), органолептичні (визначення ступеню вологості компосту), зоотехнічні (визначення показників продуктивності свиней), статистичні (визначення середніх величин та їх похибок, вірогідності отриманих результатів, описова статистика).

**Об'єкт дослідження.** Процеси переробки продуктів життєдіяльності свиней та виробництва свинини.

**Предмет дослідження.** Склад вермигумусу і «Нановерму», характеристика вермикультури, конструктивні особливості пристроїв вермикомпостування, показники росту кормових культур, продуктивність, свиноматок, поросят-сисунів, молодняку на дорощуванні і відгодівлі, життєздатність та інтер'єр свиней, економічна ефективність проведених досліджень.

**Наукова новизна.** Вперше розроблено комплекс технологічних способів і прийомів спрямованих на переробку твердого гною шляхом вермикомпостування, виробництва вермигумусу та отримання з нього біологічно активних речовин для використання їх у сільському господарстві,

що забезпечує рециклінг і диверсифікацію. Вперше проведена порівняльна характеристика трьох технологій переробки гною шляхом вермикомпостування у «стаціонарних» і «крокуючих» буртах та у вермиреакторі неперервної дії. Встановлено, що технологія вермикомпостування у «крокуючих буртах» порівняно із «стаціонарною буртовою» в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> площі дозволяє збільшити виробництво вермигумусу в 1,68 рази, вермикультури в 1,87 раз. Вперше розроблено і запатентовано спосіб глибокої переробки вермигумусу та технологічну лінію для отримання біологічно активної речовини «НанOVERM», який дозволяє отримувати 1 тону гумінового біопрепарату за добу, що у 3,32-9,98 разів вище ніж у прототипі. Отриманий в апараті вихрового шару ABC-100 «НанOVERM» містить гумінових кислот - 19,1, фульвових кислот - 30,8, гумусових речовин 49,9 г/л і призначений для виробництва кормів та виробництва свинини. Вперше встановлено позитивний вплив біопрепарату «НанOVERM», як стимулятора росту та резистентності тваринних і рослинних організмів. Встановлено, що використання вермигумусу і «НанOVERM» в раціонах свиней сприяє нормалізації та активізації білкового обміну, зміцнює імунітет, підвищує продуктивність тварин та їх збереженість.

**Практична цінність роботи.** Запропоновані заходи забезпечують ефективнішу переробку гною, виробництво вермигумусу та біологічно активної добавки «НанOVERM», зберігають довкілля, підвищують урожайність кормів та продуктивність свиней. Впровадження нової технології вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно з «стаціонарними буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу в 2,70 рази, знизити собівартість вермигумусу в 2,24 та підвищити рівень рентабельності в 2,22 рази. Технологія вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно з «крокуючими буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу у 1,60 рази.

Встановлено, що при внесенні вермигумусу 3 л/га, урожайність ячмення становила 4,01 т/га, що на 2,20 т/га вище відносно контролю (без добрив). При

обробці посіву ячмення «НанOVERMOM» 3 л/га, урожайність становила 3,57 т/га, що на 1,76 т/га вище відносно контролю (без добрив). Використання «НанOVERMU» підвищує урожай зерна озимої пшениці у дослідній групі на 22,3%, або 8,4 ц/га більше порівняно з контрольною.

Введення в раціон підсисних свиноматок, поросят-сисунів і відлучених поросят вермигумусу і «НанOVERMU» позитивно впливає на приріст живої маси та їх збереженість до трьохмісячного віку на 14,12 і 11,52%. Збагачення концентратного раціону відгодівельного молодняку свиней вермигумусом у дозі 5 і 10% сприяє підвищенню живої маси відповідно на 4,02 і 8,76%.

Результати досліджень впроваджено у ТОВ «ЛІГА СОЛАР» (м. Запоріжжя).

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і отримали позитивну оцінку на: конференції молодих вчених та спеціалістів (м. Полтава, Україна, 30 листопада 2023 р.); міжнародній науково-практичній конференції (м. Полтава, Україна, 7 грудня 2023 р.); міжнародній науково-практичній конференції (м. Київ, Україна, 29 серпня 2024 р.);

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 13 наукових праць, із них 4,5 у фахових виданнях України, 1 публікація тез та 3 патента України на корисну модель.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з анотації, переліку умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів, вступу, огляду літератури та вибору напряму досліджень, загальної методики й основних методів досліджень, результатів власних досліджень, аналізу та узагальнення результатів досліджень, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи складає 164 сторінок комп'ютерного тексту, містить 31 таблицю, 19 рисунків, 14 додатків. Список використаної літератури налічує 235 найменувань, у тому числі 134 на латиниці.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ Й ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.1. Технологія отримання вермигумусу із підстилочного гною

Отримання вермигумусу із підстилочного гною є важливим технологічним процесом, який широко застосовується у різних галузях сільського господарства. В його основі лежить вермикультивування - використання культури дощових черв'яків для переробки органічних речовин твердого гною [26, 43, 49, 88, 113, 114, 123, 166, 167].

Вермикомпостування - це простий біотехнологічний процес компостування, в якому використовуються певні види дощових черв'яків для покращення процесу переробки відходів та отримання якіснішого продукту. Вермикомпостування відрізняється від компостування з кількох причин. Це мезофільний процес, в якому використовуються мікроорганізми та дощові черв'яки, активні при температурі від 10°C до 32°C (не при температурі навколишнього середовища, а при температурі всередині купи вологого органічного матеріалу). Цей процес швидший, ніж компостування [3, 18, 31, 41, 42, 89, 115]. Отриманий від черв'яків продукт являє собою копроліт або вермигумус [37, 59, 99].

Вермигумус містить макро- та мікроелементи, вітаміни, гормони росту, ферменти, такі як: протеази, амілази, ліпази, целюлази, хітинази та іммобілізованої мікрофлори. Вермигумус сприяє зменшенню використання води для поливу, пригнічує ріст бур'янів, прискорює схожість, забезпечує швидкий ріст і розвиток рослин та більшу кількість плодів [8, 9, 44, 65, 74, 76, 77].

За даними ряда авторів, вермигумус є ідеальним органічним добривом для кращого росту і врожайності багатьох рослин завдяки наступним причинам. Він має вищу поживну цінність, ніж традиційні компости. Це пов'язано з підвищенням швидкості мінералізації і ступеню гуміфікації під дією дощових черв'яків [3, 32, 52, 81, 87, 102, 105, 127]. Вермигумус має високу

пористість, аераційну, дренажну та водоутримувальну здатність. Наявність мікробіоти, зокрема грибів, бактерій і актиноміцетів, робить його придатним для росту рослин. Вермигумус містить рослинні гормони цитокініни і ауксини, поживні речовини, такі як: нітрати, фосфати та обмінний кальцій і розчинний калій, вітаміни групи В, вітамін D і забезпечує підвищену доступність натрію, фосфору, калію, магнію [5, 61, 63, 71, 75, 129, 130].

Із вермигумусу отримують його рідку водно-лужну витяжку - вермичай, який містить живу мікрофлору, ґрунтові антибіотики, мікроелементи, макроелементи і також використовується як цінне органічне добриво [17, 110, 115, 118, 131].

В Україні наприкінці 20 сторіччя дощові черв'яки стали об'єктом пильної наукової уваги та практичної діяльності в галузі сільського господарства завдяки своїм унікальним властивостям. Насамперед це пояснюється невибагливістю до умов харчування та утримання, швидкому нарощуванню у їхньому тілі біомаси та високому вмісту білків. Для технології вермикультивування в господарствах України найчастіше застосовують гібрид червоних каліфорнійських гнойовий черв'яків (*Eisenia fetida*). Крім них також використовується червоний каліфорнійський черв'як *Eisenia andrei* і *Dendrobaena veneta* [136, 137, 164, 170, 200, 201, 227].

Науковцями країни були проведені широкі дослідження різних процесів при утилізації гною та інших органічних субстратів, що дало підставу для розробки різних способів вермикомпостування і вермикультивування та напрацювання нормативної бази [22, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 189, 193, 194, 206, 212, 213, 214, 215, 223].

На даний час розроблено різні способи і прийоми вермикультивування [70, 89, 100, 103, 119, 120, 133]. За способом вирощування дощових черв'яків процес вермикультивування може здійснюватися на відкритих майданчиках, в закритих приміщеннях, комбінованим способом та в спеціальних лабораторіях [129, 197].

За даними ряду авторів «біомасу черв'яків, в залежності від призначення і способу культивування, вирощують в буртах (грядках), контейнерах, ящиках, або стелажах, і ямах» [72, 80, 113, 133, 160, 196, 217, 231].

Ключовим моментом для отримання високоурожайної багатоярусної ящичної вермикультури є наступні параметри: наявність якісного субстрату, його об'єм, аерація, рН, температура, щільність популяції, своєчасне видалення капролітів черв'яків із ящика та продуктивної популяції черв'яків. Аналогічні вимоги відносяться і до вермикультивування в буртах [22, 43, 57, 73, 86, 125, 126, 131].

Бурти (гряди) – являють собою купи з органічних відходів різної висоти, ширини і довжини, що містять суміш базового субстрату з кормовим субстратом, які заселяють вермикультурою. В регіонах з жарким кліматом над буртами встановлюють навіси, щоб на них не попадало пряме сонячне світло. В регіонах з холодним кліматом в зимовий період сезону бурти розташовують в опалювальних приміщеннях. При закладці нового бурту на тверду рівну підлогу нашаровують попередньо підготовлений базовий субстрат висотою 10-15 см і шириною від 0,6 до 2,5 м, що дозволяє регулярно обслуговувати їх для підгодівлі або зволоження, а також контролювати температуру, вологість і значення рН. Для забезпечення оптимальних умов розмноження популяції компостних черв'яків бурти не повинні мати висоту більше 1,0-1,2 м. Довжина буртів не має важливого значення і залежить тільки від розмірів майданчика і приміщення, де їх розміщують [2, 91, 189, 212].

Для зимового утримання поголів'я компостних черв'яків створюються спеціальні, збільшені в розмірах і вкриті соломкою бурти, в яких забезпечується і необхідний запас корму для популяції компостних черв'яків на всю зиму, і задовільні умови для життєдіяльності, так як температура всередині бурту взимку не опускається нижче +6°C. Навесні бурти розкриваються і трансформуються в бурти оптимальних розмірів, які використовуються для отримання вермикомпосту і відтворення компостних черв'яків для внутрішніх

потреб самого виробника, або в комерційних цілях. Ця технологія має дві переваги: низькі капітальні витрати і просте обслуговування [189, 213, 217].

Набутий експериментальний і практичний досвід привів до розробки клинової системи. Вона більш проста та ефективніша для виробництва вермикомпосту, так як відпадає необхідність у відділенні біомаси компостних черв'яків від вермкомпоста-сирця. Особливість цієї технології полягає в регулярному додаванні тонких шарів (5-10 см) органічних відходів на базовий субстрат з вермикультурою, що має трикутну форму з нахилом  $45^{\circ}\text{C}$  від вертикального змінного бар'єру. Система клина може бути будь-якої ширини або довжини, але повинна бути обмежена у висоті (не більше 1,2 м) для простоти обслуговування. Вона повинна розташовуватися на бетонній підлозі або на будь-якій твердій поверхні [189, 213, 217].

Органічні відходи нашаровуються пошарово до тих пір, поки не сформуються бурти з кутом нахилу в  $45^{\circ}\text{C}$ . Бурти можуть розміщуватися в закритих приміщеннях і поза ними на відкритих майданчиках, але в останньому випадку необхідно накривати їх брезентом, спеціальною плівкою або шаром компосту, щоб уникнути втрати поживних речовин за рахунок їх вилуговування.

На початку 21 сторіччя науковцями була запропонована досконаліша модифікація клинової системи - це система самокрокуючих буртів [27, 83]. Вона заснована на основному інстинкті, який полягає в тому, що дорослі особини дощових черв'яків постійно мігрують у зону найбільш комфортну для їх проживання, тобто туди, де є достатня кількість якісного харчового субстрату, а також де оптимізовані температурні параметри, оптимальні рівні аерації, значень рН навколишнього середовища і вологості. У такій зоні відбувається накопичення і концентрування дорослих особин черв'яків до максимально можливої щільності популяції і вона починає активно працювати в зоні бурту, де відбувається більш швидка і більш повна переробка органічних речовин у кінцевий продукт - вермикомпост [141, 148, 189, 217].

Для цього в даній технології вермикомпостування проводять підгодівлю робочої популяції компостних черв'яків і зволоження базового і кормового субстратів тільки з однієї бічної сторони сформованого бурту, змушуючи популяцію дорослих компостних черв'яків, як і в клиновій системі, рухатися в горизонтальному напрямку. Спочатку з попередньо ферментованого органічного субстрату готують базовий субстрат, з нього на бетонній підлозі влаштовують подушку майбутнього вермибурта, тобто шар базового субстрату шириною 0,6-2,4 м і висотою 15-20 см. Довжина такої подушки з ферментованого органічного матеріалу лімітується довжиною майданчика для вермикомпостування або довжиною критого опалювального приміщення [147, 148, 189, 217]. Потім даний субстрат заселяється популяцією компостних черв'яків виду *Eisenia fetida* з розрахунку 0,3 кг (1500 особин) на квадратний метр. Через 7-10 днів нашаровують зверху кормовий субстрат шаром в 7-10 см і зволожують. Ці операції повторюють регулярно до тих пір, поки висота бурту не досягне 60-90 см. З цього моменту нашарування підготовленого ферментованого кормового субстрату для компостних черв'яків і зволоження здійснюють тільки з одного боку сформованого стаціонарного бурту [189, 217]. Підживлення вермикультури починають шляхом нашарування кормового субстрату раз в 2-3 дні шаром товщиною до 5-7 см тільки з одного боку. Зволоження бурту здійснюється також тільки з того боку, на який нашаровують свіжий корм. Практично вся популяція дорослих статевозрілих особин компостних черв'яків переміщується поперек бурту в горизонтальному напрямку в зону свіжої, вологої і збагаченої повітрям підгодівлі в даній зоні, що має товщину 15-20 см. Концентрація черв'яків, що переробляють органіку, досягає максимально можливого рівня для промислової популяції хробаків (до 350 тисяч особин/м<sup>3</sup>). Це призводить до створення активно працюючої зони вермикомпостування [16, 18].

Вермикомпостування може здійснюватися у спеціальних ваннах. На бетонованому майданчику споруджуються з бетонних блоків бічні стінки висотою до 60-80 см. Відстань між ними має бути такою, щоб до будинку

можливий був заїзд спеціальної техніки (для збору біомаси компостних черв'яків і вермикомпосту) [1, 32]. Довжина таких пристроїв обмежується тільки розмірами робочого майданчика. Потім на дно майданчика між бічними стінками нашаровується шар попередньо підготовленого базового субстрату товщиною до 15 см. Торцеві стінки ставлять на свої місця і виходить «ванна» у вигляді паралелепіпеда. У базовий субстрат вносять вермикультуру із розрахунку 10000 дорослих черв'яків на 1м<sup>2</sup> [147, 148, 189, 217]. Після заглиблення черв'яків у субстрат їх необхідно регулярно підгодовувати зволоженим кормовим субстратом шаром у 5-7 см. Коли вся ємність заповниться переробленим органічним субстратом, для збору вермикультури нашаровується шар свіжого корму на всю поверхню вермиложа, видаляють одну торцеву стінку і за допомогою ковша фронтального трактора-навантажувача знімають верхній шар корму разом з компостними хробаками (близько 10 см), який використовують для заповнення нового підготовленого вермиложа. Потім за допомогою завантажувача вибирають весь вермикомпост і перевозять на наступну технологічну ділянку [146, 150, 214].

Недоліками даної системи вермикомпостування є такі фактори: труднощі підтримки оптимальної вологості субстрату; трудомісткість процесу при збиранні вільного від компостних черв'яків вермикомпосту та проведення сепарації [189, 217].

Однією з головних незручностей і недоліком системи буртів, ложа або ванн є те, що для їх влаштування та для здійснення вермикомпостування є потреба у великих площах. Це також стосується і вермикомпостуючих систем клинових або «самокрокуючих» вермибуртів. Якщо всі ці системи вермикомпостування використовуються поза приміщенням на відкритому повітрі, де місце не настільки дороге, як всередині різних приміщень під дахом, то вирощування компостних черв'яків у закритому приміщенні або навіть всередині неопалювального приміщення є дорогим проектом.

Ящикові системи вермикомпостування знайшли розповсюдження серед школярів і садівників [1, 27, 100, 104, 116, 130, 133, 210, 231].

Вермикомпостуюча система безперервної дії працює наступним чином: компостні черв'яки живуть у контейнері прямокутної форми (шириною не більше трьох метрів), припіднятому на ніжках на висоту 50-70 см над рівнем підлоги. Довжина такого вермиложа обмежується тільки розмірами приміщення. Дно такого вермиложа виконане із спеціальної сітки на яку кладеться базовий субстрат і зверху заселяють вермикультурою. Кормовий субстрат періодично накладається зверху, а готовий продукт видаляється через сітчасту підлогу контейнера за допомогою широкого скрепера з гідравлічним приводом [112].

Перевага такої системи полягає в тому, що компостних черв'яків ніколи не турбують у своєму вермиложі, корм надходить регулярно зверху, біомаса дощових черв'яків мігрує в кормовий субстрат, а вермикомпост випадає знизу, проходячи через сітчасту підлогу.

В Україні науковці Житомирського національного агроекологічного університету провели дослідження контейнерної системи при компостуванні різних субстратів та вирощуванні різних видів черв'яків. Автори підтвердили ефективність запропонованої технології виробництва вермикомпосту контейнерним способом. Чистий прибуток, за даними авторів, становив 3217 грн/т [170]. Науковці із Зімбабве розробили вермиреактор із полівінілхлориду. Конструкція вермиреактора з безперервним потоком дозволила виробляти стабільну продукцію та може використовуватися для вермикомпостування середнього масштабу [84].

У США для отримання вермипродукції використовують автоматичний високоефективний реактор безперервної дії, виконаний у вигляді багатоярусної конвеєрної автоматичної системи «Worm Gin» [55]. Особливостями цієї системи є те, що вермиложа знаходяться зверху конвеєрних полотен, які розташовуються один над одним. Число таких вермилож залежить тільки від висоти приміщення. Товщина вермилож встановлюється не більше 10 см, з метою економії простору. Дві половини автоматизованої установки із закріпленими вермиложами розташовані одна

навпроти одної, а корм подається з центрального бункера вниз посередині між ними. Процес підживлення компостних черв'яків відбувається автоматично, рівномірно в кожному вермиложі обох частин установки. У міру того як субстрат з черв'яками рухається зверху вниз, вермикомпост падає з їх кінців на конвеєрні стрічки і доставляється в сепаратор. Утворений вермикомпост видаляють, а залишки змішуються зі свіжим кормом, щоб знову отримати поживне середовище, в якому компостні черв'яки живуть і розмножуються. Ця суміш зі свіжої підгодівлі й залишків субстрату, збагачених мікрофлорою, знову надходить в систему. Харчові відходи для компостних черв'яків подаються з центрального бункера автоматично. Цикл процесу вермикомпостування складає всього 7 днів. Але рекомендується цикл вермикомпостування проводити протягом 2-3 тижнів. Цей процес є безперервним при постійній подачі свіжого корму і щоденним видаленням вермикомпоста-сирцю.

Перевага даної системи перед іншими методами вермикомпостування органічних відходів полягає у наступному: годівля черв'яків, збір вермикомпосту і просіювання його автоматизовані; ефективніше використання площі і об'єму робочого простору; низькі енергетичні і експлуатаційні витрати, відсутність запахів при утилізації відходів.

На основі проведеного моніторингу систем вермикомпостування можна зробити наступний висновок. На даний час розроблено контейнерну, стелажну, рядову системи вермикомпостування з різним принципом дії, рівнем механізації і автоматизації виробничих процесів та циклом виробництва. Недоліком деяких контейнерних систем є те, що вони використовуються тільки в теплу пору року або в приміщеннях з обігрівом. У зв'язку з цим актуальною є розробка пристроїв та способів цілорічного виробництва вермипродукції.

Таким чином, подальший розвиток вермикомпостування дасть можливість розробити систему диверсифікації вермитехнологій для отримання органічної продукції в галузі тваринництва, а також вирішити низку актуальних екологічних завдань. У цьому аспекті перспективним

напрямок у системі агротехнологічного рециклінгу, на наш погляд, може бути удосконалення технології вермикомпостування.

## 1.2. Способи переробки вермигумусу

Світовий досвід показав, що для підвищення інтенсивності виробництва і оплати корму при відгодівлі тварин застосовуються різні види біологічно активних речовин (БАР). Практики сьогодні віддають перевагу тим біологічно активним речовинам, які не здатні накопичуватися в організмі, а в процесі метаболізму і синергічного впливу позитивно впливають на відгодівельну і м'ясну продуктивність. До таких БАР відносяться препарати виділені із вермигумусу і містять гумінові речовини [6].

За даними ряду зарубіжних дослідників для отримання гумінових речовин використовують різні хімічні і фізичні способи. Наприклад, уперше в Україні науковцями Дніпропетровського державного аграрного університету була розроблена технологічна схема біоконверсії соняшникового лушпиння за допомогою вермикультури *Eisenia foetida* з метою отримання біогумусу, як органічного добрива, а також біогумату (екстракту з біогумусу) – екологічно безпечного стимулятора росту рослин [156, 233, 234, 235].

Залежно від способу екстракції, що застосовується, науковці виділили такі фракції: гумін, гумінові кислоти, фульвокислоти, гематомеланові кислоти. Особливої уваги заслуговує вміст гуміну. Гуміни мають значну питому поверхню (600-1000 м<sup>2</sup>/г) і велику адсорбційну здатність. Для екстракції гумінової кислоти у воду з розчиненим вермигумусом додають КОН у співвідношенні 1:1, потім перемішують, фільтрують і таким чином отримують готовий продукт. За наступного хімічного методу у водний розчин вермигумусу добавляють NaOH + тетранатрій пірофосфату (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), постійно перемішують при 70°C протягом години. Суміш центрифугують протягом 15 хвилин при 548 об/г і фільтрують [92].

Заслуговує на увагу спосіб виробництва рідкого органічного добрива Опті-Рост. Технологічний цикл виробництва Опті Росту складається з

чотирьох етапів: підготовка води, підготовка та подрібнення вермикомпосту, ферментація та стабілізація параметрів, фільтрація та отримання готового продукту [152].

Зарубіжні дослідники розробили ряд способів, які дають можливість виробляти гумінові та фульвокислоти. За одним із них спочатку проводять сортування матеріалів, які піддаються обробці: дроблення, просіювання відібраного матеріалу, дроблення лужного розчину з метою утворення суспензії для екстракції гумінових і фульвових речовин, введення суспензії у реактор, де відбувається перемішування протягом певного часу і при температурі, яка підходить для оптимальної екстракції наявних гумінових і фульвокислот [7, 79]. При застосуванні вище наведених способів виділення гумінових речовин критичним є їх економічна ефективність, яка залежить від продуктивності, матеріальних і трудових затрат.

### **1.3. Використання продуктів переробки гною у тваринництві і рослинництві**

У теперішній час компостні черв'яки, вермигумус та продукти їх переробки стали об'єктом особливої уваги дослідників, підприємців, практиків у зв'язку з можливістю поповнення дефіциту білкової сировини в концентрованих кормах, які використовуються у різних галузях тваринництва [201]. На думку вітчизняних дослідників, «біомаса черв'яків є джерелом повноцінного білка та інших важливих речовин, що дозволяє використовувати її як кормову добавку для сільськогосподарських тварин та птиці». Встановлено, що біогумус та його екстракти (гумінові речовини) позитивно впливають на енергію росту підсвинків, курей-несучок та курчат-бройлерів [138, 197, 222, 233, 234, 235].

За даними Сонько С.П., додавання біомаси черв'яків до раціону сільськогосподарських тварин і птиці сприяє збільшенню виходу продукції та поліпшенню її якості. Так при додаванні 1 % біомаси черв'яків до раціону курей протягом 104 днів їх несучість підвищилась приблизно на 20 % за

одночасного зростання в яйцях вмісту протеїну. Використання в раціоні корів 0,5 кг свіжої біомаси черв'яків забезпечило підвищення надоїв молока на 22 %. Включення до раціону кормів тварин білкових добавок дає змогу скоротити витрати кормів на 30 %, підвищити вихід м'яса на 10 %, знизити собівартість продукції на 40 %, а в умовах гострого дефіциту білка ці показники можуть бути у 5-8 разів вищими.

Деякі науковці на основі вермикомпостування лушпиння соняшника отримали рослинну вуглеводно-білкову добавку РВБД, яка має поживну цінність – 0,48 кормових одиниць в кілограмі, при вмісті 17,8% сирого протеїну в сухій речовині. В складі РВБД присутні 18 амінокислот, вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, мінеральні речовини Са, Mg, Р, Fe, Cu, Mn, Zn.

Шаталін Д.Б. [234] провів ряд дослідів, у яких показав ефективність РВБД. Наприклад, «у першому досліді раціон підсвинків контрольної групи складався з 1кг ячменя, 0,5 кг кукурудзи, 0,3 кг гороху, 0,2 кг пшениці, 0,2 кг соняшникові макухи, 0,4 кг люцернового сінного борошна. Раціон тварин дослідної групи був аналогічним, але сінне борошно замінили РВБД». Автор встановив, що «додавання у раціон відгодівельних свиней РВБД, зменшує витрати кормів на приріст одиниці живої маси на 12–15%». Середньодобові прирости живої маси підсвинків дослідної групи порівняно з контролем були на 15,5% вищими.

У другому досліді відібрали три групи по 18 свиноматок великої білої породи. До складу раціону свиноматок контрольної групи входило 2 кг подрібненого зерна кукурудзи, 1 кг ячменя, 1 кг гороху, 1 кг сінного люцернового борошна і 4 кг соняшnikової макухи. У склад раціону тварин другої дослідної групи було введено 0,5 кг РВБД замість 0,1 кг соняшnikової макухи, а в раціон третьої дослідної групи було введено 1 кг РВБД, для чого вилучили 0,3 кг сінного борошна та 0,1 кг макухи. В кінці досліді було встановлено, що маса гнізда при відлученні склала відповідно  $54,58 \pm 3,71$ ;  $65,23 \pm 2,21$  і  $57,87 \pm 2,20$  кг.

У третьому досліді досліджували вплив РВБД на продуктивність поросят-сисунів. Було сформовано три групи по 50-54 голів у кожній. Поросята І контрольної групи споживали основний раціон, який складався із повнораціонної кормової суміші. Поросята ІІ дослідної групи отримували крім основного раціону 0,1-0,2 кг РВБД. Поросята ІІІ дослідної групи отримували основний раціон + 0,1-0,3 кг РВБД.

Досліди проводилися на поросятах, починаючи з 21-денного віку і закінчували через 20 діб. Аналізуючи отриманні дані, автор прийшов до висновку, що «годування поросят-сисунів кормом із додаванням вермітрансформованих добавок не впливає на чисельність тварин у гнізді при відлученні, але спричиняє суттєве зростання потенціалу росту. В свою чергу, зростання потенціалу росту ініціює активацію конкурентних взаємовідносин між тваринами у гнізді. Це дозволяє визначити у якості оптимального режиму годівлі такий, який відповідає варіанту ІІ в експерименті».

У четвертому досліді автор вивчав спільний вплив годівлі як свиноматок, так і поросят-сисунів на результативність їх вирощування. Свиноматкам дослідних груп давали згідно за схемою РВБД у дозуванні 0,5 та 1 кг на кожну голову на добу, вилучивши з раціону дослідних груп рибу та у третій групі 0,2 кг сінного борошна. Поросята другої групи крім основного раціону отримували 0,1 кг РВБД, а третьої - 0,15 кг РВБД за добу. Після закінчення дослідів маса гнізда при відлученні у 41 день склала у першій групі -  $50,96 \pm 1,84$  кг, у другій -  $61,89 \pm 3,02$  кг, у третій -  $62,77 \pm 2,30$  кг.

На основі проведених досліджень автор робить наступний висновок: «Годування поросят-сисунів кормом з вермітрансформованими добавками збільшує їх потенціал росту. Годування свиноматок та поросят-сисунів кормом із додаванням вермітрансформованих добавок найбільше впливає на чисельність тварин у гнізді при відлученні та спричиняє незначне зростання потенціалу росту».

Котляр О.С. [182, 183] вважає, що «переробка гною великої рогатої худоби методом вермикомпостування в масштабах України дає кількість

біомаси вермикультури достатню для забезпечення потреб у білкових добавках ряду статевих-вікових груп свиней». Автор рекомендує на базі біомаси каліфорнійського червоного черв'яка (КЧЧ) випускати лише борошно з біомаси черв'яків (далі ББЧ) або пульпу (аналог м'ясної пульпи, варений фарш з додатком суміші органічних і мінеральних кислот). ББЧ має переваги перед пульпою з точки зору технологічності змішування з преміксом або комбікормом і з точки зору економічності при перевезенні добавок на значні відстані (вміст вологи в пульпі досягає 70-75% маси). Причому актуальною є розробка методів виробництва БМВД на базі біомаси КЧЧ, в яких термічна обробка біомаси мінімальна, а біодоступність амінокислот, вітамінів, ферментів максимальна.

На основі проведених досліджень вчені Інституту тваринництва НААН (м. Харків) вважають, що «введення БМВД на базі біомаси вермикультури КЧЧ, приготованих за розробленими рецептами, до раціонів поросят на дорощуванні та ремонтних свинок дозволяє здійснити такі дії: відмову від дорогих та дефіцитних білкових компонентів раціонів (від рибного та м'ясо-кісткового борошна), заміну їх дешевшими компонентами з біомаси вермикультур та покрити потреби у макро- та мікроелементах, вітамінах D, B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> та незамінних амінокислотах» [184, 187, 189, 190]. Автори рекомендують щоденно згодовувати на одну голову поросят живую масою 8-10; 10-12; 12-14; 14-16; 16-18; 18-20 кг відповідно 28, 54, 38, 42, 37, 47 г ББЧ. За літній період вирощування ремонтним свинкам автор рекомендує згодовувати борошно із біомаси черв'яків в середньому 8,42 кг/гол. У зимовий період вирощування рекомендується збільшувати дачу борошна із біомаси черв'яків до 9,41 кг/гол.

Молодим підсисним свиноматкам (першоопороскам) при відлученні поросят у 26-денному віці автор рекомендує згодовувати борошно із біомаси черв'яків у кількості 14,93 кг на голову. Дорослим підсисним свиноматкам живую масою 180-200 кг автор рекомендує згодовувати на голову 14,49 кг борошна із біомаси черв'яків при відлученні поросят у 26-денному віці.

Підсисним свиноматкам меншою живою масою при терміні відлучення поросят у 26-денному віці автор рекомендує згодовувати 15,32 кг на голову.

Науковці Ханойського сільськогосподарського університету [114] провели дослідження, спрямовані на визначення ефективності згодовування черв'яків на ріст курчат-бройлерів (n=148). Починаючи з 42-денного віку, курчат розділили на контрольну групу і три дослідних, у раціон яких щоденно добавляли черв'яків по 1,0, 1,5 і 2% в перерахунку на суху речовину. Було встановлено, що курчата, які отримували дієту з добавкою 2% через 10 тижнів мали найбільшу масу (1925 г/голову проти 1823 г/голову в контролі)

Гейсун А. А. [159] у своїх дослідженнях, з метою збільшення маси тіла молодняку фазана мисливського, у комбікорм птиці вносила кормову добавку вермикультури, отриманої із біомаси червоного каліфорнійського черв'яка, яка була вирощена на поживному субстраті з додаванням біологічно активної добавки «Гумілід». До комбікорму вносити кормову добавку вермикультури у період із 1 до 7 доби у кількості 1,5%, а з 8 до 14 доби –2,5% від маси корму.

Автор наголошує, що «використання у комбікормах для фазанят кормової добавки вермикультури, отриманої з біомаси червоних каліфорнійських черв'яків, що вирощені на поживному субстраті з додаванням «Гуміліду» забезпечує збільшення прибутку на 10,7% та підвищення рівня рентабельності на 5,1%».

Гумінові речовини мають широкий спектр біологічної активності, впливаючи на обмінні процеси в організмі тварин і людини. Накопичено великий матеріал щодо впливу препаратів із гуміновими кислотами на імунний статус тварин. Гумінові кислоти через Пейєрові бляшки, що знаходяться в стінці кишечника, стимулюють імунну систему організму для захисту від чужорідних впливів. Під впливом гуматів посилюється фагоцитарна функція лейкоцитів, додатково стимулюються захисні сили організму, а це зменшує відхід і сприяє підвищенню безпеки молодняку. Це пов'язано насамперед з антибактеріальними та противірусними діями гумінових кислот, а також завдяки їх в'язучому, антирезорбтивному та протизапальному характеру [28, 58, 101].

Застосування гумінових кислот у годівлі свиней для лікування діареї сприяє послабленню запального процесу, розладу шлунку та гострої інтоксикації. Надаючи захисну дію на слизову оболонку шлунку, гумінові кислоти зменшують запальні процеси та покращують всмоктування поживних речовин.

Одним із найсприятливіших наслідків додавання гумінових кислот у корми для свиней є посилення загальної імунної відповіді тварин. Гумінові кислоти стимулюють захисні сили організму, посилюючи фагоцитоз. Поліпшуючи імунну функцію тварин, гумінові кислоти здатні значною мірою знижувати частоту діареї та інших розладів травлення, а також покращувати захист тварин від патогенів. Гумінові кислоти мають антимікробну дію на патогенну мікрофлору кишечника свиней, допомагають кращому засвоєнню поживних речовин, покращують ефективність кормів. Це призводить до збільшення живої маси тварин без підвищення кількості корму в раціоні [6, 58, 68, 128, 145].

Результати досліджень показують, що додавання гумінових кислот у їжу свиней значно покращує показники росту свиней та якість м'яса. При цьому зменшується шар хребтового сала та підвищується мармуровість м'яса [146, 168, 203, 207]. В туші свиней спостерігається збільшення маси їстівних частин; дегустаційні дослідження показали, що м'ясо стає піснішим, покращуються смакові якості [40, 64, 129, 134].

Поліпшуючи травлення та засвоєння їжі, гумінові кислоти оптимізують стан шлунково-кишкового тракту тварин. Це дає не тільки корисний фізичний та економічний ефект, але й позитивно впливає на навколишнє середовище за рахунок зменшення забруднення його екскрементами. Експериментально доведено, що включення гумінових кислот до раціону свиней сприяє зменшенню виділення аміаку з гною і тим самим зменшується запах гною [46, 78].

Вермигумус – концентроване добриво, містить збалансований комплекс поживних речовин і мікроелементів, а також стимулятори росту рослин

(гібереліни, ауксини, цитокініни), вітаміни, антибіотики, амінокислоти, корисну мікрофлору [11, 12, 20, 33, 34, 35, 45, 47, 92, 139, 146, 169, 171, 190, 208]. У контексті вищенаведеного актуальним є проведення порівняльних досліджень ефективності вермигумусу та продуктів його переробки при виробництві кормів.

#### **1.4. Обґрунтування напрямів експериментальних досліджень**

Проведений огляд джерел літератури показав, що вермикомпостування є одним із прогресивних способів переробки твердого гною, в результаті якого отримують високоякісне, екологічно чисте органічне добриво (вермигумус), яке використовують для підвищення родючості ґрунту, зміцнення кормової бази та вирощування безпечної органічної свинини. Однак наведені результати недостатньо висвітлюють порівняльну оцінку вермикомпостування в стаціонарних буртах, крокуючих буртах та вермиреакторах неперервної дії. Недоліком розроблених систем вермикомпостування є те, що вони використовуються тільки в теплу пору року або в приміщеннях з обігрівом. У зв'язку з цим актуальною є розробка пристроїв та способів цілорічного виробництва вермипродукції.

Недостатньо висвітлюється також проблема захисту вермипродукції від різних шкідників. Зовсім відсутні дані щодо вермикомпостування у великогабаритних упаковках «Big-Bag», виїмки із вермигумуса молодих черв'яків. Також недостатньо даних джерел літератури щодо глибокої переробки вермигумусу для отримання гумінових речовин та застосування їх у вирощуванні кормів. Наведені результати недостатньо висвітлюють застосування вермигумусу та продуктів їх переробки у свинарстві. Зокрема, доцільно визначити відтворювальні якості свиноматок, ріст і розвиток поросят-сисунів, відлучених поросят, відгодівельного молодняку свиней, їх гематологічні показники за додавання до комбікорму вермигумусу і «Нановерму».

Виходячи із вище зазначеного, доцільне проведення подальшого удосконалення елементів технології переробки твердого гною, застосування отриманих продуктів для виробництва кормів і свинини з метою підвищення ефективності виробництва. Отримання економічної вигоди від реалізації продукції в сучасних умовах є вельми актуальним.

## РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Схема та умови проведення досліджень

Експериментальні дослідження проводилися в період 2022-2024 рр. в ТОВ «ЛІГА СОЛАР», ТОВ «РІЧ СОІЛ» м. Запоріжжя та в лабораторії інноваційних технологій та експериментальних тваринницьких об'єктів Інституту свинарства і АПВ НААН, ТОВ «Агропрайм Холдинг» Одеської області, на кафедрі загальної та прикладної екології і зоології Запорізького національного університету (м. Запоріжжя) та у фермерських господарств Вільнянського та Оріхівського районів Запорізької області за схемою наведеною на рис. 2.1.



Рис.2.1. Загальна схема досліджень

**Етапи дослідження.** На першому етапі проводилася оцінка та удосконалення технології вермикомпостування у «стаціонарних буртах», у «крокуючих буртах» та у реакторах неперервної дії.

На другому етапі досліджували хімічний склад отриманого вермигумусу.

На третьому етапі досліджували процес вермикультивування у великогабаритних упаковках типу «Big-Bag».

На четвертому етапі з метою отримання гумусних речовин розробляли технологію глибокої переробки вермигумусу методом вихрового шару в установці АВС-100 та досліджували хімічний склад біопрепарату «Нановерм».

На п'ятому етапі проводили дослідження ефективності вермигумусу і отриманого із нього «Нановерму» при виробництві кормів.

Польові дослідження щодо впливу вермигумусу на продуктивність культур проводились на землях фермерських господарств Вільнянського та Оріхівського районів Запорізької області протягом 2022-2024 рр. за наведеними нижче схемами. Вермигумус був отриманий у ТОВ «ЛІГА СОЛАР» і ТОВ «ЛІГА СОІЛ» при використанні каліфорнійських черв'яків (*Eisenia Foetida*), а біопрепарат «Нановерм» – шляхом екстрагування вермигумусу в апараті вихрового шару АВС-100.



**Рис. 2.2. Цех для екстрагування отриманого вермигумусу в апараті вихрового шару АВС-100**

Досліджували вплив застосування біопрепарату «НанOVERM» на біометричні показники ярого ячменю сорту «Данте» та ураження кореневими гнилями. Також на цьому етапі досліджували вплив вермигумусу і біопрепарату «НанOVERM» на ранній онтогенез пшениці озимої сорту «Подольанка» за схемою наведеною у таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1

**Схема досліджень впливу вермигумусу і біопрепарату «НанOVERM» при вирощуванні ярого ячменю сорту «Данте»**

Варіант	Умови досліду*
1	Контроль 1 (без добрив)
2	«НанOVERM» 1,5 л/га
3	Фон КВС+«НанOVERM» 1,5 л/га
4	Фон КВС
5	Фон КВС
6	Вермикомпост 1,5 л/га + 250л води+КВС
7	Вермикомпост 3 л/га + 250л води+КВС
8	Вермикомпост 3 л/га + 250л води
9	Контроль 2 (без добрив)

\*) КВС -калійно-аміачна суміш, К -32

Таблиця 2.2.

**Схема досліджень впливу вермигумусу і біопрепарату «НанOVERM» при вирощуванні пшениці озимої сорту «Подольанка»**

Варіант	Умови досліду: препарат/доза
1	Контроль (без обробки)
2	Вермигумус 1,0 л на тонну
3	«НанOVERM» 1,0 л на тонну
4	Вермигумус 1,5 л на тонну
5	«НанOVERM» 1,5 л на тонну

Зразки відбирали по 100 насінин кожного варіанту обробки в триразовому повторенні. Пророщування насіння проводили в термостаті за температури +20<sup>0</sup>С на зволоженому фільтрувальному папері. Через три доби оцінювали енергію проростання насіння, а лабораторну схожість - через 7 діб.

На шостому етапі досліджували ефективність вермигумусу і отриманого біопрепарату «НанOVERM» при годівлі свиноматок великої білої породи, чистопородних поросят-сисунів, відлучених поросят і відгодівельного молодняка (табл. 2.3-2.6).

Таблиця 2.3

**Схема годівлі свиноматок**

Група	n	Умови годівлі підсисних свиноматок
Контрольна	5	Повнораціонний комбікорм за існуючими нормами
I-дослідна	5	Повнораціонний комбікорм + вермигумус (250 г на голову на добу)
II-дослідна	5	Повнораціонний комбікорм + БАД («НанOVERM») 10 мл на голову за добу

В дослідах використовували вермигумус, який пройшов процес гуміфікації, а саме - остаточне дозрівання, підсушування, сепарацію та очищення від баластових включень. Вологість вермигумусу була на рівні 45-50%.

Таблиця 2.4

**Схема годівлі поросят-сисунів**

Група	n	Умови годівлі молодняка
Контрольна	30	Повнораціонний комбікорм за існуючими нормами
I-дослідна	30	Повнораціонний комбікорм + вермигумус (50 г на голову на добу)
II-дослідна	30	Повнораціонний комбікорм + БАД («НанOVERM») 2 мл на голову за добу

Таблиця 2.5

**Схема годівлі відлучених поросят**

Група	n	Умови годівлі відлучених поросят
Контрольна	30	Стандартний комбікорм за існуючими нормами
I-дослідна	30	Стандартний комбікорм + вермигумус (80 г на голову на добу)
II-дослідна	30	Стандартний комбікорм + БАД («Нановерм») 4 мл на голову за добу

Ефективність застосування вермигумусу досліджували на ВАТ «Агропрайм Холдинг, Одеської області (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

**Схема годівлі відгодівельного молодняка**

Група	n	Умови годівлі відлучених поросят
Контрольна	30	Повнораціонний комбікорм за існуючими нормами
I-дослідна	30	95% комбікорму і 5% сухого вермигумусу
II-дослідна	30	90% комбікорму і 10% сухого вермигумусу

Рецепти комбікормів наведено у додатках З, К, Л, М, Н.

Умови утримання підсисних свиноматок і поросят-сисунів, а також поросят на дорощуванні наведено у додатку П.

На сьомому етапі досліджували інтер'єрні показники молодняка свиней у віці

На восьмому етапі визначали економічну ефективність результатів досліджень.

**2.2. Методики проведення досліджень**

Переробку гною та виробництво з нього вермипродукції проводили згідно [141...151]. Лабораторні дослідження були проведені в умовах ТОВ «ЛІГА СОЛАР» (м. Запоріжжя), на кафедрі загальної та прикладної екології і

зоології Запорізького національного університету згідно з чинним ДСТУ 4138-2002.

Зразки насіння ярого ячменю відбирали по 100 насінин кожного варіанту обробки, в 3-разовому повторенні. Пророщування проводили в термостаті за температури  $+20^{\circ}\text{C}$  на зволоженому фільтрувальному папері. Через три доби підраховували енергію проростання, а лабораторну схожість – через 7 діб.

Відбір ґрунтових зразків, виділення, культивування, облік бактеріальних комплексів та мікроскопічних грибів проводили за загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методиками. У лабораторних умовах досліджували кількісний і якісний склад ґрунтової мікрофлори, мікроскопічні дослідження виділених штамів мікроорганізмів, їх ідентифікацію.

Для виділення з ґрунту мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп використовували загальноприйнятий метод серійних розведень з наступним висівом ґрунтової суспензії на оптимальні щільні поживні середовища.

Після попереднього диспергування ґрунту готували розведення ґрунтової суспензії. Посів для виділення бактерій робили з розведення 1:100000, грибів – до 1:1000. Засіяні чашки культивували в термостаті за температури  $28^{\circ}\text{C}$ .

Виділення мікроорганізмів різних фізіологічних та еколого-трофічних груп і визначення їхньої чисельності проводили, використовуючи щільні поживні середовища. Для культивування амоніфікаторів використовували м'ясо-пептонний агар (МПА), для бактерій, що утилізують мінеральні сполуки азоту – крохмаль-аміачний агар (КАА), для мікроскопічних грибів – середовище Чапека-Докса із сахарозою (ЧА).

Склад середовища Чапека-Докса: (у г/л дистильованої води):  $\text{KCl}$  - 0,5;  $\text{MgSO}_4$  - 0,5;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  - 1,0;  $\text{FeSO}_4$  - 0,01;  $\text{NaNO}_3$  - 2,0;  $\text{CaCO}_3$  - 3,0; глюкоза або сахароза - 20,0; агар - 20,0.

Склад м'ясо-пептоного агару: живильне середовище випускається у вигляді порошку або готується з м'ясо-пептонного бульйону з додаванням в нього агар-агару (20 г/л). Склад крохмаль-аміачного середовища (г/л): розчинний крохмаль -  $5(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  - 1,0;  $\text{MgSO}_4$  - 0,5;  $\text{NaCl}$  - 0,5;  $\text{CaCO}_3$  - 1,5, агар - 10,0 дистильована вода - 0,5 л. Метод посіву - глибинний. Тривалість культивування бактерій 3-4 доби, грибів 7-14 діб у термостаті за температури  $28^\circ\text{C}$ . Повторність досліду - триразова. Чисельність мікроорганізмів, що вирости, виражали в колонієутворювальних одиницях (КУО) у 1 грамі повітряно-сухого ґрунту. При кількісному обліку приймали, що кожна колонія виникає в результаті поділу однієї клітини. Виділені колонії бактерій і мікроскопічну чисельність мікроорганізмів, грибів описували за морфолого-культуральними ознаками. Порахувавши кількість колоній на всіх паралельних чашках, визначали середню кількість колоній на чашці і потім робили перерахунок на 1 г повітряно-сухого ґрунту за формулою:

$$A = \frac{a \cdot b \cdot c}{d} \cdot g, \quad (1)$$

де  $a$  - кількість клітин в ґрунту;  $b$  - середня кількість колоній на чашці;  $c$  - розведення, з якого зроблений посів;  $d$  - кількість крапель в 1 мл суспензії;  $e$  - маса повітряно-сухого або абсолютно сухого ґрунту, взятого для аналізу. Мікробіологічний аналіз ґрунту проводився за загальноприйнятими методиками. Активність мікробіологічних процесів, що протікають у досліджуваних ґрунтах, визначали за допомогою розрахунку коефіцієнтів мінералізації-іммобілізації і педотрофності. Коефіцієнт мінералізації-іммобілізації розраховували за формулою:

$$K_{r-i} = \frac{C_{КАА}}{C_{МПА}}, \quad (2)$$

де  $C_{КАА}$  і  $C_{МПА}$  - кількість мікроорганізмів, що вирости на, відповідно, крохмаль-аміачному (КАА) та м'ясопептонному (МПА) агарах.

Кореневі гнилі обліковували восени в період кущення. Навесні - після відновлення вегетації (кущення - вихід в трубку) і під час колосіння - формування зерна. Обстежували свіжі, невисохлі зразки, коли чітко проявляється пігментація ураженої тканини. Проби рослин відбирали

завдовжки 0,5 м в триразовій повторності. При цьому рослини підкопували лопатою, обережно протрушували ґрунт, щоб не пошкодити корені; їх ретельно обмивали і розподіляли на групи за ступенем ураження кореневої системи. Поширення хвороби визначали за формулою:

$$P:a \times 100/v. \%, \quad (3)$$

де Р - поширення хвороби; а - кількість уражених рослин в пробі, в - загальна кількість аналізованих рослин в пробі, шт;

Ураженість рослин визначали за зовнішніми ознаками хвороби в балах.

Розвиток хвороби визначали за формулою:

$$R_x : (a-v) \times 100/ AK, \quad (4)$$

де R<sub>x</sub> - розвиток хвороби, %; а - кількість рослин з однаковими ознаками ураження, шт.; в - відповідний цій ознаці бал ураження; А- кількість рослин в обліку (здорових і хворих); К- вищий бал облікової шкали. Для визначення втрат врожаю, що приходяться на одиницю ураження (відсоток), вираховували коефіцієнт шкодочинності.

$$K_v:(100-Y) : B, \quad (5)$$

де У - урожай хворих рослин, % від контролю; Б - ступінь проявлення обстеження посівів і облік поразки рослин септоріозу проводяться у фазу кушіння восени. Навесні – в період кушіння - початок виходу в трубку (озимі посіви) і при кушінні ярових злаків; через 6 - 7 днів після колосіння. На полях площею до 100 га відбирали 20 проб по 10 рослин. При першому обліку ураженість кожного листа, при другому ураженість перших чотирьох листів й міжвузлів. Інтенсивність ураження рослин визначали за фактично зайнятою міцелієм площі листів і стебла, виражають у балах або відсотках: 0 - хвороба відсутня, рослина здорова; 1 бал (дуже слабка) - одиночні подушечки гриба на листах і міжвузлях нижнього ярусу, уражене до 10% площі; 2 бали (слабка) - помірна кількість подушечок на листах і міжвузлях нижнього ярусу, уражено 11-25 % площі; 3 бали (середня) - на нижніх листах розвиток значний, на верхніх - подушечки гриба неуражені, уражено 26–50% площі; 4 бали (сильна) - всі листи й міжвузля сильно уражені, подушечки зливаються із численним

спороношенням, уражено більше 50 % площі, може пошкоджуватися колосся. Після аналізу підраховували відсоток ушкоджених рослин на 1м<sup>2</sup> і середній бал їхнього ураження.

Відтворювальні ознаки свиноматок, відгодівельні та забійні якості молодняку визначали за відповідними методичними рекомендаціями Інституту свинарства і АПВ НААН [198].

Продуктивність молодняку свиней визначали за живою масою та її середньодобовим приростом, а збереженість за кількістю живих тварин на кінець періоду. Контроль за ростом і розвитком тварин різних піддослідних груп проводили шляхом їх індивідуального зважування у віці 28, 60, і 90, 120, 165 днів. У період проведення досліду умови годівлі та утримання всіх дослідних груп тварин були аналогічними, відповідно до технології, прийнятої у господарстві. Тип годівлі – концентратний із використанням кормів власного виробництва. Гематологічні дослідження проводилися за такими показниками: кількість еритроцитів та лейкоцитів, загальний білок, альбуміни, глобуліни, гемоглобін, за методиками Сумського державного університету [200] на кафедрі загальної та прикладної екології і зоології Запорізького національного університету.

Економічну ефективність результатів досліджень визначали згідно [169]. Результати досліджень оброблені за допомогою методів варіаційної статистики [181, 199].

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Особливості технології вермикомпостування в стаціонарних буртах, крокуючих грядках та у вермиреакторах неперервної дії

#### 3.1.1. Технологічні і біологічні передумови вермикомпостування

Вермикомпостування - це технологічний процес переробки органічних відходів за допомогою популяції червоного каліфорнійського черв'яка (*Eisenia fetida*), кінцевим продуктом є вермикомпост (вермигумус, біогумус) та збільшення популяції (біомаса черв'яків).

Поживні речовини вермикомпосту, є кінцевим продуктом розпаду органічних речовин, які утворюються в результаті травлення дощових черв'яків та аеробного розкладання за допомогою діяльності мікро- та макроорганізмів [15, 19, 20, 53]. Детально процес утворення вермигумусу в організмі черв'яків показано у праці ряду авторів.

Спочатку органічні відходи, які попадають у рот дощових черв'яків, розм'якшуються слиною, нейтралізуються і передаються далі через глотку і стравохід до шлунка. В м'язовому шлунку органічні сполуки дрібно подрібнюються і перетравлюються протеолітичним ферментом. Далі субстрат направляється у кишечник де за допомогою протеази, ліпази, целюлази, хітиназу тощо, повністю перетравлюється і поживні речовини всмоктуються в епітелії кишечника. Непертравлений матеріал під час проходження через кишечник збагачується деякими бактеріями, через анус виводиться зовні і в такому вигляді носить назву капроліт або вермікаст [48].

Далі, в процесі дії мікрофлори і мікрофауни капроліти старіють і досягають свого оптимуму з точки зору біологічних властивостей, перетворюючись у вермигумус, які сприяють росту рослин та запобігають їх хворобам. Процес вермикомпостування триває 2-4 місяці. При цьому кількість вермикультури збільшується в 4-9 разів.

Після 60 днів вермикомпостування коров'ячого гною та пшеничної соломи вміст азоту у вермигумусі порівняно з капролітами збільшився з 0,84%

до 1,34% в обробленому біогумусі, калію з 0,84% до 1,34% і фосфору з 1,27% до 1,83% [37].

Мікроби беруть участь у головному біохімічному розщепленні органічних полімерів у відходах біомаси на мономерні одиниці для вивільнення поживних речовин та енергії, тоді як інженери-екологи – дощові черв'яки сприяють фізичному та механічному розщепленню біомаси на дрібні частинки, збільшують площу її поверхні, покращують потік повітря всередині субстрату та разом із кишковими симбіотичними мікробними партнерами прискорюють повне перетворення проковтнутих матеріалів біомаси в біогумус. Для отримання цього багатого на поживні речовини екологічно чистого добрива потрібна відповідна технологія, відома як вермитехнологія. Кожна з цих технологій має свої обмеження та переваги, які впливають на наріст дощових черв'яків і швидкість перетворення біомаси [37].

Успіх вермикомпостування залежить від врахування біологічних властивостей, хімічних і фізичних факторів.

Особливою відмінністю червоного каліфорнійського черв'яка (ЧКЧ) від інших представників кільчастих черв'яків є такі чинники: швидкий ріст популяції, колективний спосіб життя, мала схильність до міграції, життєстійкість, ненажерливість, висока технологічність.

Основні фактори, які суттєво впливають на життя черв'яків – їжа, вода і температура. Основою харчування ЧКЧ є органічні відходи (харчові відходи, гній тварин і птахів, відходи промисловості: барда, жом, пивна дробина, целюлоза та ін.).

Оптимальна вологість субстрату для комфортного життя черв'яка – 75-85%. При вологості 35% гальмується розвиток черв'яків, при вологості 25% вони висихають, а при вологості 100% задихаються. Оптимальна температура для роботи та життя ЧКЧ: +15 – +30 °С. При температурі +4°C припиняється життєдіяльність черв'яків, а при температурі +42°C – гинуть.

Розвиток популяції ЧКЧ в оптимальних умовах: кожні 7-10 днів відбувається перехресне запліднення двох черв'яків, що призводить до

утворення двох яєць (коконів), які дозрівають і розкриваються протягом 2-3 тижнів (21 день). Яйце (кокон) містить від 1-20 мальків черв'яка. Годування відбувається у міру поїдання 70-80% кормового субстрату.

При надмірній наявності поживного субстрату та за умови оптимального місця для розмноження відбувається максимальний приріст популяції.



*Рис. 3.1. Товарний вигляд вермикультури готової до реалізації*

Розглянемо декілька варіантів щільності заселення ЧКЧ в стаціонарні бурти.

Приклад 1: При заселенні популяції ЧКЧ щільністю 2-2,5 кг біомаси черв'яків на 1 м<sup>2</sup> бурта черв'яки починають активно відкладати кокони, «розуміючи», що корму вистачить їм та їхньому потомству. Візуально встановлено, що за такої схеми черв'яки досягають довжини до 10 см і діаметру 5 мм. Тіло черв'яків товсте, щільне і активне. Кокони досить великі (до 2мм), мають пружну щільну оболонку і яскраве золотисте забарвлення, блищать при сонячному освітленні, більша кількість коконів (60-70%) знаходиться в робочій зоні (зона годування) і менша (30-40%) нижче робочої зони (на рівні 15-30 см). У робочій зоні спостерігається наявність мальків і підлітків. Популяція ЧКЧ досягає піку розвитку при співвідношенні 10 кг черв'яків на 1 м<sup>2</sup> бурта. Це є сигналом для розселення черв'яків на нові території або їх вилучення як біомаси.

Приклад 2: При заселенні популяції ЧКЧ високою щільністю (5-6 кг біомаси черв'яків на 1 м<sup>2</sup> бурта) отримуємо наступні дані. Щільність ЧКЧ дуже висока. Візуально фіксуються такі показники: швидкість поїдання субстрату, структура, маса популяції. Встановлено, що при такій схемі субстрат із високою швидкістю подається одночасно як у робочій зоні, так і по всьому фронту годівлі.

Популяція черв'яків на 90% складається з дорослих особин і підлітків. Черв'яки мають практично однаковий розмір 5-7 см в довжину і діаметр до 2,5 мм. Коконів у робочій зоні немає, нижче робочої зони (15-30 см) спостерігається невелика кількість (менше 1000 шт/м<sup>2</sup>) розміром до 1,5 мм. Біомаса черв'яків перевищує 10 кг/м<sup>2</sup>. Стаціонарні бурти стоять на місці протягом 6-8 місяців, а потім проводиться виїмка черв'яків та збір вермикомпосту-сирцю.

Отримана товарна біомаса ЧКЧ реалізується за призначенням. Маточне поголів'я використовується для збільшення площ виробництва і реалізації магазинам та рибним фермам, а вермикомпост-сирець направляється на переробку.

### **3.1.2. Технологія вермикомпостування «крокуюча гряда»**

Дана технологія дозволяє здійснювати вермикомпостування як у відкритому ґрунті, так і в приміщеннях.

Вона складається з кількох операцій: підготовка субстрату, формування стартового бурта, заселення бурта популяцією ЧКЧ, проведення контролю за адаптацією, годування, збір черв'яків, вермикомпосту-сирцю, створення умов для гуміфікації та мінералізації вермикомпосту, сепарація вермикомпосту та його зберігання.

Підготовка субстрату полягає в попередньому природному компостуванні перегною протягом 2-3 місяців на вулиці у відкритому ґрунті.



А

Б

В

**Рис. 3.2. Вермикомпостування в стаціонарних буртах: А - вид збоку, Б – вид зверху, В – у приміщенні**

Спочатку з попередньо ферментованого органічного субстрату готують базовий субстрат, з нього на бетонній підлозі влаштовують подушку майбутнього вермибурту. На нього викладається стартовий настил із субстрату шириною 80-100 см і висотою 20-30 см. Довжина залежить від розмірів приміщення або майданчика для компостування.

Адаптацію черв'яків визначають наступним чином. Спочатку роблять пробу на готовність субстрату, кладуть на нього близько 10 черв'яків і проводять спостереження протягом 2-3 хвилин.

Субстрат вважається готовим, якщо після закінчення трьох хвилин при сонячному освітленні всі черв'яки сховалися у субстраті. Якщо протягом трьох хвилин черв'яки залишаються на поверхні субстрату, варто продовжити його компостувати (багато аміаку).

Потім даний субстрат заселяється популяцією компостних черв'яків виду *Eisenia fetida* або *Eisenia andrei* з розрахунку на 1м<sup>2</sup> 2-2,5 кг ЧКЧ. Через 7-10 днів зверху бурта нашаровується кормовий субстрат шаром в 7-10 см і зволожується.

Ці операції повторюють регулярно до тих пір, поки висота бурту не досягне 60-90 см. З цього моменту нашарування підготовленого ферментованого кормового субстрату для компостних черв'яків і зволоження здійснюють тільки з одного боку сформованого стаціонарного бурту. Також підживлення вермикультури кормовим субстратом починають шляхом нашарування тільки з одного боку.



*Рис. 3.3. Вермикомпостування в крокуючих грядках*

Періодично проводиться зволоження водою методом дощування або розпилення (вологість субстрату повинна бути 75-85%). Бурт, що знаходиться у приміщенні, укривається агроволокном, а якщо на вулиці – соломомою. Шар соломи літом 10-15 см, а взимку 50 см.

Період адаптації відбувається протягом 14-30 днів. Починаючи з періоду адаптації, здійснюється постійний контроль за температурою, вологістю кормового субстрату.

Годівля проводиться у міру поїдання попередньої порції компосту на 95-100%. Перші 2-2,5 місяці черв'яків годують один раз на тиждень.

У міру приросту біомаси черв'яка приблизно через 2,5 місяці годування проводять 1,5-2 рази на тиждень. Субстрат укладається від середини

(вершини) бурта до підлоги постійно з одного боку у напрямку руху гряди. Висота шару 8-10 см (близько 100 літрів/1м<sup>2</sup>). При виході бурта в робочий режим продуктивність переробки кормового субстрату на 1м<sup>2</sup> становить 600 л/місяць. Перший збір вермикомпоста-сирцю здійснюється не раніше ніж через 4 місяці. Розміри бурта на цей момент повинні становити: висота – 1 м, ширина – 2 м. Зріз проводиться з протилежного боку від зони годівлі.



*Рис. 3.4. Підрізання буртів*

Зібраний з буртів вермикомпост-сирець відправляється на ділянку ферментації та гуміфікації (закритий ґрунт; приміщення, що провітрюється, без прямих сонячних променів), де укладається висотою 1,5-2 м для подальшого дозрівання та повільного природного сушіння до вологості близько 40% протягом 1-2 місяців. Мікроорганізми, бактерії та гриби в той період продовжують розкладання органіки на мікро- та макроелементи вже без участі черв'яків. Сепарація здійснюється після завершення терміну дозрівання вермикомпосту і вологості близько 40%. Для сепарації використовується сепаратор барабанного типу (22-24 об./за хв. Діаметр чарунки сита – 5 мм).

Зберігання здійснюється в сухих прохолодних приміщеннях навалом, у мішках або упаковках Big-Bag з поліетиленовою вкладкою при температурі  $+1 - + 25^{\circ}\text{C}$ .

### **3.1.3. Технологія вермикомпостування у стаціонарних буртах**

Вермикомпостування у стаціонарних буртах має в своєму складі аналогічні операції, що й у «крокуючої гряди». Але воно відрізняється характером годування, збором вермикультури та вермикомпосту-сирцю.

Годування проводять кожні 7-10 днів шляхом нашаровування зверху кормового субстрату товщиною 7-10 см і зволоження водою. Ці операції повторюють регулярно до тих пір, поки висота бурту не досягне 60-90 см. Наступним кроком є виїмка популяції ЧКЧ для кінцевого збору вермикомпосту-сирця. Виїмка відбувається наступним чином. Спочатку свіжий кормовий субстрат потрібно накласти в сітчасті ящики і розмістити їх по всій поверхні бурта. Черв'яки, рефлекторно мігруючи за кормом, за 2-3 дні заповзають у субстрат, після чого їх знімають та переносять на нове місце для формування стартового бурта, або для збору біомаси ЧКЧ.

Виїмку популяції потрібно проводити не менше трьох разів. Після чого слід зробити паузу на 3-4 тижні, за яку відбудеться дозрівання коконів у вермигумусі і вихід малька черв'яків. Далі проводиться кінцева виїмка малька.



*Рис. 3.5. Виїмка вермикультури із бурта*

Після закінчення збору популяція ЧКЧ відправляється за призначенням, вермикомпост-сирець – на ділянку ферментації та гуміфікації. Готова продукція розфасовується у пластикові мішки (Додаток Г).

### 3.1.4. Технологія вермикомпостування у реакторі безперервної дії

Реактор безперервної дії - це високотехнологічний агрегат для потокового вермикомпостування у виробничих приміщеннях. Вермиреактор має форму прямокутного паралелепіпеда з розмірами робочої камери: довжина - 245 см, ширина - 104 см, висота - 90 см. Площа робочої зони – 2,5 м<sup>2</sup>, об'єм робочої камери - 2,3 м<sup>3</sup>.



**Рис. 3.6. Загальний вигляд вермиреактора безперервної дії з ручним приводом**

Дно вермиреактора має сітчасту основу (розмір вічка 200 x 50 мм), над сіткою розміщений підрізний механізм. Він складається з чотирьох направляючих (профтруба 40 x 40мм), по яких рухається ніж уздовж реактора. Рух ножа здійснюється за рахунок встановлених по торцях реактора механічних лебідок (900 кг).

Технологічні операції у реакторі відбуваються наступним чином. Спочатку по всій площі дна реактора застеляється картон. У робочу зону подається кормовий субстрат, де він переробляється популяцією ЧКЧ. На картон накладається кормовий субстрат із маточним поголів'ям у пропорції 250 кг субстрату: 25кг ЧКЧ і закривається агроволокном (пінофол). Вологість субстрату повинна бути 85%.

У період адаптації (14 днів після заселення) важливо слідкувати за наявністю їжі, температурою і вологістю. Оптимальна робоча температура у вермиреакторі  $+15 - +30^{\circ}\text{C}$ , вологість у робочій камері  $-75\% - 85\%$ . Кормовий субстрат подається з вологістю  $85\% - 95\%$ , Ph  $6,5 - 7,2$ .

Годування здійснюється 2 рази на тиждень по мірі переробки субстрату в робочій зоні вермиреактора на  $90-95\%$  у два етапи. Спочатку шар корму товщиною  $8-10$  см накладається на  $50\%$  площі зони годування. Як тільки черв'яки повністю занурилися у першу частину кормової зони, проводиться закладка другої половини корму.

Перший зріз компосту-сирця здійснюється по мірі заповнення робочої камери на  $85-95\%$  (не раніше ніж 4 місяці від старту). Наступні зрізи проводяться перед годуванням при заповненні робочої камери на  $90-95\%$ .

Прохід ножа в один бік зрізає  $4$  см вермикомпосту сирцю, зріз у два проходи  $-8$  см ( $0,2\text{м}^3$  сирцю). Зібраний вермикомпост-сирець відправляється на ділянку гуміфікації для подальшого дозрівання.

Продуктивність вермиреактора: переробка гною  $13500$  кг/рік, вихід вермикомпосту-сирцю  $- 8,1$  тонн/рік, приріст популяції ЧКЧ приблизно  $3$  кг/місяць.

Виходячи з результатів досліджень, які були проведені на базі розплідника ТОВ «ЛІГА СОЛАР», можна зробити наступні висновки.

Порівнюючи технології «крокуюча грядда» та «стаціонарна буртова», слід зауважити, що вони мають спільні можливості для реалізації як на відкритих ділянках, так і в закритих місцях (підвали, будівлі, ангари, теплиці) без додаткових фінансових вкладень за рахунок швидкого росту популяції ЧКЧ.

Але технологія стаціонарних буртів має такі недоліки:

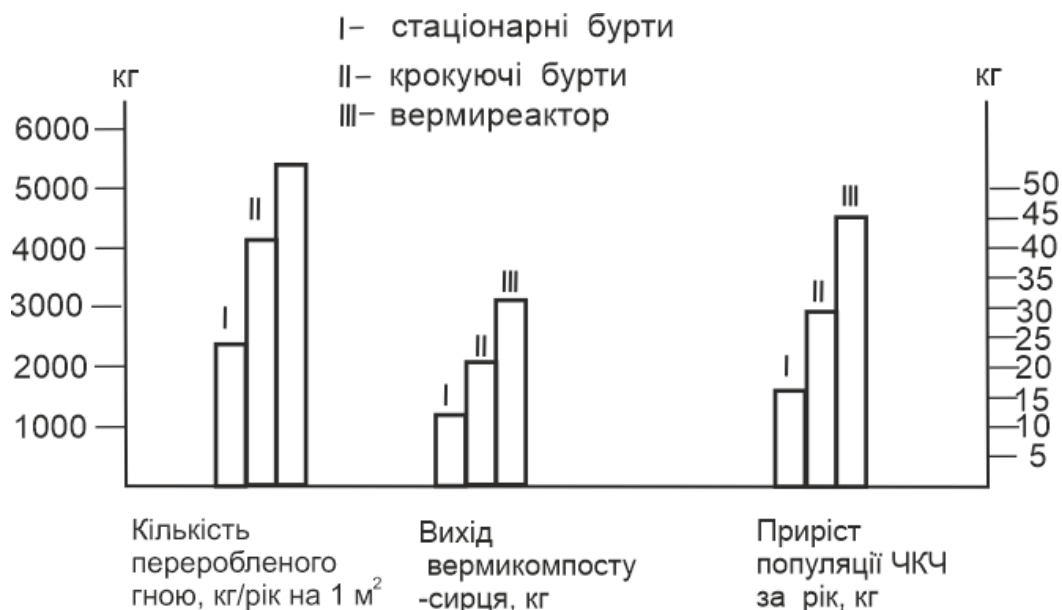
- при значному масштабуванні збільшується навантаження на фізичну силу в досить стислий період для обслуговування процесу виманки популяції та переселення в нові підготовлені бурти з одного в три по завершенню циклу вермикомпостування;

- при використанні огорожі також зростають фінансові витрати на придбання та монтаж по периметру нових буртів;
- потрібно постійно мати велику кількість ящиків для виманки та транспортування популяції;
- збір вермикомпосту здійснюється один раз кожні 180-240 днів (в середньому 1,5 рази на рік).

З метою підвищення ефективності вермикомпостування нами запроваджена технологія так званої «крокуючої гряди». Вона дає можливість проводити безперервний технологічний процес отримання вермикомпосту впродовж усього року (замість двох разів на рік), що в свою чергу забезпечує стабільний процес виробництва з однаковим розподілом фінансових та фізичних затрат на весь період. Крім того, вона дає можливість досягти швидкого масштабування за рахунок спецзасобів і механізації та зменшення операцій, пов'язаних із ручною працею.

Розглянемо тепер для порівняння технологію вермикомпостування за допомогою вермиреакторів неперервної дії. Дана технологія розроблена для підвищення продуктивності вермикомпостування на 1 м<sup>2</sup> площі у закритих приміщеннях із температурним режимом +10 – +30<sup>0</sup>С. Вона забезпечує повну автоматизацію процесів, зменшує собівартість вермикомпосту, дає можливість контролювати фізичні параметри (температура, вологість, насиченість киснем) під час вермикомпостування і доступна до широкого впровадження у домогосподарствах, фермерських господарствах, тваринницьких фермах та ін.). Ефективність розглянутих технологій наведена на рис. 3.7. Дані рисунку свідчать про те, що виробництво вермигумусу і вермикультури залежить від технології вермикультивування. Наприклад, технологія вермикультивування у крокуючих буртах порівняно із стаціонарними в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> дозволяє збільшити виробництво вермигумусу в 1,68 рази, вермикультури в 1,87 рази, Технологія вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно з «крокуючими

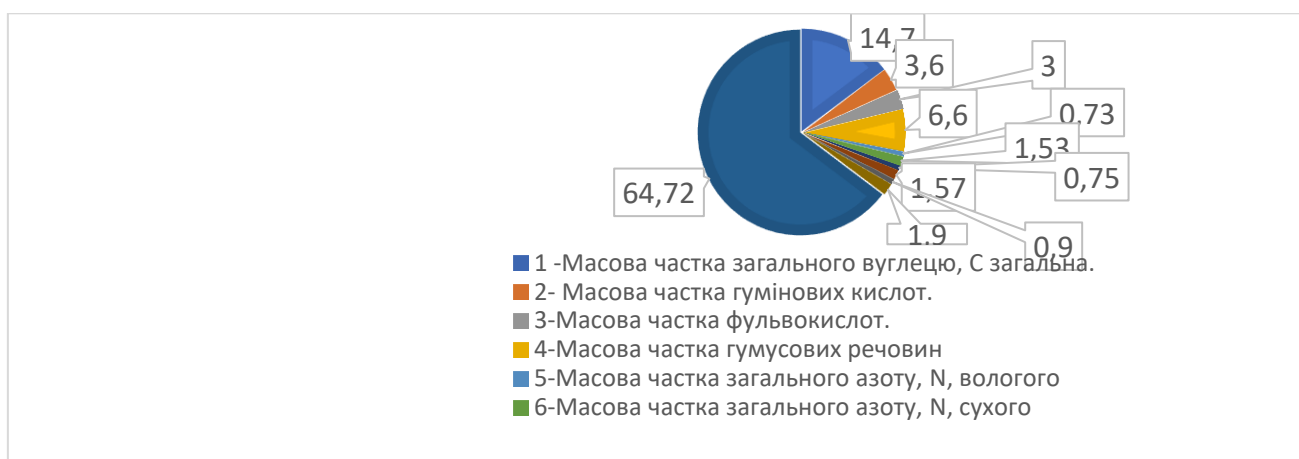
буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу в 1,60 рази, а вермикультури в 1,43 рази.



**Рис.3.7. Вихід продукції за різних технологій вермикомпостування**

Технологія вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно зі «стаціонарними буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу в 2,70 рази, а вермикультури в 2,68 рази, знизити собівартість вермигумусу в 2,24, а вермикультури у 2,6 рази та підвищити рівень рентабельності в 2,22 і 2,6 рази відповідно. Хімічний склад отриманого вермикомпосту наведено на рис. 3.8.

Наведені дані свідчать про те, що вермигумус є цінним джерелом важливих мінеральних речовин, що дозволяє використовувати її як кормову добавку при виробництві кормів і свинини.



**Рис. 3.8. Хімічний склад вермикомпосту**

На підставі вище наведених матеріалів можна зробити наступні висновки:

1. Технології «буртового компостування» та «крокуючі гряди» при невеликих площах виробництв із ручною працею мають майже однакові показники за фізичними і фінансовими затратами.

2. При масштабному механізованому виробництві впровадження крокуючих гряд дає можливість зменшити фізичну працю і збільшити обсяги виробництва .

3. Собівартість вермикомпосту при масштабному виробництві значно зменшується.

Матеріали підрозділу опубліковані у джерелі 168.

## **3.2. Розробка інноваційних способів вермикомпостування**

### **3.2.1. Спосіб отримання вермигумусу**

Відомий спосіб отримання вермигумусу, який полягає 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 [18].

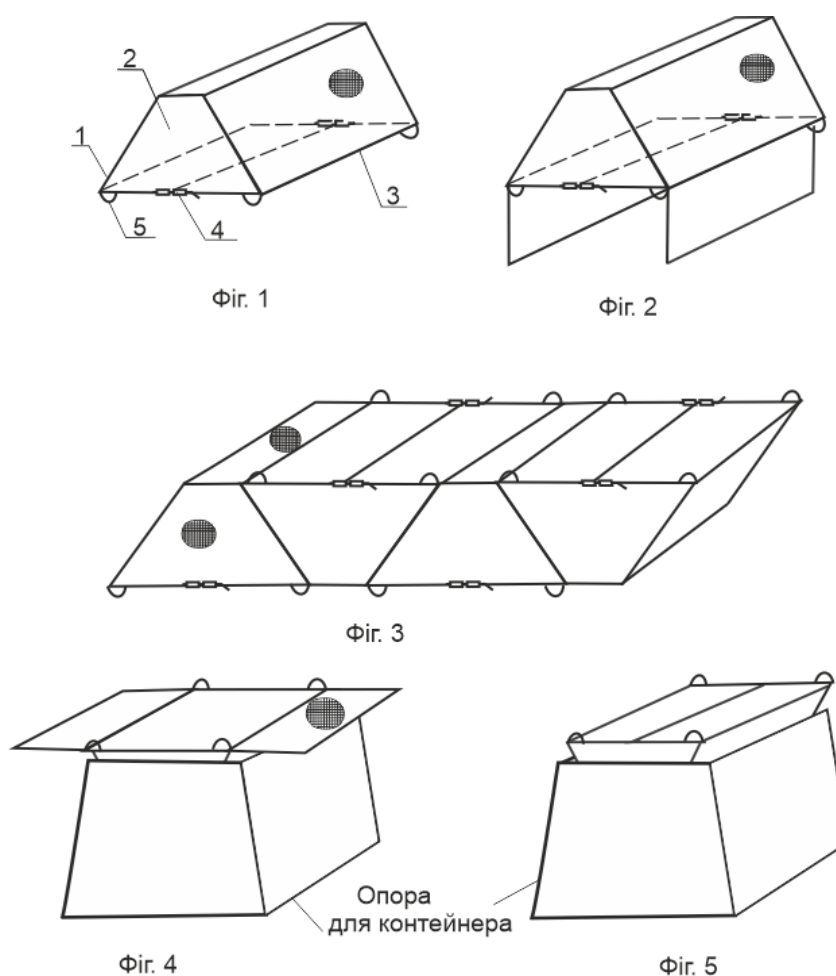
Недоліком даного способу є те, що компостні черв'яки – є ласим кормом для щурів та мишей [73]. У результаті чого зменшується вихід вермигумусу і вермикультури.

В основу корисної моделі поставлена задача – удосконалення способу шляхом запобігання контакту гризунів із черв'яками.

Зазначена задача досягається тим, що гряди формують з окремих решітчастих контейнерів заповнених компостом і вермикультурою, а після завершення вермикомпостування і вермикультивування до них підставляють нові контейнери, заповнені поживним субстратом без черв'яків.

Для здійснення способу розроблено контейнер (рис. 3.9, фіг. 1-5), який складається з металевої рами (1), у вигляді усікненої пірамідальної 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 проекції в робочому стані, на фіг. 2 – в неробочому 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.



**Рис. 3.9. Загальний вигляд контейнерів для грядової вермифтехнології**

Приклад 1. Субстрат органічного складу з попередньо ферментованого органовмісного матеріалу (коров'ячий, свинячий гній або інші органовмісні 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 однієї з 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 вермикомпостування і вермикультивування та утворення в контейнері свіжого вермигумусу до нього щільно підставляють другий контейнер, заповнений свіжим поживним субстратом, куди мігрують черв'яки з першого контейнера, утворюючи наступну активну зону вермикомпостування і вермикультивування (фіг. 3). Після завершення вермикомпостування і вермикультивування та утворення у другому контейнері свіжого вермигумусу до нього знову щільно підставляють третій контейнер з поживним субстратом, куди мігрують черв'яки з другого контейнера і т.д.

Контейнери з відсутніми черв'яками і готовим біогумусом самохідним штабелером піднімають за петлі (5) і перевозять за призначенням. На місце евакуйованих підставляють нові контейнери зі 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, що значно підвищує вихід вермикультури і вермигумусу.

*Таблиця 3.1.*

**Порівняльна характеристика ефективності різних способів вермикультивування і вермикомпостування**

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

Дані таблиці 3.1. свідчать про те, що застосування нового способу вермикультивування і вермикомпостування підвищує вихід вермикультури на 14,78% і вермигумусу на 23,36%.

Матеріали підрозділу опубліковані у джерелах [175, 176, 225].

### **3.2.2. Спосіб виїмки молодняку гнойових черв'яків із компосту**

Відомий спосіб збору гнойових черв'яків із компосту. Він полягає в тому, що в окремі сітчасті мішечки, які використовуються в народному господарстві для зберігання різних овочів, вносять приманку – торф, гнилі кусочки овочів, кавову гущу, кусочки паперу, а потім закладають у верхній шар компосту, в який раніше була завантажена вермикультура для його переробки [182].

У процесі вермикомпостування черв'яки із компосту заповзають у сітчасті мішечки, де споживають вищеописану приманку. По завершенню переробки гумусу і приманки мішечки з черв'яками на різних стадіях розвитку (молоді, статевозрілі) виймають із переробленого компосту і відправляють за призначенням.

Недоліком даного способу є те, що він не дозволяє відділяти молодих особин від статевозрілих. У науковій і виробничій практиці така технологічна операція конче потрібна.

Тому з метою удосконалення способу приманку вносять у мішечки, які виконані з протимоскітної сітки (розмір чарунок не більше 1,4 мм), а в якості приманки використовують гнилі фрукти (плоди груш, яблук, абрикос, слив) вологістю не більше 70%. Крім того, термін знаходження мішечка у компості не повинен перевищувати 5 діб.

Приклад. У підготовлений компост із вермикультурою (гнойові черв'яки *Eisenia fetida*) вносять мішечки, виконані з протимоскітної сітки (розмір чарунок не більше 1,4 мм), заповнені приманкою - гнилі фрукти (плоди груш, яблук, абрикос, слив) вологістю не більше 70%. Така вологість забезпечує оптимальні умови для життєдіяльності черв'яків. Спостереження показали,

що черв'яки значно краще споживали гнилі фрукти (плоди груш, яблук, абрикос, слив) порівняно з гнилими овочами (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Привабливість приманки для черв'яків за прототипу і нового способу**

Показник	Вид приманки у мішечку	
	мох, гнилі овочі, кавова гуща, кусочки паперу	гнилі фрукти (плоди груш, яблук, абрикос, слив)
Кількість молодих черв'яків у мішечку через 5 днів після внесення черв'ячного пакету, %	38	52
Кількість молодих черв'яків у мішечку через 10 днів після внесення черв'ячного пакету, %	64	88

Спостереження показали, що молоді черв'яки (до 20-денного віку) вільно проникають через чарунки протимоскітної сітки (діаметр чарунки 1,4мм), а у віці до 40-45днів проникають через чарунки з напругою, змінюючи товщину тіла за рахунок значного його видовження.

Періодично, але не пізніше 5 днів, мішечки виймали із компосту і відправляли за призначенням, а утворений вермикомпост просівали через вібросито і таким чином отримували чистий вермикомпост і дорослих особин. Чому потрібно не пізніше 5 днів мішечки виймати із компосту? Це пов'язано з тим, що через 4-5 днів молоді черв'яки стають дорослими (статевозрілість у черв'яків настає і віці 50-60 днів). Якщо на момент внесення черв'яків у мішечок вік складатиме 45 днів, а термін перебування буде більшим ніж 5 днів, молоді особини віком 45 днів перетворяться у статевозрілі ( $5+45=50$  днів), що нанівець зведе успіх способу.

Даний спосіб виїмки молодняка черв'яків (*Eisenia fetida*) із компосту може бути застосований і для черв'яків інших видів за умов схожості морфо-фізіологічних параметрів (вік, довжина тіла, товщина тіла, статевозрілість).

Перевага запропонованого способу полягає в тому, що він забезпечує відділення із компосту молодих особин від статевозрілих.

Матеріали підрозділу опубліковані у джерелі 226.

### **3.2.3. Вермикультивування у великогабаритних упаковках типу «Big-Bag»**

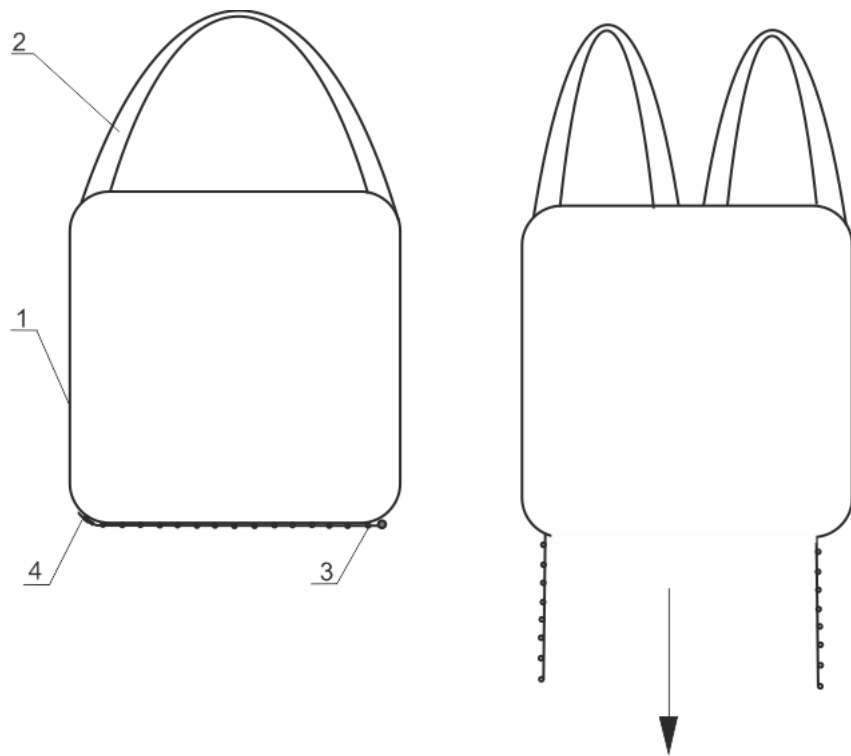
Утилізація гнойових стоків є однією із найважливіших проблем, яка виникла за промислового виробництва свинини. Вирішення даної проблеми залежить від вибору та якості систем видалення та утилізації гною [189, 207].

Тому останнім часом у наукових закладах різних країн світу ведуться інтенсивні пошуки методів та способів видалення, переробки та використання гною з великих свинокомплексів, що передбачають його повну утилізацію. Вирішення даної проблеми заключається насамперед у тому, щоб тваринницькі комплекси стали джерелом сировини для отримання додаткової сільськогосподарської продукції [173].

Сучасний етап повної (глибокої) утилізації гною характеризується використанням біотехнологічних методів. Одним із них є вермикультивування.

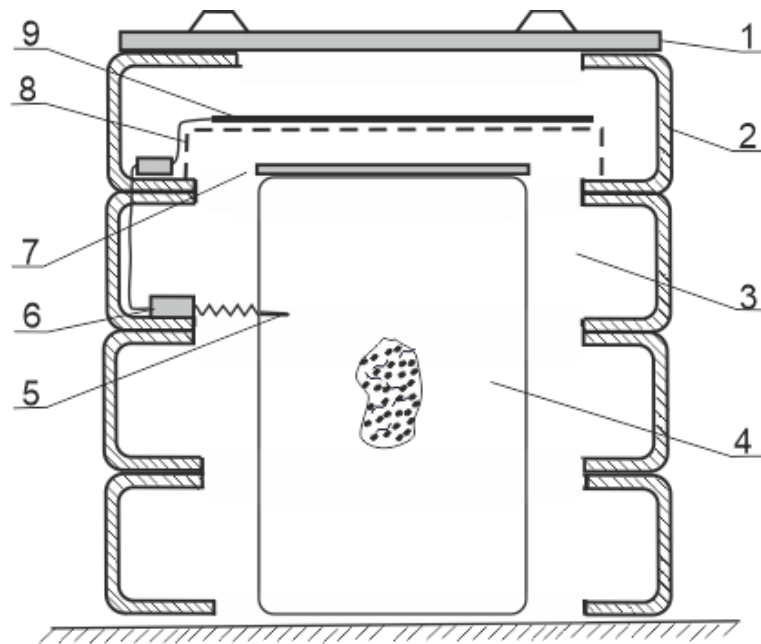
У цьому зв'язку актуальним є подальша розробка та удосконалення нових технічних засобів вермикультивування. Дослідження проводилися у ВАТ «Агропрайм Холдинг» Болградського району, Одеської області.

В якості біологічного реактора для виробництва компосту та вермипродукції нами була використана великогабаритна упаковка «Big-Bag» (0,75 x 0,75 x 1,25), яка широко використовується для розфасовки упакованих і насипних будівельних матеріалів, руди, овочів, фруктів, мінеральних добрив і т.п. (рис. 3.10).



**Рис. 3.10. Вермикомпостер з гнучкими стінками: 1 - корпус із поліпропіленовими стінками, 2 - ручки для захвату краном, 3 - кільця, 4 - шнур**

Реалізація поставленого завдання відбувається у такий спосіб. За допомогою транспортера через горловину упаковки завантажують свіжий гній пошарово і зверху поливають водним розчином біологічного препарату «Комплезин», який призначений для швидкої переробки гною і отримання вермигумусу придатного для заселення вермикультури. Препарат спочатку розбавляли теплою водою (20 г на 1 л) і через 15 хв. рівномірно обприскували гній, який вносили в упаковку з розрахунку 10 л на 1 м<sup>3</sup> гною. Згідно рекомендацій виробника процес компостування слід проводити у весняно-осінній період, який відбувається протягом 6-8 тижнів залежно від зовнішньої температури. В нашому дослідженні було поставлене додаткове завдання: провести компостування в холодний період року (осінь-весна). Для зберігання кожної упаковки застосовувався футляр, який являє собою чотири горизонтально складені реконструйовані вживані скати вантажних автомобілів, накритих кришкою з поліуретану (рис. 3.11).



**Рис. 3.11. Футляр для упаковки «Big-Bag із субстратом»: 1 - кришка, 2 - скат, 3 - порожнина, 4 - упаковка, 5 - капілярна трубка, 6 - термостат, 7 - дошка із поліуретану, 8 - решітка, 9 - нагрівальний елемент**

Для обігріву субстрату застосували установку, яка складалася з термостата і нагрівального двометрового кабеля (30 Вт/м). Термостат містить корпус із ручкою, балончик із фреоном, з'єднаний із пружиною і капілярною трубкою та розрахований на підтримання температури в діапазоні  $-30...+30^{\circ}\text{C}$ . Для запобігання пересихання гною в упаковці «Big-Bag» на неї клали дерев'яну дошку, а зверху розміщували обігрівальну установку. В субстрат засовували капілярну трубку і на корпусі за допомогою ручки виставляли температуру  $30^{\circ}\text{C}$ . За такого параметру термостата і середньої температури зовнішнього повітря в межах  $+0,4...-3^{\circ}\text{C}$  процес компостування тривав п'ять тижнів.

Далі у підготовлений компост (70-80%) зверху вносили маточний ящик з каліфорнійськими черв'яками (0,78 кг). Температура в зоні життєдіяльності черв'яків залежно від температури зовнішнього повітря коливалася в межах  $13-18^{\circ}\text{C}$ .

Процес вермикомпостування тривав п'ять місяців. По закінченню вермикомпостування маса черв'яків склала 5,48 кг, а об'єм вермигумусу –  $0,5\text{ м}^3$ .

Для отримання рідкого вермигумусу або «вермічаю» на субстрат виливають декілька літрів спеціально очищеної структурованої води, яка протікає через весь субстрат, насичується живою мікрофлорою, ґрунтовими мікроорганізмами, спорами, ґрунтовими антибіотиками, мікро- і макроелементами, гуматами, фульвокислотами, амінокислотами, фітогормонами, ферментами, вітамінами, гормонами росту і розвитку рослин і стікає через висипний клапан, розташований у днищі упаковки.

Після закінчення процесу переробки компосту проводять відбір маточної вермикультури для подальшого її розведення.

Для цього на поверхню утвореного вермигумусу кладуть ящик із новим поживним субстратом, до якого охоче переселяються черв'яки. Далі ящик із маточною культурою кладуть у великогабаритну упаковку з підготовленим компостом.

Вермигумус разом із коконами та рештою черв'яків висипають у транспортні засоби, вивозять на поля для підвищення родючості ґрунтів або використовують в якості кормової добавки.

Матеріали підрозділу опубліковані у джерелі 174.

#### **3.2.4. Спосіб глибокої переробки вермигумусу, шляхом застосування апарату вихрового шару (ABC-100)**

Для отримання із вермигумусу біологічно активних речовин застосовують різні способи. Наприклад, 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 поживні мікро- і макроелементи та деякі фізіологічно активні речовини [45].

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.

Недоліком цього способу є велика тривалість процесу за рахунок сильного розбавлення (1:10) сировини водою.

Тому для отримання із вермигумусу біологічно активних речовин нами застосовано апарат вихрового шару АВС-100. В сільськогосподарській сфері його застосовують для дезінфекції води, знезараження стоків, знезараження курячого посліду та свинячого гною [135].

Тому з метою підвищення якості цільового продукту 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) і піддають впливу ряду фізичних факторів, а саме: інтенсивної механічної диспергації, акустичної диспергації, електричної диспергації, 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 розроблена технологічна лінія (рис. 3.12-3.14). Вона містить основні пристрої: ваговий дозатор (1), шнек (2), ємність (3) з мішалкою (4), апарат вихрового шару (АВС) (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).

Спосіб реалізується наступним чином. До вагового дозатора (1) подають заздалегідь очищену від сторонніх включень 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.

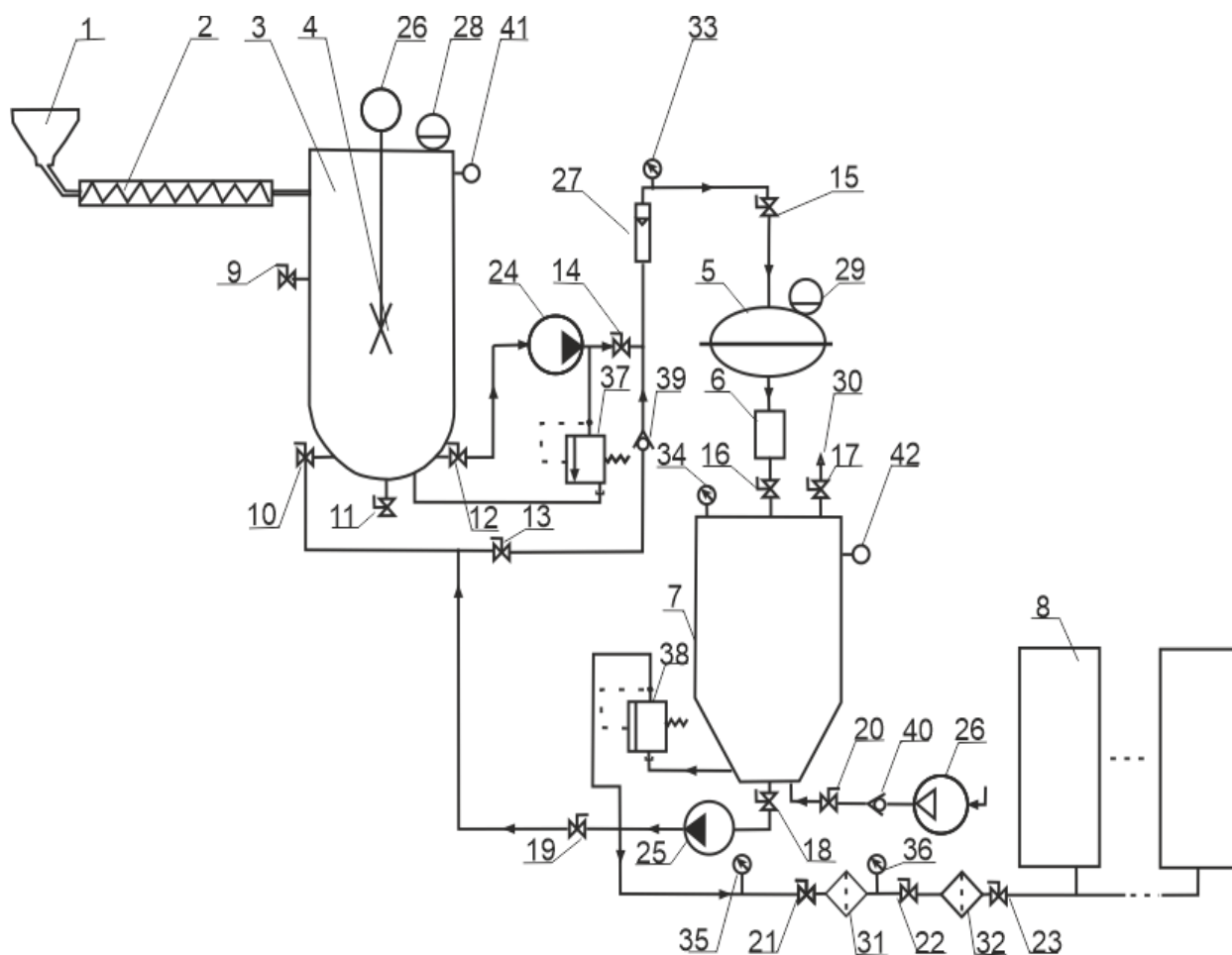


Рис. 3.12. Технологічна лінія для глибокої переробки вермигумусу

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). 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).



**Рис. 3.13. Загальний вигляд обладнання та установки ABC-100 для отримання «НанOVERму»**

Для запобігання потрапляння 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 монометром (35 та 36 відповідно). Після фільтрації готовий продукт поступає до кінцевої ємності (7) місткістю 500-20000 л.



*Рис. 3.14. Додаткове обладнанням апарату вихрового шару АВС-100*

На відміну від прототипу, продукт, що обробляють 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. Усі разом перераховані вище фактори сприяють прискореній пептизації колоїдного розчину гумусової речовини.

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).

Приклад 1. Визначали вміст гумусових речовин у вермигумусі. Отримані результати наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

**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

Приклад 2. Вермигумус змішували з водою у співвідношенні 25% вермигумусу і 75 % води пропускали через технологічну лінію, яка наведена на фіг. 1. Склад отриманого гумінового добрива наведено у таблиці 3.4 .

Таблиця 3.4

**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

Приклад 3. З метою збільшення виходу гумінових кислот вермигумус змішували з водою в співвідношенні 25% вермигумусу і 75% води, додавали у отриманий субстрат гідроксид калію в дозі 1 кг на 100 л розчину і пропускали через технологічну лінію, яка наведена на фіг.1. Склад отриманого гумінового добрива наведено у таблиці 3.5.

Дані таблиці 3.5. 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 %.

Проведені експерименти дозволили встановити, що вміст гумінових речовин у готовому продукті порівняно з прототипом складає 40,9- 49,9 г/л проти 5-15 г/л, що у 3,32-9,98 разів вище.

Таблиця 3.5

### Вміст гумусових речовин у гуміновому добриві

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

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 у закритих ґрунтах.

У процесі обробки вермигумусу з водою в апараті вихрового шару відбулася значна зміна хімічного складу (табл. 3.6).

Таблиця 3.6.

### Масова частка макроелементів та гумусових речовин, що входять до складу Вермигумусу і «Нановерму»

Інгредієнт	Вміст інгредієнтів			
	Вермигумус		«Нановерму»	
	%	г/кг	%	г/л
Загальний вуглець, Сзаг	14,70	147,0	1,99	19,9
Загальний калій (K <sub>2</sub> O)	1,90	19,0	0,81	8,1
Загальний фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	1,57	15,7	0,52	5,2
Загальний азот (N)	1,53	15,3	0,11	1,1
Гумінові кислоти	3,60	36,0	0,56	5,6
Фульвокислоти	3,00	30,0	3,53	35,3
Гумусові речовини	6,60	66,0	4,09	40,9

Таблиця 3.7

**Масова частка мікроелементів, що входять до складу Вермигумусу і «НанOVERMU»**

Інгредієнт	Вміст інгредієнтів	
	Вермигумус, мг/кг	«НанOVERMU», мг/л
Мідь (Cu )	302,80	7,78
Залізо (Fe)	13412,70	2714,54
Марганець (Mn)	499,80	94,82
Цинк (Zn)	222,90	35/78
Нікель (Ni)	17,80	9,12
Кобальт (Co)	10,00	6,34

Отриманні дані слід враховувати при дозуванні вермикомпосту і «НанOVERMU» в рослинництві і тваринництві

Перевага пропонованого способу отримання рідкого вермигумусу полягає в тому, що він є продуктивнішим і енергозберігаючим. Так пропонований спосіб дозволяє отримувати 1 тону гумінового біопрепарату за добу, що у 3,32-9,98 разів вище ніж у прототипі, а витрати електроенергії на роботу ABC-100 складають всього 4,5 кВт/год.

Готовий продукт розфасовується у пластикові фляги і реалізується за призначенням (рис. 3.15).



Рис. 3.15. «НанOVERMU» розфасований у пластикові пляшки

При цьому способі забезпечується отримання якіснішого рідкого гумінового біопрепарату, що в кінцевому рахунку обумовлює його вищу агрохімічну ефективність.

**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), 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 1 тону гумінового біопрепарату за добу, що у 3,32-9,98 разів вища ніж у прототипі, а витрати електроенергії на роботу АВС-100 складають всього 4,5 кВт/год.

Матеріали підрозділу опубліковано у джерелах [172, 176].

### **3.3. Використання вермигумусу та отриманого із нього біопрепарату «Нановерм» при вирощуванні кормів**

Вермигумус (вермикомпост) - це багата органічна речовина, що сприяє росту мікробів і рослин, що підвищує врожайність і підтримує здоров'я ґрунту. Це органічне добриво бере участь у контролі викидів парникових газів із сільськогосподарських ґрунтів порівняно з неорганічними добривами, які цьому сприяють.

Сталого розвитку рослинництва можна досягти за допомогою біогумусу, оскільки перешкоди, що заважають безперервному вирощуванню культур, зменшуються завдяки внесенню біогумусу в ґрунт. Він покращує біологічні та фізико-хімічні властивості ґрунту. Поліпшення біології та стану ґрунту завдяки біогумусу призвело до підвищення врожайності. У присутності біогумусу також покращується засвоєння рослинами поживних речовин і вегетативний ріст [37].

Встановлено, що вирощування рослин при застосуванні вермигумусу покращує ріст, вміст поживних речовин, вміст хлорофілу, білка, крохмалю та цукру рослин *Amaranthus viridis* [29].

Біогумус, отриманий способом вермикомпостування, містить велику кількість (до 32% за сухою масою) гумінових речовин, що надає йому високі агрохімічні та рослино-стимулюючі властивості. Збалансований склад біогумусу доступний для рослин, має корисні для біоценозу мікроорганізми, сприяє відновленню родючості ґрунту [53].

**Обґрунтування застосування отриманого вермикомпосту при виробництві кормів.** Одна тонна сухого вермикомпосту містить 360 кг органічної речовини, у тому числі 147 кг загального вуглецю. Дуже цінним у складі вермикомпосту є наявність гумусових речовин. Так, з 1 тонною вермикомпосту до ґрунту може надійти 36 кг гумінових кислот і 30 кг фульвокислот (66 кг гумусових речовин), які позитивно будуть впливати як на потенційну, так і на ефективну родючість ґрунту і будуть слугувати джерелом енергії для ґрунтової мікрофлори. Окрім цього з 1 тонною сухого вермикомпосту до ґрунту надійдуть основні елементи живлення рослин, а саме: 15,3 кг загального азоту, 15,7 кг загального фосфору і 19 кг загального калію. Сума NPK – 50 кг. Співвідношення N:P:K – 1:1,03:1,24. Реакція середовища – нейтральна. Дуже важливим є наявність у складі вермикомпосту мікроелементів. З 1 тонною вермикомпосту у ґрунт надійде більше 300 г міді, більше 12 кг заліза, біля 500 г марганцю, більше 220 г цинку, більше 10 г кобальту, більше 15 г нікелю.

**Застосування.** Розрахунок дози внесення органічних добрив проводиться з урахуванням у їхньому складі загального азоту. Якщо у ґрунт в основне внесення під оранку або перекопування необхідно внести 100 кг азоту доза вермикомпосту буде на рівні 14 т на 1 га, у разі внесення навесні під передпосівну культивування доза внесення зменшується на 40 – 50 % і вона буде складати до 7 т на 1 га. За локального внесення під час садіння/посіву доза вермикомпосту зменшується ще як мінімум у 2 рази (розраховується з

урахуванням потреб культури, що буде вирощуватися). Головне про що необхідно не забувати, що на фоні органічних добрив (вермикомпосту) ефективність мінеральних добрив значно підвищується, зменшуються непродуктивні втрати поживних елементів, покращуються фізичні, фізико-хімічні, агрохімічні та біологічні властивості ґрунту, що позитивно впливає на продуктивність сільськогосподарських культур і якість продукції.

### **3.3.1. Використання вермигумусу та біопрепарату «Нановерм» при вирощуванні ячменю**

Вермигумус використовується як основне органічне добриво не тільки при посадці, але й для підживлення всіх видів сільськогосподарських культур. Крім того, поряд з гуматом калію вермигумус використовується при відновленні та рекультивації ґрунтів. Застосовувати вермигумус у відкритому ґрунті можливо з ранньої весни до пізньої осені. Він є органічним добривом тривалої дії.

Використовують його в двох напрямках:

- 1) для відновлення структури ґрунту, поліпшення його водно-повітряного режиму, заселення потрібними мікроорганізмами і створення поживної органічної основи як для рослин, так і для мікроорганізмів;
- 2) для збільшення урожаю (вермигумус позитивно впливає на урожайність сільськогосподарських культур, поліпшує смакові якості продукції за рахунок зниження рівня використання хімічних добрив).

Метою роботи є дослідження ефективності вермикомпосту, як високоякісного комплексного екологічно-чистого органічного добрива,

Світовий досвід виробництва та використання вермигумусу свідчить, що на даний час немає органічного добрива подібного до нього за екологічною чистотою і надійністю.

«Нановерм» - це високоефективний комплексний екологічно-чистий біопрепарат, який спрямований на захист рослин від хвороб, регенерацію і

новоутворення ґрунтів, підвищення врожайності сільськогосподарських культур порівняно з традиційними добривами.

Ефективність таких добрив щодо впливу їх на продуктивність ярого ячменю в умовах Південного Степу України ще не вивчено. Це зумовлює важливість і актуальність даної теми, вказує на необхідність проведення відповідних досліджень.

Виходячи із наведених даних, метою роботи є дослідження ефективності вермигумусу та отриманого із нього біопрепарату «Нановерм», для внесення під зернові культури.

Завдання дослідження:

- провести дослідження щодо використання вермикомпосту (вермигумусу), як високоякісного комплексного екологічно-чистого органічного добрива при внесенні під зернові культури;
- дослідити вплив передпосівного оброблення комплексними органічними мікродобривами на якість насіння та формування біометричних показників ярого ячменю;
- зробити порівняльний аналіз кількісних показників бактеріальної мікрофлори ризосфери ячменю ярого;
- визначити економічну ефективність проведених досліджень.

За результатами проведених нами науково-дослідних робіт доведено, що застосування мікродобрив за одноразової обробки рослин забезпечує істотне підвищення біометричних показників (табл. 3.8, рис. 3.16).

Результати досліджень показали, що довжина коренів збільшувалась на 2,4-3,8 см; середня довжина стебла збільшувалась на 5-10 см. проти контролю. Найбільше зростання спостерігалось за обробки вермигумусом – 3 л/га. Продуктивне куціння рослин зростало за умови застосування мікродобрив і становило 2,0-2,3 умовних одиниць проти 1,7 на контролі. Наші дані узгоджуються з результатами досліджень турецьких авторів [63].

Таблиця 3.8

**Вплив застосування біодобрив на біометричні показники ярого ячменю, 18.05.2023 р.**

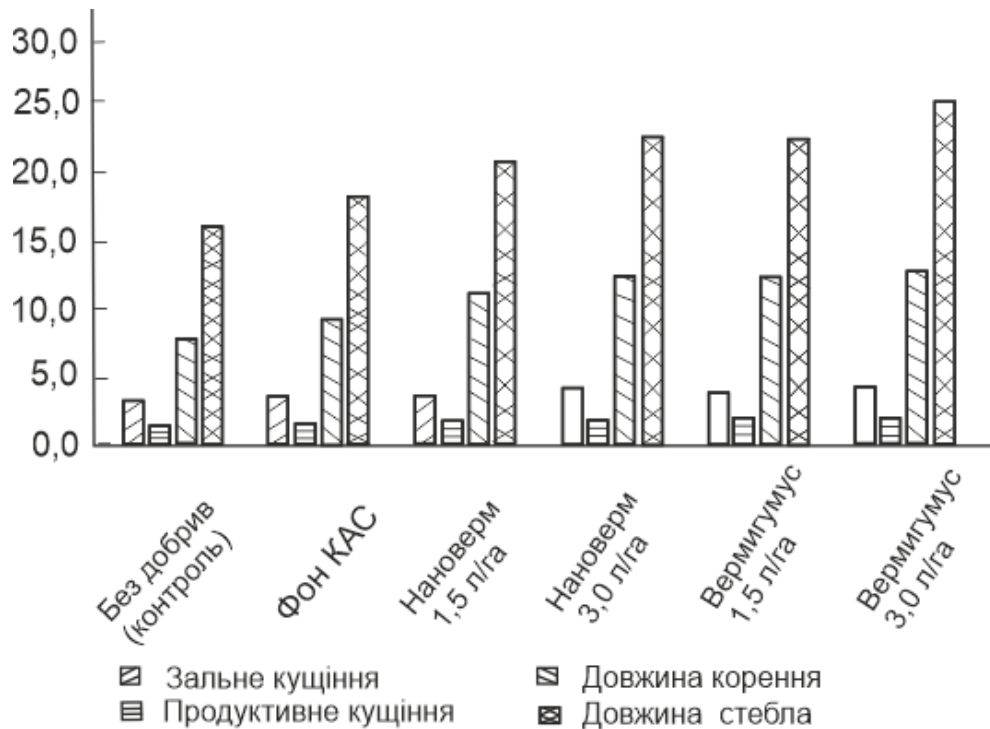
Варіант	Кущіння		Довжина	
	загальне	продуктивне	коренів	стебла
Без добрив (контроль)	3,6	1,7	8,2	17,3
Мінерале добриво КАС–32, 120л/га	4,0	1,9	10,0	19,8
«Нановерм» 1,5 л/га	4,0	2,0	12,1	22,5
«Нановерм» 3 л/га	4,7	2,1	13,5	24,5
Вермигумус 1,5 л/га	4,2	2,3	13,5	24,3
Вермигумус 3 л/га	4,7	2,3	13,8	27,3

Примітка: КАС– 32 (карбомідно-аміачна суміш)

Вони прийшли до висновку, що вермикомпост забезпечує утворення агрегатів у ґрунті з метою збільшення продуктивності рослин. Зокрема вермикомпост покращує структуру ґрунту, збільшує пористість ґрунту, забезпечує аерацію, та високу водоутримувальну здатність. Він також допомагає рослинам завершити процес кращого розвитку коренів. Таким чином, рослини, які поглинають корисні поживні речовини в ґрунті реагують підвищенням якісних характеристик рослин та їх врожайності. Крім того, завдяки органічній природі внесення в ґрунт біогумусу забезпечує збільшення поживних речовин у ґрунті

Найбільше уражено рослин ярого ячменю кореневими гнилями у контрольних варіантах – 21,1-30% при розвитку хвороби 5,3-5,4%. Зовнішні симптоми корневих гнилей в умовах степового регіону не відрізнялись від ідентичних типів хвороби, виявлених рядом авторів в інших ґрунтово-кліматичних зонах України. При обробці посіву ярого ячменю «Нановермом» нормою 3 л/га

та вермигумусом нормою 1,5-3 л/га ураження рослин кореневими гнилями не спостерігалось.



**Рис. 3.16. Біометричні показники ярого ячменю**

При обробці «Нановермом» нормою 1,5 л/га ураження рослин кореневими гнилями зменшувалась у 6 разів проти контролю без добрив та у 2,7 рази проти мінерального контролю (табл. 3.9, рис. 3.17). Урожайність ячменю змінювалась під впливом доз внесених добрив. За результатами досліджень урожайність ячменю озимого (дворучки) сорту «Данте» (попередник - озимий ячмінь) становила 2,81-3,57 т/га.

При внесенні вермигумусу 1,5-3 л/га, урожайність становила 3,88-4,01 т/га, що на 2,07-2,20 т/га вища відносно контролю (без добрив). Збільшення доз біодобрив забезпечило підвищення урожайності зерна порівняно з контролем без добрив. При застосуванні мінерального добрива КАС-32 120 л/га, отримали мінімальний приріст врожаю 0,61 т/га відносно контролю (без добрив).

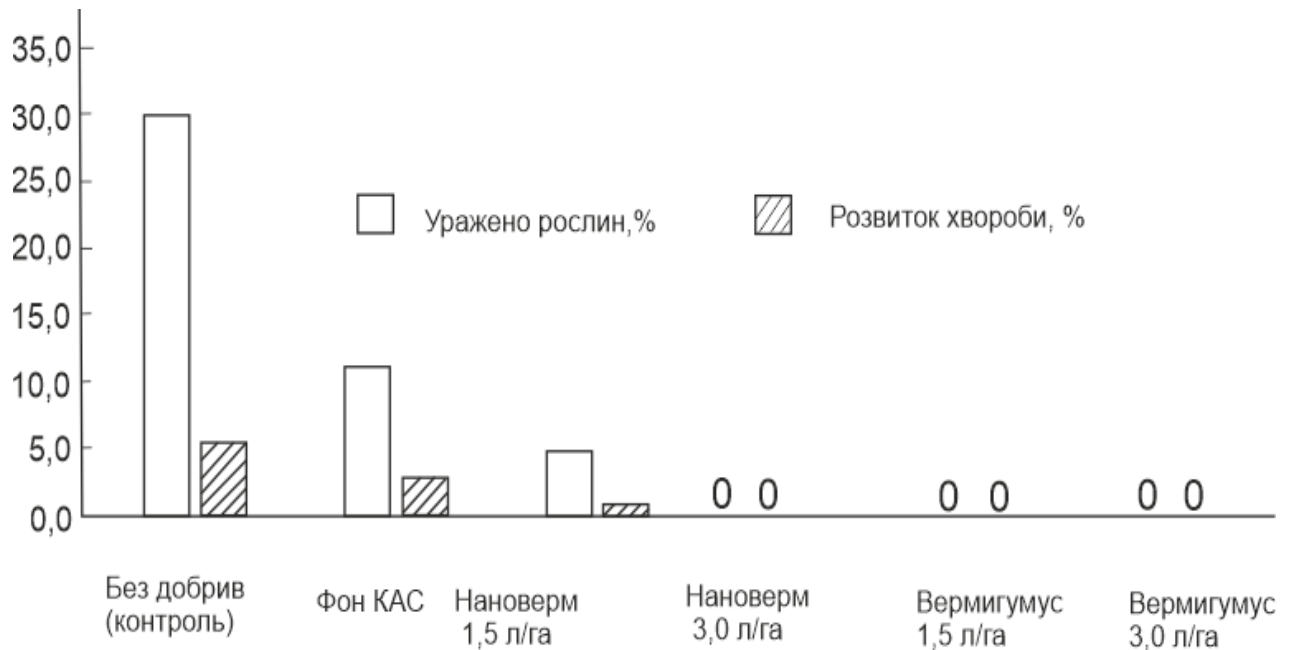
Найвищі показники економічної ефективності при вирощуванні ярого ячменю після озимого ячменю отримана при внесенні вермигумусу 3 л/га,

умовно чистий прибуток – 6932 грн./га, собівартість – 2985 грн./т, рівень рентабельності – 59,1%.

Таблиця 3.9

**Вплив застосування біодобрих на ураження кореневими гнилями, 2023 р.**

Варіант	Кореневі гнилі	
	уражено рослин,%	розвиток хвороби,%
Без добрив (контроль)	30,0	5,3
Мінеральне добриво КАС-32, 120 л/га	11,1	2,8
«НанOVERM» 1,5 л/га	4,8	1,0
«НанOVERM» 3 л/га	0	0
Вермигумус 1,5 л/га	0	0
Вермигумус 3 л/га	0	0



**Рис. 3.17. Вплив біодобрих на ураження кореневими гнилями, 2023 р.**

При обробці посіву «НанOVERMом» 1,5-3 л/га, урожайність становила 2,81-3,57 т/га, що на 1,67-1,76 т/га вища відносно контролю (без добрив).

За вирощування ячменю ярого сорту «Данте» при внесенні вермигумусу 1,5 л/га, умовно чистий прибуток становив 6467 грн./га, собівартість зерна – 2947 грн./т, рентабельність – 56,5 %. При застосуванні «НанOVERMу» 1,5-3 л/га рентабельність була меншою і складала відповідно 41,7-45,0% (табл. 3.10).

Таблиця 3. 10

**Урожайність ярого ячменю сорту «Данте» залежно від біодобрив**

Дози добрив	Показник	
	урожайність (т/га)	збільшення урожайності (т/га)
Без добрив (контроль)	1,81±0,21	-
Мінеральне добриво КАС-32 120л/га	2,45±0,25	0,61
«Нановерм» 1,5 л/га	3,48±0,38***	1,67
«Нановерм» 3л/га	3,57±0,41***	1,76
Вермигумус 1,5 л/га	3,88±0,45***	2,07
Вермигумус 3 л/га	4,01±0,44***	2,20

Примітка: \*\*\* $p < 0,001$

Дослідження турецьких фахівців показало, що застосування вермигумусу окремо або в поєднання з іншими добривами забезпечує збільшення як кількості плодів, так і розвитку листя та їх сухої речовини. Також встановлено, що він регулює структуру ґрунту та значення Рн. Позитивні результати при використанні біогумусу, дають змогу підвищити якість та кількість отриманих продуктів, сприяють поліпшенню структури ґрунту. Тому використання біогумусу порівняно з хімічними добривами є економічніше і довготриваліше. Справа в тому, що інтенсивне використання агрохімікатів ставить під загрозу як здоров'я людини, так і безпеку навколишнього середовища, погіршує якість ґрунту, і підвищує резистентність патогенів, викликає серйозні занепокоєння щодо безпеки природних ресурсів. Все це привело вчених до розробки сталого сільськогосподарського виробництва шляхом застосування біологічних добрив для отримання ефективних органічних продуктів. Автори

наголошують, що вермикомпост забезпечує систему виробництва з низькими затратами дуже важливий для дрібних і середніх сільськогосподарських виробників та може компенсувати падіння продукції, яке спочатку спостерігалось при переході від звичайного до органічного сільського господарства [63].

**Висновки.** 1. Виявлено, що при обробленні посіву ярого ячменю сорту «Данте» «Нановермом» нормою 3 л/га та вермигумусом у дозі 1,5-3 л/га ураження рослин кореневими гнилями не спотерігалось. При обробленні «Нановермом» нормою 1,5 л/га ураження рослин кореневими гнилями зменшувалась у 4-6 разів.

2. Встановлено, що застосування вермигумусу і «Нановерму» для допосівного оброблення насіння ярого ячменю в дозі 3 л/га забезпечує отримання урожайності відповідно 3,57 і 4,01 т/га. Внесення вермигумусу і «Нановерму» в дозі 1,5 л/га забезпечує отримання урожайності відповідно 3,88 і 3,48 т/га.

3. Найвищі показники економічної ефективності при вирощуванні ярого ячменю після озимого ячменю отримані при внесенні вермигумусу 3 л/га, умовно чистий прибуток – 6932 грн./га, собівартість 2985 грн./т, рівень рентабельності 59,1%. За вирощування ячменю ярого сорту «Данте» при внесенні вермигумусу 1,5 л/га, умовно чистий прибуток становив 6467 грн./га, собівартість зерна – 2947 грн./т, рентабельність – 56,5%. При застосуванні «Нановерму» 1,5-3 л/га рентабельність була меншою і складала відповідно 41,7-45,0%.

Матеріали підрозділу опубліковані у джерелі 175.

### **3.3.2. Використання вермигумусу та біопрепарату «Нановерм» при вирощуванні озимої пшениці**

Ефективність таких добрив щодо впливу їх на продуктивність пшениці озимої в умовах південного Степу України достатньо ще не вивчено, що

зумовлює актуальність і важливість даної теми, та вказує на необхідність проведення відповідних досліджень.

Джерела літератури свідчать про те, що при обробці насіння мікродобривами покращуються всі показники, які характеризують перші етапи онтогенезу рослин [31]. Виходячи із вищенаведеного, нами були проведені дослідження з метою використання вермигумусу та біопрепарату «Нановерм» при вирощуванні і озимої пшениці.

Таблиця 3.11

**Якість насіння та формування біометричних показників пшениці озимої на перших етапах онтогенезу**

Варіант	Енергія проростання	Лабораторна схожість, %	Довжина колеоптиле, см	Довжина коренів, см
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
1	89,0±1,41	92,0±2,45	9,6±0,78	8,2±0,81
2	92,7±1,78	97,3±0,82	11,3±1,2	9,2±0,25
3	93,7±0,40	98,0±0,71	11,5±+0,71	9,8±0,62
4	93,0±1,22	97,3±0,82	11,7±0,6 1	9,9±0,33
5	94,0±1,1	99,3±,82	13,30±,97	9,0±0,46

Допосівна обробка насіння пшениці озимої вермикомпостом у дозі 1 л/т забезпечувала збільшення енергії проростання насіння пшениці озимої на 3,9%, лабораторну схожість на 5,8% порівняно контролем, а в дозі 1,5 л/т відповідно на 4, 5% та 5,8 %. При обробці насіння «Нановермом» у дозі 1л/т енергія проростання насіння пшениці озимої збільшилась на 5,3 %.

Передпосівна обробка насіння пшениці озимої вермигумусом у дозі 1 л/т забезпечувала збільшення довжини колеоптиле на 17,7 %, а довжини корінців на 12,2% порівняно до контролю, а в дозі 1,5 л/т відповідно на 21,99% та 20,7 %. Аналіз біометричних показників та урожаю після збору культури

показав, що такі показники, як маса зерна і його наповненість, кількість зерен в колосі та урожай, були вищими у дослідному варіанті (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

**Біометричні показники та елементи структури урожаю пшениці**

Показник	Варіант	
	Контроль (без обробки)	«Нановерм» 1,5 л/га в фазі колосіння + 250 л води
Висота рослин, см	62,3±1,52	63,4±0,42
Довжина колосу, см	6,9±0,31	7,4±0,34
Кількість зерен у колосі, шт	29,5±0,78	34,0±0,87***
Маса зерна з колосу, г	11,7±0,49	14,3±0,58***
Коефіцієнт продуктивного кущіння	2,0±0,034	2,0±0,038
Урожайність, ц/га	38,6±0,91	47,2±0,99***

Примітка: \*\*\* $p < 0,001$

Дані таблиці 3.12. свідчать про те, що кількість зерен у колосі дослідної групи була більше ніж у контрольній на 15,25%, маса зерна з колосу – на 22,2%, що в цілому підвищило урожай пшениці на 22,3% або 8,6 ц/га.

На нашу думку, отриманий позитивний результат можна пояснити тим, що «Нановерм є ефективним органічним добривом, що містить гумінові речовини, які мають комплексний вплив на ріст і розвиток рослин.

Дослідження Приплавко С. О., Гавій В. М. [207]. свідчать про те, що технології вирощування озимої пшениці, подібно до інших культур, можна успішно регулювати за допомогою регуляторів росту рослин.

Більш детальнішу характеристику біологічної дії фульвових та гумінових кислот дає спеціаліст Агротехсоюзу Лазуренко Є. [188]. Вона полягає в наступному. «Фульвові кислоти здатні розділяти мінерали на іони. В такій формі рослини легко та швидко засвоюють елементи живлення. Фульвова кислота – природний комплексоутворювач, легко проникає через клітинну мембрану завдяки низькій молекулярній масі і транспортує поживні елементи до місць метаболізму. Фульвова кислота має здатність на хімічному рівні модифікувати вільні радикали, перетворюючи їх в нові з'єднання. Потрапляючи в клітину рослини фульвова кислота зв'язує радіонуклідні речовини. Таким чином зв'язані токсичні речовини виводяться з організму рослини. Це підвищує ефективність фульвової кислоти як стимулятора росту рослин. Фульвова кислота здатна акумулювати фотонну енергію сонця, яка перетворюється в хімічну енергію потрапляючи в клітини рослини. Така додаткова енергія укріплює клітини рослин та стимулює процеси життєдіяльності організму рослини в цілому, зокрема фотосинтез. Стимуляція клітинного дихання призводить до активізації неактивних нейрофілів, що й «пробуджує» імунну систему рослини».

**Висновки.** 1. Виявлено, що допосівна обробка насіння пшениці озимої вермикомпостом у дозі 1 л/т забезпечила збільшення енергії проростання насіння пшениці озимої на 3,9%, лабораторну схожість на 5,8% порівняно контролем, а в дозі 1,5 л/т відповідно на 4,5% та 5,8 %.

2. Встановлено, що передпосівна обробка насіння пшениці озимої вермигумусом у дозі 1 л/т забезпечувала збільшення довжини колеоптиле на 17,7 %, а довжини корінців -на 12,2% порівняно до контролю, а в дозі 1,5 л/т відповідно на 21, 9% та 20, 7 %.

3. Доведено, що при обробці насіння «Нановермом» у дозі 1л/т енергія проростання насіння пшениці озимої збільшилась на 5,3 %. Збільшення довжини колеоптиле було вище на 38,5 %, а довжини корінців - на 9,7% відповідно.

4. Встановлено, що кількість зерен у колосі дослідної групи була більше ніж у контрольній на 15,25%, маса зерна з колосу – на 22,2%, що в цілому підвищило урожай на 22,3% або 8,6 ц/га, що свідчить про перспективність використання «НанOVERМУ» в сучасних екологічно безпечних технологіях, як важливого чинника підвищення продуктивності озимої пшениці.

Матеріали підрозділу опубліковано у джерелі [208].

### **3.3.3. Ефективність вермигумусу і біопрепарату «НанOVERМ» при годівлі свиноматок, поросят-сисунів і відлучених поросят**

Одним із прогресивних та перспективних напрямків ведення аграрного виробництва, що забезпечує підвищення продуктивності, екологічної стійкості і саморегуляційної здатності агроєкосистем є вермитехнологія, яка складається з виробництва вермикультури, вермигумусу та продуктів його переробки [23, 40, 96, 97, 101, 114,].

Світовий досвід показав, що для підвищення інтенсивності виробництва і оплати корму, при відгодівлі тварин застосовуються різні види біологічно активних речовин (БАР). Практики сьогодні віддають перевагу тим біологічно активним речовинам, які не здатні накопичуватися в організмі, а в процесі метаболізму і синергічного впливу позитивно впливають на відгодівельну і м'ясну продуктивність. До таких БАР належать препарати, що виділені із вермигумусу і містять гумінові речовини [162, 163]. Гумінові речовини мають широкий спектр біологічної активності, впливаючи на обмінні процеси в організмі тварин і людини. Крім того, використання продуктів вермикультування при органічному тваринництві, землеробстві є важливим чинником суттєвого покращення навколишнього середовища, а також важливою умовою розвитку і функціонування агроєкологічних систем. Накопичений світовий досвід дає оптимальні прогнози, щодо застосування вермигумусу і гумінових речовин у тваринництві [107, 143].

За даними Сонько С.П. [221], додавання біомаси черв'яків до раціону сільськогосподарських тварин і птиці сприяє збільшенню виходу продукції та

поліпшенню її якості. Так при додаванні 1 % біомаси черв'яків до раціону курей протягом 104 днів їх несучість підвищилась приблизно на 20 % за одночасного зростання в яйцях вмісту протеїну. Використання в раціоні корів 0,5 кг свіжої біомаси черв'яків забезпечило підвищення надоїв молока на 22 %. Включення до раціону тварин біомаси вермикультури дає змогу скоротити витрати кормів на 30 %, підвищити вихід м'яса на 10 %, знизити собівартість продукції на 40 %, а в умовах гострого дефіциту білка ці показники можуть бути у 5-8 разів вищими.

У зв'язку з цим актуальним є дослідження ефективності застосування нових біологічних речовин у свинарстві, зокрема при годівлі свиноматок, поросят-сисунів, відлучених поросят та молодняку на відгодівлі.

Наші дослідження базуються також на використанні не тільки вермигумусу, а й продукту глибокої переробки гумінових речовин – «Нановерму», який був отриманий методом вихрового шару.

Для досліду сформували три групи свиноматок по 5 голів в кожній групі: контрольна, 1 – дослідна, 2 – дослідна. Тварин контрольної групи годували стандартним комбікорм за існуючими нормами. Доза «Нановерму» для свиноматок у першу, другу і третю декаду склала 10, 15, 20 мл, а поросят-сисунів відповідно 1,0; 1,5; 2,0 мл на голову. Доза «Нановерму» для відлучених поросят склала на голову за добу у віці 28-45 днів - 2 мл, на 46-60 днів - 2,5 мл, 61-75 днів - 3 мл. Перед годівлею комбікорм перемішували з дозрілим вермигумусом і вносили у годівницю. «Нановерм» вносили у корито з водою.

Дані таблиці 3.13 свідчать про те, що введення в раціон підсисних свиноматок і поросят-сисунів вермигумусу і «Нановерму» позитивно вплинуло на енергію росту поросят та їх збереженість. На кінець підсисного періоду поросята 1 і 2 дослідних груп перевищували своїх ровесників за живою масою (на 7,79 і 6,97%) і збереженістю (на 4,3 і 8,9%) відповідно.

Таблиця 3.13

**Жива маса та збереженість поросят при застосуванні вермигумусу і «Нановерму», n=3 гнізда в групі**

Показник	Група		
	контрольна	I- дослідна	II-дослідна
Кількість життєздатних поросят при народженні, гол.	11,47±0,311	11,46±0,308	11,36±0,306
Жива маса поросяти при народженні кг	1,26±0,03	1,24±0,05	1,32±0,02
Жива маса поросяти у віці 21 дня, кг	5,32±0,146	5,75±0,104	5,81±0,125
Жива маса поросяти у віці 28 днів, кг	7,83±0,204	8,44±0,218*	8,46 ±0,203*
Кількість поросят при відлученні (28 дн.), гол.	9,83±0,213	10,31±0,201***	10,72±0,209***
Маса гнізда при відлученні, кг	76,96±1,75	87,01±1,72***	90,69±1,83***
Збереженість на кінець підсисного періоду ( 28 дн.), %	85,7 ±1,81	90,0±1,67	94,3±1,74***
Індекс репродуктивних якостей, балів	62,58±1,73	80,56±1,45***	82,72±1,62***

Примітка : \*P>0,95, \*\*\*P>0,999 порівняно з контрольною групою

Аналізуючи різницю показників тварин дослідних груп, слід зауважити, що вермигумус краще стимулює енергію росту поросят, а

«НанOVERM» – збереженість, що обумовлено властивостями гумінової і фульвової кислот.

Кращі показники живої маси поросят першої дослідної групи порівняно з контрольними аналогами пояснюються вищим вмістом макро- і мікроелементів у вермигумусі (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

**Масова частка інгредієнтів, що входять до складу «НанOVERM» і вермигумусу**

Інгредієнт	Фактичний вміст інгредієнтів			
	«НанOVERM»		Вермигумус	
Загальний калій (K <sub>2</sub> O),	%	0,81	%	1,90
Загальний фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	0,32	%	1,57
Загальний азот (N)	%	0,11	%	1,53
Мідь (Cu),	мг/л	7,78	мг/кг	302,80
Залізо (Fe)	мг/л	2714,54	мг/кг	13412,70
Марганець (Mn)	мг/л	94,82	мг/кг	499,80
Цинк (Zn)	мг/л	35/78	мг/кг	222,90
Нікель (Ni)	мг/л	9,12	мг/кг	17,80
Кобальт (Co)	мг/л	6,34	мг/кг	10,00

Кращі показники збереженості поросят другої групи пояснюються тим, що гумінові речовини мають широкий спектр біологічної активності, які впливають на обмінні процеси в організмі тварин. Сумарна позитивна дія гумінових кислот позитивно позначилася на відтворювальні якості свиноматок, про що свідчить індекс репродуктивних якостей, який був вищим у піддослідних тварин порівняно з контрольними на 17,98 і 20,14 балів.

Аналогічні, але більш вагоміші, результати були отриманні на дорощуванні поросят (3.15).

Таблиця 3.15

**Жива маса та збереженість поросят на дорощуванні при застосуванні вермигумусу і «Нановерму», n=27**

Показник	Група		
	контрольна	1-дослідна	2-дослідна
Кількість поросят при постановці на дорощування (28 дн.), гол.	27	27	27
Жива маса поросяти у віці 28 днів, кг	8,63±0,202	8,58±0,206	8,51 ±0,217
Жива маса поросяти у віці 60 днів, кг	20,81±0,223	23,54±0,224***	22,26±0,296***
Кількість поросят у віці 90 днів, гол	23	24	25
Жива маса поросяти у віці 90 днів, кг	35,82±0,328	40, 88±0,379**	39,95±0,352***
Збереженість на кінець 3-місячного віку %	93,71	95,80	97,7

\*P>0,95, \*\*\*P>0,999 порівняно з контрольною групою

Як видно із даних таблиці 3.15, відлучені поросята 1 і 2 дослідних груп перевищували своїх ровесників у віці 60 днів за живою масою на 13,11 і 6,96%, а у 90-денному віці відповідно на 14,12 і 11,52%.

У тварин дослідних груп також була вища збереженість відповідно на 4,3 і 8,9%, що також підтверджує біологічну активність гуматів при вирощуванні молодняку свиней. Економічний ефект при застосуванні вермигумусу і «Нановерму» склав у першій дослідній групі 343,3 грн/гол, а в другій – 278,53 грн/гол. Наші дані узгоджуються з дослідженнями,

проведеними Шаталінім Д.Б. [233, 234], який встановив, що додавання у раціон підсисних свиноматок вермигумусу, отриманого із лузги насіння соняшника, приводить до збільшення збереженості поросят у гнізді. Годування поросят-сисунів такою добавкою збільшує їх потенціал росту.

Також підтвердили позитивний вплив гумінових речовин на показники росту та м'ясні якості свиней, інші автори, але вони наголошують на необхідність подальших досліджень для безпосередньої оцінки впливу різного вмісту фульвових та гумінових кислот на реакцію свиней [60, 87].

Сумарна позитивна дія гумінових кислот позитивно позначилася на відтворювальні якості свиноматок, про що свідчить індекс репродуктивних якостей. Результати гематологічних досліджень молодняку свиней наведені у таблиці 3.16.

Таблиця 3.16

**Гематологічні показники молодняку свиней за додавання до комбікорму кормової добавки вермигумусу і «Нановерму»,  $M \pm m$ ,  $n=5$**

Група	Вік, дні	Показник			
		гемоглобін, г/л	еритроцити, $10^{12}$	лейкоцити, $10^9$	гематокрит, %
Конт-рольна	28	110,8± 1,112	6,2± 0,118	12,0± 0,819	33,85±0,28
	60	117,1±1,281	6,3± 0,128	14, 1± 1,331	34,15±0,21
	90	121, 2 ± 2,016	6,4± 0,146	15,2± 1,424	34,65±0,23
1	28	112,8± 1,331	6,4± 0,137	13,6± 1,569	34,85±0,18
	60	118,4± 1,112	6,6± 0,148	17,6± 1,445	35,34±0,26
	90	128,8 ± 1, 106	6,8± 0,156	18,2± 1,542	36,5±0,19
2	28	114 ,7± 1,457	6,4± 0,175	14,6± 1,368	34,65±0,24
	60	120,1± 1,221	6,5± 0,158	16,8± 1,571	36,17±0,21
	90	131 ,8 ± 287**	6,9± 0,172*	19,7± 1,342*	39,68±0,22***

Примітка: К- контрольна група. 1-перша дослідна група, 2-друга дослідна група. \*  $P>0,95$ , \*\* $P>0,99$ , \*\*\* $P>0,999$  порівняно з контрольною групою.

Встановлено, що при додаванні до основного комбікорму поросятам-сисунам першої дослідної групи у віці 90 днів вермигумусу у кількості 50-80 г/гол на добу і «Нановерму» - 1-2 мл/гол на добу вміст гемоглобіну зростає на 6,27% і 8,75% відносно контролю. У 90-денному віці рівень гемоглобіну підвищується на 8,75% ( $p < 0,01$ ) порівняно з показниками контрольної групи.

У віковий період 28-60 діб кількість еритроцитів у крові поросят контрольної та дослідних груп майже не змінювалась. У віці 90 днів кількість еритроцитів у крові піддослідних поросят зростає відповідно на 6,25 ( $p < 0,01$ ) та 7,81% ( $p < 0,05$ ) порівняно з показниками тварин контрольної групи. Слід зауважити, що у віці 90 діб показники гематокриту у крові поросят другої дослідної групи вірогідно відрізнялися від контрольних аналогів. Також у поросят дослідних груп, порівняно з контролем, спостерігалось збільшення лейкоцитів відповідно на 24,31 і 22,13%. Наші дані узгоджуються з результатами зарубіжних дослідників, які стверджують, що додавання в корм гумусних речовин сприяло вірогідному збільшенню середньодобового приросту та кількості лейкоцитів [56, 92, 129, 134].

Згодовування поросятам вермигумусу і «Нановерму» позитивно вплинуло на білковий обмін та деякі показники резистентності тварин.

Відомо, що білковий склад крові змінюється за умов корекції раціону, умов утримання та інших факторів. Нами встановлено, що вміст білка в сироватці крові свиней із віком змінюється (табл. 3.17).

Як свідчать дані таблиці 3.17, рівень загального білка в динаміці зростання тварин із 28-го до 60-денного віку суттєво не змінюється. У той же час показники у 90-денних поросят перевищують попередній період, що можна пояснити онтогенетичними особливостями розвитку тварин.

Як відомо, глобуліни забезпечують гуморальний захист організму тварин [104, 107]. За вмістом глобулінів днів поросята дослідних груп дещо перевершували контрольних аналогів, що можна пояснити впливом вермигумусу і «Нановерму», які згодовували у підсисний період, що спричинило підвищення синтезу імуноглобулінів.

Таблиця 3.17

**Біохімічні показники крові, г/л**

Група	Вік, дні	Показник		
		загальний білок	альбуміни	глобуліни
Контрольна	28	42,21±2,43	25,25±3,92	14,68±3,24
	60	43,32±2,45	26,45±1,21	16,45±1,57
	90	54,02±2,24	28,01±1,96	22,41±2,02
1-дослідна	28	47,21±2,23	28,25±2,02	16,68±1,24
	60	49,32±2,45	27,81±1,21	18,45±1,44
	90	59,71±2,74	34,21±1,36*	25,47±2,02*
2-дослідна	28	47,21±2,13	29,25±1,91	18,68±1,34
	60	45,32±2,25	30,1±2,11	21,45±1,57
	90	62,14±2,14*	34,82±2,04*	28,47±1,12*

\*P>0,95; порівняно з контрольною групою

Наші висновки узгоджуються з дослідженнями [137], які встановили, що за дії компонентів добавки гумату натрію, бурштинової кислоти і мікроелементів спостерігалось вірогідне збільшення частки Т-лімфоцитів, що вказує на посилення здатності клітинної ланки імунітету відповідати на антигенну стимуляцію.

Що стосується вмісту альбумінів і глобулінів, то спостерігається їх збільшення у 28, 60 і 90 - денному віці порівняно з поросятами контрольної групи, що можна пояснити підвищенням активності печінки та прискореним синтезом білків у печінці.

Отже, використання вермигумусу і «Нановерму» в раціонах молодняку свиней сприяє нормалізації та активізації білкового обміну, зміцнює імунітет, підвищує швидкість росту та їх збереженість.

З метою встановлення можливості застосування кормової добавки із вермигумусу в раціонах свиней на відгодівлі нами проведена виробнича перевірка на відгодівельному майданчику ТОВ «Агропрайм Холдинг». Для

цього сформували контрольну і дослідну групи молодняку свиней по 30 голів у кожній. Досліди проводили у двох повторностях. Піддослідний молодняк утримували у групових станках на решітчастій підлозі, які були обладнані бункерними самогодівницями і сосковими автонапувалки. Мікроклімат підтримувався приплино-витяжною вентиляцією.

Молодняк контрольної групи споживав стандартний комбікорм, другої дослідної – 95% комбікорму і 5% сухого вермигумусу, а третьої – 90% комбікорму і 10% сухого вермигумусу. Результати досліджень наведено в таблиці 3.18.

Таблиця 3.18

**Результати застосування сухого вермикомпосту при відгодівлі свиней, n=30 голів у групі**

Показник	Група		
	I-контрольна	II-дослідна	III-дослідна
Жива маса на початок дослід у віці 120 днів, кг	42,51 ± 0,28	42,23 ± 0,34	42,97 ± 0,21
Жива маса на кінець дослід у віці 165 днів, кг	92,31 ± 0,58	96,03 ± 0,77***	100,40 ± 0,89***
Середньодобовий приріст, г	766,30 ± 5,68	827,69 ± 7,23	883,53 ± 9,58

Примітка: \*\*\* -  $p \leq 0,001$ ; Вірогідність відмінностей зазначена відносно базового варіанту.

Дані таблиці 3.18 свідчать, про те, що молодняк II-ї і III-ї дослідних груп переважав свої аналоги за живою масою відповідно на 4,02 і 8,76%.

Висновок. Доведена можливість нового застосування великогабаритної упаковки типу «Big-Bag» для отримання вермипродукції у холодний період року та використання 10% сухого вермигумусу в концентратному раціоні з метою підвищення енергії росту відгодівельного молодняку.

Матеріали дисертації опубліковані у джерелі [174].

### **3.4. Економічна ефективність результатів досліджень**

Ефективна переробка гною в нових умовах господарювання неможлива без впровадження передових способів і технологій.

Як відомо, економічна ефективність результатів досліджень досягається за рахунок більшої виручки від реалізації продукції, економії матеріальних і трудових ресурсів.

У нашій роботі наводяться приклади економічної ефективності від проведення інноваційних рішень за глибокої переробки гною та застосуванні продуктів переробки у галузі свинарства і кормовиробництва. Зокрема, вермигумус і «Нановерм» використовувся у годівлі підсисних свиноматок, поросят-сисунів, відлученого молодняку і відгодівельного молодняку.

#### **3.4.1. Економічна ефективність різних технологій вермикомпостування**

Експериментальні дані свідчать про те, що виробництво вермигумусу і вермикультури залежить від технології вермикультивування (табл.3.19, 3.20). Наприклад, технологія вермикультивування у крокуючих буртах порівняно зі стаціонарними в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> дозволяє збільшити виробництво вермигумусу в 1,68 рази, вермикультури в 1,87 рази, знизити собівартість продукції в 1,70 і 1,18 рази та підвищити рівень рентабельності в 1,68 і 1,18 рази відповідно.

Технологія вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно з «крокуючими буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу у 1,60 рази, а вермикультури у 1,43 рази, знизити собівартість продукції в 1,31 рази та підвищити рівень рентабельності в 1,31 рази.

Таблиця 3.19

**Економічна ефективність різних технологій вермикомпостування з розрахунку на 1 м<sup>2</sup> площі гною**

Показник	Стаціонарні бурти	Крокуючі бурти	Вермиреактор безперервної дії
Приріст популяції ЧКЧ за рік, кг	16	30	45
Ціна 1 кг вермипродукції, грн.	600	600	600
Ціна вермипродукції, всього, грн	9600	18000	27000
Собівартість 1 кг вермипродукції, грн	65	55	25
Рівень рентабельності, %	9,2	10,9	24

Технологія вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно з «стаціонарними буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> приріст популяції вермикультури в 2,68 рази, а порівняно з крокуючими буртами – у 1,5 рази, знизити собівартість вермипродукції відповідно у 2,4 -1,8 рази та підвищити рівень рентабельності в 2,22 і 2,6 рази відповідно

Таблиця 3.20

**Ефективність виробництва вермипродукції за різних технологій вермикомпостування з розрахунку на 1 м<sup>2</sup> площі гною**

Показник	Стаціонарні бурти	Крокуючі бурти	Вермиреактор безперервної дії
Приріст популяції ЧКЧ за рік, кг	16	30	45
Ціна 1 кг вермипродукції, грн	600	600	600
Ціна вермипродукції, всього, грн.	9600	18000	27000
Собівартість 1 кг вермипродукції, грн.	65	55	25
Рівень рентабельності, %	9,2	10,9	24

### 3.4.2. Економічна ефективність застосування «Нановерму» і вермигумусу при виробництві кормів

При визначенні ефективності виробництва ярого ячменю сорту «Данте» за основні критерії було прийнято рівень урожайності зерна, грошово-матеріальні та енергетичні затрати в розрахунку на гектар площі, собівартість одиниці продукції та прибуток ( рис. 3.21).

Концентрованим виразом усіх цих факторів є рівень рентабельності, який є відношенням прибутку до собівартості. Розрахунки вартісних виробничих витрат на гектар посіву, в тому числі собівартість продукції, були проведені на основі методичних рекомендацій Інституту сільського господарства степової зони, Інституту аграрної економіки НААН, виходячи із середньозважених цін маркетингового 2023 року для зони Степу

Таблиця 3.21.

#### Економічні показники ячменю ярого сорту Данте, залежно від рівня мінерального живлення та застосування біодобрив, 2023 р.

Дози добрив	Урожайність, т/га	Виробничі витрати на 1 га, грн	Собівартість 1 т зерна, грн	Прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Без добрив (контроль)	1,81	8300	4586	51,34	0,62
Мінеральне добриво КАС-32, 120 л/га	2,45	12010	4902	1140	9,50
Нановерм 1,5 л/га	3,48	11334	3256	4722	41,7
Нановерм 3л/га	3,57	11368	3184	5114	45,0
Вермигумус 1,5 л/га	3,88	11435	2947	6467	56,5
Вермигумус 3л/га	4,01	11570	2885	6932	59,1

Розрахунок вартості продукції передбачав використання закупівельних цін станом на 1 серпня 2023 року. Закупівельна ціна однієї тони зерна ячменю ярого 4614 грн./т. При визначенні вартості отриманої продукції з одиниці площі, була врахована основна продукція (зерно) і неврахована побічна (солома).

Максимальний результат був отриманий при дозі вермигумусу 3л/га (прибуток 6932 грн./га при 59,10 % рентабельності).

### 3.4.3. Економічна ефективність застосування вермигумусу і «Нановерму» при виробництві продукції свинарства

Економічну ефективність удосконалених за різних способів вирощування поросят визначали за вартістю додатково одержаної продукції за формулою:

$$E = Ц \times \frac{C \times П}{100} \times Л \times К; \quad (3.1)$$

Де: E – вартість додаткової основної продукції, грн.;

Ц – закупівельна ціна одиниці продукції в масштабі цін, що діють в області, грн.; C – середня продуктивність тварин вихідної породи; П – середня прибавка основної продукції, що виражена у відсотках на 1 голову тварин нового або поліпшеного селекційного досягнення у порівнянні з продуктивністю тварин вихідної породи, %; Л – постійний коефіцієнт зменшення результату, зв'язаного з додатковими витратами на додану вартість продукції, що дорівнює 0,75;

Розрахунок економічного ефекту, отриманого у першій і другій дослідних групах, наведено нижче.

$E_1 = 70,00 \text{ грн/кг} \times (35,82 \text{ кг} \times 14,12\%) : 100\% \times 0,75 \times 24 \text{ гол.} = 6408,91$  грн, або 267,03 грн на гол, де: 70,00 грн/кг – реалізаційна ціна 1 кг живої маси свиней;

35,82 кг – жива маса тварин у 3-місячному віці за базового варіанту годівлі;

14,12% - середня прибавка маси тварин у нових варіантах годівлі свиней;  
24 гол. – поголів'я свиней у досліджуваній групі.

$E_2 = 70,00 \text{ грн./кг} \times (35,82 \text{ кг} \times 11,52\%) : 100\% \times 0,75 \times 25 \text{ гол.} = 5412,98$   
грн або 216,63 грн. на гол.

Вартість додаткової основної продукції, від віднятих поросят наведено в таблиці 3.22.

Таблиця 3.22

**Вартість додаткової основної продукції, отриманої від згодовування вермигумусу і «Нановерму» поросят на дорошуванні, грн/на голову**

Показник	Група	
	I дослідна	II дослідна
Вартість додаткової основної продукції, грн./на голову	267,03	216,63
Вартість додаткової основної продукції, на дослідне поголів'я, грн.	6408,91	5412,98

Дані таблиці 3.23 свідчать, що в розрізі дослідних груп найбільше додаткової основної продукції було отримано у I групі.

Розрахунок вартості додаткової основної продукції, отриманої від згодовування вермигумусу відгодівельного молодняка.

$E_3 = 98,00 \text{ грн./кг} \times (96,03 \text{ кг} \times 4,02\%) : 100\% \times 0,75 \times 30 \text{ гол.} = 8512,19$   
грн. або 283,70 грн. на гол.

$E_3 = 98,00 \text{ грн./кг} \times (104,4 \text{ кг} \times 8,76\%) : 100\% \times 0,75 \times 30 \text{ гол.} = 19393,06$   
грн. або 646,43 грн. на гол.

Отримані дані розрахунку вартості додаткової основної продукції, отриманої від згодовування вермигумусу відгодівельному молодняку грн/на голову наведена у таблиці 3.23.

Дані таблиці 3.23 свідчать, що в розрізі дослідних груп найбільше додаткової основної продукції було отримано у II групі.

Таблиця 3.23

**Вартість додаткової основної продукції, отриманої від згодовування вермигумусу відгодівельному молодняку грн./на голову**

Показник	Група	
	I дослідна	II дослідна
Вартість додаткової основної продукції, грн/на голову	283,70	646,43
Вартість додаткової основної продукції, на дослідне поголів'я, грн	8512,19	19393,06

#### 3.4.4. Економічна ефективність виробництва «НанOVERму»

У таблиці 3.24 наведено основні економічні показники виробництва «НанOVERму».

Таблиця 3.24

#### Основні економічні показники при виробництві «НанOVERму»

Показник	Значення показника,
Собівартість 1 кг, грн	50,68
Ринкова ціна 1 кг, грн	270,00
Валовий прибуток з 1 кг, грн	219,32
Рентабельність: %	432,68
Маржинальність: %	81,23

Структура виробничої собівартості дає повне уявлення про статті витрат на виробництво «НанOVERму» (табл. 3.25).

Таблиця 3.25

## Структура виробничої собівартості «Нановерму»

Стаття витрат	Вартість, грн.	Частка від собівартості, %
Біогумус (сухий)	3,45	6,80
Луг	0,36	0,70
Вода дистильована	2,07	4,10
Електроенергія	41,71	82,30
ФОП виробничий	3,07	6,10
Додаткові витрати	0,02	0,04
Інше (нульові статті)	0,00	0,00
Разом	50,68	100,00

Розрахунок: Валовий прибуток = ціна продажу – собівартість

$$270 - 50,68 = 219,32 \text{ грн.}$$

Рентабельність = (прибуток / собівартість) × 100%

$$(219,32 / 50,68) \times 100\% = 432,68\%$$

Маржинальність = (прибуток / ціна продажу) × 100%

$$(219,32 / 270) \times 100\% = 81,23\%$$

Із даних таблиці 3.25 можна зробити висновок про те, що виробництво «Нановерму» - це високомаржинальний та високорентабельний напрямок, особливо за стабільної вартості електроенергії. Основний витратний фактор - електроенергія (82,30%), тому енергозбереження та альтернативні джерела енергії можуть суттєво підвищити економічну ефективність. Висока прибутковість дозволяє інвестувати у маркетинг, розширення збуту та технологічну модернізацію.

## РОЗДІЛ IV. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Удосконалення технологій утилізації гною сільськогосподарських тварин є логічним розвитком аграрного виробництва, кінцевою ланкою якого є рециклінг і диверсифікація [85, 104, 109].

На наш погляд, більш за все цей процес буде прискорюватися за рахунок впровадження інноваційних способів і прийомів [140, 164, 171, 173, 191, 207, 212, 226, 230].

Виходячи із мети дисертаційної роботи – удосконалення елементів технології переробки гною та використання продуктів утилізації у тваринництві, на першому етапі досліджень проводилась оцінка технологічних рішень виробництва вермигумусу та черв'ячної продукції.

Слід зазначити, що вони були проведені у ТОВ «Ліга Солар» (м. Запоріжжя), який у своїй виробничій діяльності займається глибокою переробкою гною і реалізацією отриманої продукції. На основі результатів досліджень можна зробити наступний висновок.

При порівнянні двох найбільш поширених технологій («крокуюча грядда» та «стаціонарна буртова») було встановлено, що вони мають спільні можливості для реалізації як на відкритих ділянках, так і в закритих місцях без додаткових фінансових вкладень за рахунок швидкого росту популяції черв'яків. Але технологія стаціонарних буртів має такі недоліки :

- при значному масштабуванні збільшується навантаження на фізичну силу в досить стислий період для обслуговування процесу виманки популяції та переселення в нові підготовлені бурти із одного в три по завершенню циклу вермикомпостування;

- при використанні огорожі також зростають фінансові витрати на придбання та монтаж по периметру нових буртів;

- потрібно постійно мати велику кількість ящиків для виманки та транспортування популяції;

- збір вермикомпосту здійснюється один раз кожні 180-240 днів (в середньому 1,5 рази на рік).

Однак у зарубіжній літературі ряд авторів не так критично ставляться до даної проблеми [180].

Розглядаючи технологію «крокуючої гряди», нами було встановлено, що вона, на відміну вище згаданої, дає можливість проводити безперервний технологічний процес отримання вермикомпосту впродовж усього року (замість двох разів на рік), що в свою чергу забезпечує стабільний процес виробництва. Крім того, вона дає можливість досягти швидкого масштабування за рахунок спецзасобів та механізації, зменшення операцій пов'язаних з ручною працею. Технологія вермикультивування у крокуючих буртах порівняно із стаціонарними в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> дозволяє збільшити виробництво вермигумусу в 1,68 рази, вермикультури в 1,87 рази. Але розглянуті вище дві технології можна віднести до дрібномасштабного екстенсивного способу утилізації гною. Як відзначають ряд зарубіжних авторів, на агрофірмах різних країн світу починає розповсюджуватися сучасна технологія вермикомпостування за допомогою вермиреакторів неперервної дії, яка забезпечує стабільність виробництва великомасштабних систем з безперервним потоком та підвищення продуктивності праці [120, 132, 134, 135, 137, 220].

Розроблена нами технологія вермикомпостування у закритих приміщеннях забезпечує повну автоматизацію процесів, зменшує собівартість вермикомпосту, дає можливість контролювати фізичні параметри (температура, вологість, насиченість киснем) під час вермикомпостування і доступна до широкого впровадження у домогосподарствах, фермерських господарствах, тваринницьких фермах. Вона забезпечує переробку гною великої рогатої худоби -13500 кг/рік, вихід вермикомпосту-сирця - 8,1 тон/рік, приріст популяції ЧКЧ приблизно 3 кг/місяць. Порівняно з технологією крокуючих буртів вона дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу у 1,60 рази, а вермикультури в 1,43 рази.

Технологія вермикомпостування у реакторах неперервної дії порівняно з «стаціонарними буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу в 2,70 рази, а вермикультури в 2,68 рази, знизити собівартість вермигумусу в 2,24, а вермикультури у 2,6 рази та підвищити рівень рентабельності в 2,22 і 2,6 рази відповідно.

На другому етапі були проведені деякі удосконалення результатів вермикомпостування першого етапу. Зокрема, це стосувалося запобігання поїдання гризунами черв'яків, що призводить до зменшення виходу вермикультури і вермигумусу. Як відомо, компостні черв'яки є ласим кормом для щурів та мишей при застосуванні технологій вермикомпостування в стаціонарних і крокуючих буртах [23, 105].

Тому з метою запобігання контакту з гризунами нами розроблено спосіб та пристрій для її реалізації. Суть її полягає в тому, що гряди формують із окремих решітчастих контейнерів, заповнених компостом і вермикультурою, а після завершення вермикомпостування і вермикультивування до них підставляють нові контейнери, заповнені поживним субстратом без черв'яків. Для здійснення способу розроблено металевий контейнер, який складається із рами, у вигляді усіченої пірамідальної трапеції: чотири стінки якої виконані решітчастими, а п'ята містить вставлені на шарнірах дверцята з фіксатором і рухомі зачіпні петлі.

Субстрат органічного складу з попередньо ферментованого органовмісного матеріалу укладають у контейнер, а з боку одної із стінок висаджують у субстрат популяції компостних черв'яків. Після завершення вермикомпостування і 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 і вермикультивування і т.д. Дослідження показали, що застосування нового способу вермикультивування і вермикомпостування підвищує вихід вермикультури на 14,78% і вермигумусу на 23,36%.

**На третьому етапі** досліджень вирішували проблему виманювання черв'яків із вермигумусу та досліджували процес вермикомпостування у великогабаритній упаковці «Big-Bag».

В практиці для виманювання черв'яків застосовують ряд способів. Спочатку свіжий кормовий субстрат кладуть у сітчасті ящики і розміщують їх по всій поверхні бурта. Черв'яки за 2-3 дні заповзають у субстрат, після чого їх знімають та переносять на нове місце для формування стартового бурта або для збору біомаси ЧКЧ [111, 189].

За другим способом в окремі сітчасті мішечки, які використовуються в народному господарстві для зберігання різних овочів, вносять приманку (торф, гнилі кусочки овочів, кавову гущу, кусочки паперу), а потім закладають у верхній шар компосту, в який раніше була завантажена вермикультура для його переробки [51].

У процесі вермикомпостування черв'яки із компосту заповзають у сітчасті мішечки, де споживають вищеописану приманку. По закінченні переробки гумусу і приманки мішечки з черв'яками на різних стадіях розвитку (молоді, статевозрілі) виймають із переробленого компосту і відправляють за призначенням.

Недоліком даних способів є те, що вони не дозволяють відділяти молодих особин від статевозрілих. Але, як показує наукова і виробнича практика, така технологічна операція конче потрібна. Тому нами запропоновано новий спосіб, за якого приманку вносять у мішечки, виконані із протимоскітної сітки, з розміром чарунок не більше 1,4 мм, а в якості приманки використовують гнилі фрукти (плоди груш, яблук, абрикос, слив) вологістю не більше 70%. Крім того, термін знаходження мішечка у компості не повинен перевищувати 5 діб. Спостереження показали, що молоді черв'яки (до 20-денного віку) вільно проникають через чарунки протимоскітної сітки (діаметр чарунки = 1,4мм), а у віці до 40 - 45днів проникають через чарунки з напругою, змінюючи товщину тіла за рахунок значного його видовження. Даний спосіб виїмки молодняку черв'яків (*Eisenia fetida*) із компосту може

бути застосований і для черв'яків інших видів за умов схожості морфо-фізіологічних параметрів (вік, довжина тіла, товщина тіла, статевозрілість). Перевага запропонованого способу полягає в тому, що він забезпечує відділення із компосту молодих особин від статевозрілих.

Процес вермикомпостування у великогабаритній упаковці «Big-Bag». відбувається у такий спосіб. За допомогою транспортера через горловину упаковки завантажують свіжий гній пошарово і зверху поливають водним розчином біологічного препарату «Комплезин», який призначений для швидкої переробки гною і отримання вермигумусу придатного для заселення вермикультури. Препарат спочатку розбавляють теплою водою (20 г на 1 л) і через 15 хв. рівномірно обприскують гній, який вносять в упаковку з розрахунку 10 л на 1 м<sup>3</sup> гною. Для зберігання кожної упаковки застосовувався спеціальний футляр, який закривається кришкою із поліуретану. Для обігріву субстрату застосовують установку, яка складалася із термостата і нагрівального кабеля (30 Вт/м). Далі у підготовлений компост (70-80%) зверху вносять маточний ящик з каліфорнійськими черв'яками (0,78 кг). Отриманий вермигумус був використаний у годівлі свиней. Для цього сформували контрольну і дослідну групу молодняку свиней по 30 голів у кожній. Молодняк контрольної групи споживав стандартний комбікорм, другої дослідної 95% комбікорму і 5% сухого вермигумусу, а третьої – 90% комбікорму і 10% сухого вермигумусу. В процесі дослідження було встановлено, що молодняк II-ї і III-ї дослідних груп переважав своїх аналогів за живою масою відповідно на 4,02 і 8,76%. Наші дослідження узгоджуються з рядом вітчизняних і закордонних авторів [68, 128, 145, 159, 183, 184, 185, 186, 187].

На п'ятому етапі розробляли новий спосіб глибокої переробки вермигумусу, шляхом застосування апарату вихрового шару. Він застосовується у будівельній, машинобудівній, хімічній, харчовій, сільськогосподарській, гірничодобувній, фармакологічній галузях. Помел (подрібнення) в апараті ABC -100 проводиться за рахунок впливу вихрового

шару, що утворюється завдяки обертанню магнітного поля, на феромагнітні частинки, вихідний матеріал та рідину. Також апарати вихрового шару АВС-100 використовують у сільському господарстві для очищення стічних вод [134, 135, 230].

Для отримання із вермигумусу біологічно активних речовин застосовують різні способи [205]. Самий простий спосіб - отримання «вермичай» шляхом пропускання води через свіжий вермигумус [66]. Отриманий екстракт використовують для підживлення рослин. Встановлено, що «вермичай» посилює мікробну активність ґрунту і підвищує продуктивність сільськогосподарських культур [67]. Відомий також спосіб отримання рідкого препарату з вермигумусу шляхом замочування його у воді і подальшого відділення рідкої фракції. Для екстракції гумінової кислоти у водний розчин вермигумусу додають NaOH + тетранатрій пірофосфату ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ), постійно перемішують при  $70^\circ\text{C}$  протягом години. Суміш центрифугують протягом 15 хвилин при 548 об/г і фільтрують.

Цей спосіб дозволяє отримати екстракт рідкого вермигумусу, що містить поживні мікро- і макроелементи та деякі фізіологічно активні речовини) [190].

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.

Тому для отримання із вермигумусу біологічно активних речовин нами застосовано апарат вихрового шару АВС-100. В сільськогосподарській сфері його застосовують для дезінфекції води, знезараження стоків, знезараження курячого посліду та свинячого гною [135, 228].

Тому, з метою підвищення якості цільового продукту 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) і піддають впливу ряду фізичних факторів, а саме: інтенсивній механічній диспергації, акустичній диспергації, електричній диспергації, 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. Усі разом перераховані вище фактори сприяють прискореній пептизації колоїдного розчину гумусової речовини.

У процесі обробки вермигумусу з водою в апараті вихрового шару 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). Проведені експерименти дозволили встановити, що вміст гумінових речовин у готовому продукті, порівняно з прототипом, складає 40,9- 49,9 г/л проти 5-15 г/л, що у 3,32-9,98 разів вище, а витрати електроенергії на роботу АВС-100 складають всього 4,5 кВт/год. Перевага пропонованого способу отримання «Нановерму» полягає в тому, що він є продуктивнішим і енергозберігаючим.

На шостому етапі досліджували доцільність використання вермигумусу та отриманого із нього біопрепарату «Нановерм», як високоякісного комплексного екологічно чистого органічного добрива, при вирощуванні кормів озимої пшениці, ярого та озимого ячменю.

Як повідомляє Negeri G. [87] вермикомпост має ряд видатних біологічних властивостей. Він багатий на бактерії, актиноміцети, гриби та бактерії, що розкладають целюлозу, має набагато тонкішу структуру, ніж звичайний компост і містить поживні речовини у формах, які легко поглинаються рослинами. Вермикомпост повільно та рівномірно вивільняє поживні речовини в зовнішнє середовище та дозволяє рослинам пролонговано поглинати ці поживні речовини. Вермикомпост здатний коригувати рН ґрунту

та концентрацію азоту. При застосуванні вермикомпосту покращується якість ґрунту в цілому, що може відобразитися на кращій продуктивності врожаю.

За результатами проведених нами науково-дослідних робіт доведено, що застосування вермигумусу та отриманого із нього біопрепарату «Нановерм», за одноразової обробки рослин, забезпечує істотне підвищення біометричних показників. Результати досліджень показали, що довжина коренів ярого ячменю збільшувалась на 2,4-3,8 см; середня довжина стебла збільшувалась на 5-10 см проти контролю. Найбільше зростання спостерігалось за обробки вермигумусом – 3 л/га. Продуктивне кушіння рослин зростало за умови застосування мікродобрив і становило 2,0-2,3 умовних одиниць проти 1,7 на контролі. Наші дослідження узгоджуються із даними [24], згідно яких гумінові кислоти позитивно вплинули на ріст кореневої системи рослин.

При обробці посіву ярого ячменю «Нановермом» нормою 3 л/га та вермигумусом нормою 1,5-3 л/га ураження рослин кореневими гнилями не спостерігалось. При обробці посіву ячменю озимого (дворучки) сорту «Данте» (попередник озимий ячмінь) «Нановермом» 1,5-3 л/га урожайність становила 2,81-3,57 т/га, що на 1,67-1,76 т/га вища відносно контролю (без добрив). При внесенні вермигумусу 1,5-3л/га, урожайність становила 3,88-4,01 т/га, що на 2,07-2,20 т/га вища відносно контролю (без добрив).

Найвищі показники економічної ефективності при вирощуванні ячменю ярого після озимого ячменю отримані при внесенні вермигумусу 3л/га, умовно чистий прибуток – 6932 грн./га, собівартість – 2985 грн./т, рівень рентабельності – 59,1%. За вирощування ячменю ярого сорту «Данте» при внесенні вермигумусу 1,5 л/га, умовно чистий прибуток становив 6467 грн./га, собівартість зерна – 2947 грн./т, рентабельність – 56,5%. При застосуванні «Нановерму» 1,5-3 л/га рентабельність була меншою і складала відповідно 41,7-45,0%.

Встановлено, що застосування вермигумусу і «Нановерму» для допосівного оброблення насіння пшениці озимої сортів «Подолька» та

«Богдана» забезпечує збільшення енергії проростання насіння на 3,7-6,0%, лабораторної схожості на 4,2-7,6%; довжини рослин на 12,2-38,5%; довжини коренців на 0,8-2,7 см (12,2-37,5%) порівняно до контролю. Найвищими ці показники були у варіантах здійснення допосівного оброблення насіння мікродобривами вермигумус та «Нановерм» у дозі 1,5 л/т.

Використання «Нановерму» підвищує урожай зерна у дослідній групі на 22,3%, або 8,6 ц/га більше порівняно з контрольною. Отриманий ефект пояснюється ростостимулюючою дією гумінових речовин [13, 21, 121, 131, 132, 162, 165]. Крім того, наші дані узгоджуються з публікацією турецьких фахівців, які зазначають, що вермикомпост підвищує швидкість проростання, посилює розвиток коренів рослин і значно знижує вплив різних хвороб, які пригнічують коренеутворення, підвищує урожайність сільськогосподарських культур і якість зерна. У дослідженнях було виявлено, що вермикомпост сприяв збільшенню вегетативного росту рису порівняно з хімічними добривами. За отриманими результатами було помічено, що при внесенні у ґрунт вермигумусу у дозі 10 т/га, біомаса цукрового буряка формувалася з більшим розростанням коренів і листя. За отриманими результатами встановлено, що застосування біогумусу у дозі 3 т/га пришвидчувало дозрівання зерна і значно підвищило урожайність пшениці [63].

На шостому етапі досліджували ефективність застосування вермигумусу та «Нановерму» в раціонах свиноматок, поросят-сисунів і відлучених поросят. Накопичений світовий досвід дає оптимальні прогнози щодо застосування вермигумусу і гумінових речовин у тваринництві [30, 31, 107, 143, 178, 195].

У процесі проведених досліджень було встановлено, що введення в раціон підсисних свиноматок і поросят-сисунів вермигумусу і «Нановерму» позитивно вплинуло на енергію росту поросят та їх збереженість. На кінець підсисного періоду поросята 1 і 2 дослідних груп перевищували своїх ровесників за живою масою (на 7,79 і 6,97%) і збереженістю (на 4,3 і 8,9%) відповідно.

На дорощуванні підсвинки 1 і 2 дослідних груп також перевищували своїх ровесників у віці 60 днів за живою масою на 13,11 і 6,96%, а у 90-денному віці відповідно на 14,12 і 11,52%.

У тварин дослідних груп також була вища збереженість відповідно на 4,3 і 8,9%, що також підтверджує біологічну активність гуматів при вирощуванні молодняка свиней. Економічний ефект при застосуванні вермигумусу і «Нановерму» склав у першій дослідній групі 343,3 грн/гол, а в другій – 278,53 грн/гол. Наші дані узгоджуються з дослідженнями, проведеними Шаталіним Д.Б. [233-235] і Гармашом С.М. [155, 157], які встановили, що додавання у раціон підсисних свиноматок вермигумусу, отриманого із лузги насіння соняшника, приводить до збільшення збереженості поросят у гнізді. Годування поросят-сисунів такою добавкою збільшує їх потенціал росту. Позитивний результат у годівлі свиней вермигуусом був отриманий Масловим В.І. [192].

Отримана різниця показників тварин дослідних груп пояснюється тим, що вермигумус краще стимулює енергію росту поросят, а «Нановерм» – збереженість, що обумовлено імунностимулюючими властивостями гумінової і фульвової кислоти. Про це свідчать роботи закордонних авторів, проведених в скотарстві і птахівництві [10, 14, 38, 62, 69, 80, 82].

Сумарна позитивна дія гумінових кислот позитивно позначилася на відтворювальні якості свиноматок, про що свідчить індекс репродуктивних якостей, який був вищим у піддослідних тварин порівняно з контрольними на 17,98 і 20,14 балів.

Кращі показники живої маси поросят 2 дослідної групи були обумовлені вищим вмістом макро- і мікроелементів у вермигумусі. А кращі показники збереженості пояснюються тим, що гумінові речовини мають широкий спектр біологічної активності, які впливають на обмінні процеси в організмі тварин. Як відомо, гумінові кислоти, через самостійні, що знаходяться в стінці кишечника рецептори, стимулюють імунну систему організму для захисту від чужорідних впливів. Під впливом гуматів посилюється фагоцитарна функція

лейкоцитів, додатково стимулюються захисні сили організму, а це зменшує відмінність і сприяє підвищенню безпеки молодняка. Це пов'язано насамперед з антибактеріальними та протівірусними діями гумінових кислот, а також завдяки їх в'язучому, антирезорбтивному та протизапальному характеру.

Встановлено, що при додаванні до основного комбікорму поросятам-сисунам першої дослідної групи у віці 90 днів вермигумсу у кількості 50-80 г/гол. на добу і «Нановерму» - 1-2 мл/гол. на добу вміст гемоглобіну зростає на 6,27% і 8,75% відносно контролю. У 90-добовому віці рівень гемоглобіну підвищується на 8,75 % ( $p < 0,01$ ) порівняно з показниками контрольної групи. Крім того, вермигумус і «Нановерм» позитивно впливають на білковий обмін та деякі показники резистентності тварин [121, 149, 211].

Виходячи із наведених даних, розвиток системи диверсифікації в агроекологічному виробництві, на наш погляд, потребує розробки нових способів кормовиробництва з використанням вермигумусу та отриманих з нього біологічно активних речовин. Нашу тезу підтримують фахівці Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Федорченко О.А., Ткаченко В.Г. [229], які наголошують, що «диверсифікація та спеціалізація підприємств аграрного сектору продиктована об'єктивними причинами природного і економічного порядку. Вона позитивно діє на економічну, соціальну і екологічну ефективність аграрних формувань. Через реалізацію проектів диверсифікації виробництва покращується використання землі, засобів виробництва і трудових ресурсів, завойовуються додаткові ніші ринків, стабілізується фінансовий стан сільгоспвиробників, більш повніше задовольняється попит на продукцію, роботи, послуги. Вона дозволяє краще насичувати ринки товарами, замінити застарілі товари новими, підвищувати ефективність виробництва, використовувати ресурси більш рівномірно на протязі року, підвищувати зайнятість за рахунок нових робочих місць. Диверсифікація сприяє витісненню імпорту, більш рівномірному надходженню доходів за періодами року, збільшенню річної маси прибутку. Виходячи з цього

диверсифікація виробництва вимагає особливого типу господарювання, що стимулює новації, пошук нових виробництв і ринків».

Покладатися на один продукт, свиней, стає все більш ризикованим. Обнадійливі результати дають ферми, які не замикають свій кругозір і використовують всі поживні речовини на фермі для створення продуктів для різних ринків. Вони можуть утримувати собівартість на низькому рівні і більш стійкі до ринкових коливань [215].

## ВИСНОВКИ

1. Удосконалено комплекс елементів технології переробки гною для отримання біологічно активних речовин та використання їх у годівлі свиней, що забезпечує рециклінг і диверсифікацію виробництва.

2. Проведена порівняльна характеристика трьох технологій вермикомпостування: «стаціонарна буртова», «крокуюча» і «вермиреакторна неперервної дії». Встановлено, що технологія вермикультивування у «крокуючих буртах» порівняно із «стаціонарною буртовою» в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> площі дозволяє збільшити виробництво вермигумусу в 1,68 рази, вермикультури в 1,87 рази,

3. Встановлено, що технологія вермикомпостування у «вермиреакторах неперервної дії» забезпечує повну автоматизацію виробничих процесів, можливість контролювати фізичні параметри (температура, вологість, насиченість киснем) під час вермикомпостування, підвищує ефективність виробництва вермикомпосту і доступна до широкого впровадження у домогосподарствах, фермерських господарствах, тваринницьких фермах та ін.

4. Доведено, що технологія вермикомпостування у «вермиреакторах неперервної дії» порівняно зі «стаціонарними буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу в 2,70 рази, а вермикультури в 2,68 рази, знизити собівартість вермигумусу в 2,24, а вермикультури у 2,6 рази та підвищити рівень рентабельності в 2,22 і 2,6 рази відповідно. Технологія вермикомпостування у «реакторах неперервної дії» порівняно з «крокуючими буртами» дозволяє збільшити в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> виробництво вермигумусу у 1,60 рази, а вермикультури у 1,43 рази.

5. Удосконалено технологію вермикомпостування «крокуючих буртів», яка полягає в тому, що гряди формують із окремих решітчастих контейнерів, заповнених компостом і вермикультурою, а після завершення вермикомпостування і вермикультивування до них підставляють нові

контейнери, заповнені поживним субстратом без черв'яків, в результаті чого підвищується вихід вермикультури на 14,78% і вермигумусу на 23,36%.

6. Розроблено спосіб виїмки, відділення із компосту, молодих особин від статевозрілих черв'яків із вермигумусу, який полягає в тому, що приманку вносять у мішечки, виконані із протимоскітної сітки з розміром чарунок не більше 1,4 мм, а в якості приманки використовують гнилі фрукти (плоди груш, яблук, абрикос, слив) вологістю не більше 70%. Крім того, термін знаходження мішечка у компості не повинен перевищувати 5 діб. Даний спосіб виїмки молодняку черв'яків (*Eisenia fetida*) із компосту може бути застосований і для черв'яків інших видів за умов схожості морфо-фізіологічних параметрів (вік, довжина тіла, товщина тіла, статевозрілість).

7. Розроблена технологія вермикультивування у холодний період року. В якості біологічного реактора для виробництва компосту та вермипродукції нами була використана великогабаритна упаковка «Big-Bag» (0,75 x 0,75 x 1,25), яка широко використовується для розфасовки упакованих і насипних будівельних матеріалів, руди, овочів, фруктів, мінеральних добрив і т.п.

8. Розроблено спосіб глибокої переробки вермигумусу та технологічна лінія для його здійснення. Він полягає в тому, що з метою підвищення якості цільового продукту за рахунок поліпшення умов екстрагування водорозчинних гумінових речовин, спрощення і здешевлення технологічного процесу вермигумус змішують із водою в співвідношенні 25% вермигумусу і 75% води, пропускають через апарат вихрового шару (АВС) і піддають впливу ряду фізичних факторів, а саме: інтенсивної механічної диспергації, акустичної диспергації, електричної диспергації, 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. Запропонований спосіб дозволяє отримувати 1 тону гумінового біопрепарату за добу, що у 3,32-9,98 разів вища ніж у

прототипі, а витрати електроенергії на роботу АВС-100 складають всього 4,5 кВт/год.

9. Отриманий якісний рідкий гуміновий біопрепарат («НанOVERM») містить гумінових кислот - 19,1, фульвових кислот - 30,8, гумусових речовин 49,9 г/л, призначений для використання в тваринництві і рослинництві, в якості стимулятора росту та збільшення резистентності організму.

10. Встановлено, що застосування «НанOVERMU» для допосівного оброблення насіння ярого ячменю в дозі 1,5-3,0 л/га забезпечує отримання урожайності відповідно 3,48 і 3,57 т/га. Застосування вермигумусу для допосівного оброблення насіння ярого ячменю в дозі 1,5-3,0 л/га забезпечує отримання урожайності відповідно 3,88 і 4,01 т/га. Використання «НанOVERMU» підвищує урожай зерна озимої пшениці у дослідній групі на 22,3%, або 8,4 ц/га більше порівняно з контрольною.

11. Найвищі показники економічної ефективності при вирощуванні ячменю ярого отримані при внесенні вермигумусу в дозі 3 л/га, умовно чистий прибуток складає – 6932 грн./га, собівартість - 2985 грн./т, рівень рентабельності - 59,1%. За вирощування ячменю ярого сорту «Данте» при внесенні вермигумусу в дозі 1,5 л/га, умовно чистий прибуток складає 6467 грн./га, собівартість зерна – 2947 грн./т, рівень рентабельності – 56,5%. При застосуванні «НанOVERMU» в дозі 1,5-3 л/га рівень рентабельності складає відповідно 41,7-45,0%.

12. Використання кормових добавок вермигумусу і «НанOVERMU» в раціонах молодняку свиней сприяє нормалізації та активізації білкового обміну, зміцнює імунітет, підвищує швидкість росту свиней та підвищує їх збереженість. Введення в раціон підсисних свиноматок і поросят-сисунів вермигумусу і «НанOVERMU» позитивно вплинуло на енергію росту поросят та їх збереженість. На кінець підсисного періоду поросята першої і другої дослідних груп перевищували своїх ровесників за живою масою (на 7,79 і 6,97%) і збереженістю (на 4,3 і 8,9%) відповідно. Сумарна позитивна дія гумінових кислот позитивно позначилася на відтворювальні якості

свиноматок, про що свідчить індекс репродуктивних якостей, який був вищим у піддослідних тварин порівняно з контрольними на 17,98 і 20,14 балів.

13. Застосування веермигумусу і «Нановерму» віднятим поросяткам першої і другої дослідних груп сприяло перевершенню аналогів у віці 60 днів за живою масою на 13,11 і 6,96%, а у 90-денному віці відповідно на 14,12 і 11,52%. У тварин дослідних груп також була вища збереженість відповідно на 4,3 і 8,9%, що підтверджує біологічну активність гуматів при вирощуванні молодняку свиней.

14. Встановлено, що при додаванні до основного комбікорму поросяткам-сисунам першої дослідної групи у віці 90 днів веермигумусу у кількості 50-80 г/гол. на добу і «Нановерму» - 1-2 мл/гол. на добу вміст гемоглобіну зростає на 6,27% і 8,75% відносно контролю. У 90-денному віці рівень гемоглобіну підвищується на 8,75 % ( $p < 0,01$ ) порівняно з показниками контрольної групи. Крім того, веермигумус і «Нановерм» позитивно впливає на білковий обмін та деякі показники резистентності тварин.

15. Встановлено, що отриманий веермигумус при введенні у концентратний раціон відгодівельного молодняку свиней у дозі 5 і 10% сприяє підвищенню живої маси відповідно на 4,02 і 8,76%.

16. Вартість додаткової продукції отриманої від поросят у кінці дорощування (вік 90 днів) складає 267,03-216,63 грн./гол., а від відгодівельного молодняку (вік 165 днів) – 283,70-646,43 грн./гол.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення ефективності переробки гною, продуктивності свиней та розвитку процесів рециклінга і системи диверсифікації в агроекологічному виробництві доцільно застосовувати інноваційні розробки:

- технології вермикомпостування у «крокуючих буртах» та вермиреакторах неперервної дії;

- спосіб глибокої переробки вермигумусу в апараті АВС-100 для отримання гумінового біопрепарату «Нановерм»;

- способи годівлі підсисних свиноматок, поросят-сисунів, відлучених поросят та відгодівельного молодняка, який передбачає введення в раціони вермигумусу і біологічного препарату «Нановерм» у якості вітамінно-мінеральної добавки;

- спосіб застосування вермигумусу і «Нановерму» для вирощування кормів - ярого ячменю і озимої пшениці.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abul-Soud M., Hassanein M. K., Ablmaaty S.M., Medany M, Abu-Hadid A.F. Vermiculture and vermicomposting technologies use in sustainable agriculture in Egypt. *Egypt. J. Agric. Res.* Vol. 87 (1). 2009. P. 389-400.
2. A comparison of vermicomposting and composting/  
<https://jdguez.webs.uvigo.es/wpcontent/uploads/2016/04/Comparison%20of%20vermicomposting%20and%20composting.pdf>.
3. Adhikary S. Vermicompost, the story of organic gold: A review: *Agriculture & Ecological Research Unit, Biological Sciences Division, Indian Statistical Institute, Kolkata, India. Agricultural Sciences.* 2012. Vol.3. № 7.
4. Ahmad R, Jilani G, Arshad M. Et. al. A Bioconversion of organic wastes for their recycling in agriculture: an overview of perspectives and prospects. *Ann Microbio.* 2007. Vol. 157. P. 471–479. DOI: 10.1007/BF03175343.
5. Alidadi, H., Saffari, A.R., Ketabi, D.et. al. Comparison of Vermicompost and Cow Manure Efficiency on the Growth and Yield of Tomato Plant. *Health Scope.* 2014. Vol. 3. DOI: <https://doi.org/10.17795/jhealthscope-14661>.
6. Angeles M.L., Gómez-Rosales S. Guillermo T. Mechanisms of action of humic substances as growth promoters in animals. 2022. DOI: 10.5772/intechopen.105956.
7. Anielak A.M., Kłeczek A., Łuszczek B. Innovative method of extraction of humic substances from digested sludge and assessment of the impact of their on the growth of selected plants. *Energies.* 2023. Vol. 16(3). P. 1283. DOI: <https://doi.org/10.3390/en16031283>.
8. Arancon N.Q, Edwards C.A, Bierman P, et.al. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiol.* 2005. Vol. 49. P. 297–306. DOI: 10.1016/j.pedobi.2005.02.001.
9. Arancon N.Q, Edwards C.A, Babenko A, et.al. Influences of vermicomposts, produced by earthworms and microorganisms from cattle manure,

food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. *Applied Soil Ecology*. 2008. Vol. 39. P. 91-99.

10. Arif M., Alagawany M., Abd El-Hack, M.E. Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review. *Iran J Vet Res*. 2019. Vol. 20(3) P. 167–172.

11. Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., et.al. Effects of vermicompost and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *In Pedobiologia*. 2000. Vol. 44. P. 579–59. DOI: [https://doi.org/10.1078/S0031-4056\(04\)70073-6](https://doi.org/10.1078/S0031-4056(04)70073-6).

12. Atiyeh R.M, Edwards C.A, Subler S. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresour Technol*. 2001. Vol. 78. P. 11–20. DOI: [10.1016/S0960-8524\(00\)00172-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00172-3).

13. Atiyeh R.M, Lee SS, Edwards C.A, et.al. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. *Bioresour Technol*. 2002. Vol. 84. P. 7–14. DOI: [10.1016/S0960-8524\(02\)0001](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)0001).

14. Bahadori , L. Esmailzadeh , M.A. Karimi-Torshizi . et.al. The effect of earthworm ( *Eisenia foetida* ) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microflora, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens. *Livestock Science*. Vol. 202, 2017, P. 74-81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.010>.

15. Bahtiar, A. R., Santoso, A. J. and Juhariah, J., Deep learning detected nutrient deficiency in chilli plant. *In 2020 8th international conference on information and communication technology (ICoICT)* (pp. 1-4). IEEE, 2020

16. Bellitürk K ·Vermicomposting in Turkey: Challenges and Opportunities in Future. *Eurasian Journal of Forest Science*. 2016. Vol. 6(4). P. 32-41. DOI: <https://doi.org/10.31195/ejefsf.476504>.

17. Bidabadi S.S. Waste management using vermicompost derived liquids in sustainable horticulture. *Trends in Horticulture*. 2018. Vol. 1(3). DOI: [10.24294/th.v1i3.175](https://doi.org/10.24294/th.v1i3.175).

18. Birnbaum J. A. Vermicomposting and vermiculture systems for cold climates. 2015.

URL: <https://www.canr.msu.edu/hrt/uploads/535/78622/Vermicomposting-Systems-19pgs.pdf>. (дата звернення: 15.11.2023).

19. Bisio, G., Potential of azolla compost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea*) (Doctoral dissertation, Makerere University), 2019. URL: <http://hdl.handle.net/20.500.12281/6885> ( дата звернення: 12.04.24).

20. Blouin, M., Hodson, M.E., Delgado, E.A. et.al. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*. 2013. Vol. 64(2). P. 161-182. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejss.12025>.

21. Blouin, M., Barrere, J., Meyer, N., et.al. Vermicompost significantly affects plant growth. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 2019. Vol. 39(4) P. 34. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0579-x>.

22. Bolaños-Villarreal A.P., Garcia D., Cuarán F. Vermicomposting: Production of Humus and Biol. Smart Innovation. 2022. DOI:10.1007/978-981-16-4126-8\_53. In book: *Communication, Smart Technologies and Innovation for Society* (2016. pp.591-600).

23. Canellas, L.P., Olivares, F.L., Aguiar, N.O., Jones, D.L., Nebbioso, A., Mazzei, P., Piccolo, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 2015. Vol. 196. P. 15-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>.

24. Canellas, L.P., Olivares, F.L., Okorokova-Façanha, A.L., Façanha, A.R.. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase activity in maize roots. *Plant physiology*, 2002. Vol. 130(4). P. 1951-1957. DOI: 10.1104/pp.007088

25. Carry on Composting Home, Allotment and Community/Rats etc in compost. URL: [www.carryoncomposting.com](http://www.carryoncomposting.com). (дата звернення: 15.12.2023).

26. Chaoui H.I, Zibilske L.M, Ohno T. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biol Biochem* 2003, Vol. 35. P. 295–302. DOI: 10.1016/S0038-0717(02)00279-1.

27. Complete guide to continuous flow vermicomposting. URL: <https://urbanwormcompany-com.translate.goog/complete-guide-to> (дата звернення: 12.11.2023).
28. Committee for Veterinary Medicinal Products Report. Humic Acids and their Sodium Salts. The European agency for the evaluation of Medicinal products (EMA). 7 Westferry Circus, Canary Wharf, London, E14 4HB, UK, 1999.
29. Deepthi, M. P., Sundaram N., Kulandaivel S., et. al. Effect of vermiwash prepared from livestock biowaste as vermiponics medium on the growth and biochemical indices of *Amaranthus viridis* L. *Environmental Technology & Innovation*, 2021. Vol. 21. DOI:10.1016/j.eti.2020.101300.
30. Dominguez, J., Edwards, C.A. and Subler, S. A Comparison of Vermicomposting and Composting. *Biocycle*. 1997. Vol. 38. P. 57-59.
31. Dominguez J., Edwards C. A. Subler S. A comparison of vermicomposting and composting. URL: <https://jdguez.webs.uvigo.es/wp-content/uploads/2016/04/Comparison%20of%20vermicomposting%20and%20composting.pdf>. (дата звернення: 15.01.2024).
32. Edwards C. A. • Arancon N. Q. Biology and ecology of earthworms. Fourth Editio. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-74943-3>. © Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2022
33. El-Shabrawi, H.M.; Bakry, B.A.; Ahmed, M.A. et. al. Humic and oxalic acid stimulates grain yield and induces accumulation of plastidial carbohydrate metabolism enzymes in wheat grown under sandy soil conditions. *Agric. Sci.* 2015. Vol. 6. P. 1–10. DOI: 10.4236/as.2015.61016.
34. El-Sheshtavy, A.A.; Hager, Shaver S.S. The influence of biofertilizers, a source of phosphorus and humic substances on yield, yield components and assimilation of nutrients by barley plants. *J. Biol. chemical Environment of science* 2019. Vol. 14. P. 279–300.
35. Elissen, H. J. H. Gollenbeek L., Effects of vermicompost on plant and soil characteristics – a literature overview. Wageningen Research, Report WPR- 995. 2023. URL: (дата звернення: 10.01.2024).

36. Enebe M. C., Erasmus M. *Vermicomposting technology - A perspective on vermicompost production technologies, limitations and prospects : Review. J. Jenvman.* 2023.118585. Epub 2023 Jul 6. Nov 1:345:118585. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.118585.

37. Enebe M. C., Erasmus M. Mediators of biomass transformation – A focus on the enzyme composition of the vermicomposting process: *Environmental Challenges.* 2023. Volume 12. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100732>

38. Fedoruk, R.S.; Tsap, O.F.; Kovalchuk, I.I. et.al. Immunobiological reactivity and productivity of cows under conditions of increased radiation exposure and feeding them corrective feed additives. *In Proceedings of the International Conference “Humic Substances and Phytohormones in Agriculture”,* Dnepropetrovsk, Ukraine, 16–18 February 2010; pp. 258-259.

39. Fernández-Gómez J. M., Nogales R., Insam H, et.al. Continuous-feeding vermicomposting as a recycling management method to revalue tomato-fruit wastes from greenhouse crops. *Waste Management.* 2010. Vol. 30, Issue 12. P. 2461-2468.

40. Fuchs B., Orda J., Pres J., Muchowicz M. The effect of feeding piglets up to the 100 th day of their life with peat preparation on their growth and physiological and biochemical indices. *Archivum Veterinarium Polonicum.* 1995. Vol. 35. P 97–107.

41. Garg V.K., Chhillar C.A.S., Yadav A. Growth and reproduction of *Eisenia foetida* in various animal wastes during vermicomposting. 2005. *Applied Ecology and Environmental Research* 3/2. DOI:10.15666/aeer/0302\_051059.

42. Garg P, Gupta A, Satya S. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: a comparative study. *Bioresour Technol.* 2006. Vol. 97. P. 391–395. DOI:10.1016/j.biortech.2005.03.009.

43. Garg, V.K., Yadav, Y.K., Sheoran, A., et.al. Livestock excreta management through vermicomposting using an epigeic earthworm *Eisenia foetida*. *Environmentalist.* 2006. Vol. 26, 269–276 . URL: <https://doi.org/10.1007/s10669-006-8641-z>. (дата звернення: 06.03.2024).

44. Ghorbani, M., Sabour, M.R.: Global trends and characteristics of vermicompost research over the past 24 years, URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-11119-x>, 520 (2021) (дата звернення: 10.03.2024).

45. Goel P., Dhingra M. Humic Substances: Prospects for Use in *Agriculture and Medicine*. 2020 Reviewed: July 26th, 2021. DOI: 10.5772/intechopen.99651.

46. Greene, L.W.; Cole, A. Efficient waste and odor management for feedlots. -USDA/ARS. The Agriculture Program, Texas, University System, AGCOM 5-1-00. URL: <http://agprogram.tamu.edu>; press release, May, 2000. (дата звернення: 08.03.2024).

47. Guo L., Wu G., Li C., et.al. Vermicomposting with maize increases agricultural benefits by 304 %. *Agronomy for Sustainable Development*, 2015. Vol. 35 (3). P. 1149-1155. [ff10.1007/s13593-015-0307-0](https://doi.org/10.1007/s13593-015-0307-0). [ffhal-01312611](https://doi.org/10.1007/s13593-015-0307-0)f.

48. Guo, Z.; Zhang, J.; Fan, J. et. al. Does animal manure application improve soil aggregation? Insights from nine long-term fertilization experiments. *Sci. Total Environ.* 2019. Vol. 660. P. 1029–1037.

49. Gunadi, B. & Edwards, C.A. The effect of multiple applications of different organic wastes on the growth, fecundity and survival of *Eisenia foetida* (Savigny) (Lumbricidae). *Pedobiologia*. 2003. Vol. 47(4). P. 321–330.

50. Hamilton D. W. He Basics of Vermicomposting. Published Feb. 2017. 3с. URL: <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/print-publications/bae/the-basics-of-vermicomposting-bae-1528.pdf>. (дата звернення: 16.03.2024).

51. Harvest Worm Castings the Easy Way. 2015. [/https://myurbangardenoasis.wordpress.com/2015/03/23/harvest-worm-castings-the-easy-way](https://myurbangardenoasis.wordpress.com/2015/03/23/harvest-worm-castings-the-easy-way). (дата звернення: 10.04.2024).

52. Hastuti D. Vermiculture bio-technology: An effective tool for economic and environmental sustainability Abdullahi Hussaini. *African Journal of Environmental Science and Technology*. 2013. Vol. 7(2), P. 56-60. Available online at <http://www.academicjournals.org/AJEST>. DOI: 10.5897/AJEST12.021 ISSN 1996-0786 ©2013 Academic Journals.

53. Hemalatha B. Vermicomposting of fruit waste and industrial sludge. *International journal of Advanced Engineering Technology*. 2012 Vol.. 3(2), P. 60-63.
54. Hesami Y., Esmailzadeh L., Torshizi M. A.K. Effect of diets containing earthworm powder and vermihumus on egg production, hatchability, blood parameters and immunity of Japanese breeder quails. *J Anim Physiol a Anim Nutr*. 2020. Vol. 105(4). DOI:10.1111/jpn.13453.
55. High efficiency vermiculture process and apparatus. Patent US 223687 B1 Harry N. Windle . 2001.
56. Hodson M, Delgado M.E. et.al. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*, 2013. Vol. 64(2). P. 161-182.
57. Ishan P., Khanikar L., Ahmed C. S., A novel method for improving the quality of vermicompost /[https://www.researchgate.net/publication/265794251\\_A\\_novel\\_method\\_for\\_improving\\_the\\_quality\\_of\\_vermicompost](https://www.researchgate.net/publication/265794251_A_novel_method_for_improving_the_quality_of_vermicompost). (дата звернення: 18.03.2024).
58. Islam, K. M. S., A. Schuhmacher and J. M. Gropp. Humic acid substances in animal agriculture. *Pakistan J. Nutr*. 2005. Vol. 4 (3). P. 126-134.
59. Ismayana, A., Indrasti N.S., Maddu A .S. et.al. Faktor rasio C/N awal dan laju aerasi pada proses co-composting bagasse dan blotong (Factor of initial C/N ratio and aeration rate in co-composting process of bagasse and filter cake). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 2012. Vol. 22(3). P. 173-179.
60. Ji. F, McGlone J.J, Kim S.W. Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission: *Journal of Animal Science*. 2006. Vol. 84(9). P. 2482-90. DOI:10.2527/jas.2005-206.
61. Joshi, R., Singh, J., Vig, A.P. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*. 2015. Vol. 14(1). P.137–159, DOI: 10.1007/s11157-014-9347.

62. Kamel, M.; Elhady, M.; Iraqi, K. Biological Immune stimulants effects on immune response, behavioural and productive performance of broilers. *Egypt. Poult. Sci.* 2015, Vol. 35. P. 691–702.
63. Kayabasi E. T, Yilmaz O. *The Importance of Vermicompost in Agricultural Production and Economy. Eurasian Journal of Agricultural Research.* 2021. Vol. P.5, Issue. 2. P. 146-159.
64. Kim S.W, Hulbert L.E, Rachuonyo H.A. et.al, Relative availability of iron in mined humic substances for weanling pigs. *Asian-Austral.* 2004. Vol. 17. P. 1266–1270.
65. Klubek B.P, Masabn J.G. Effect of soil type and vermicompost applications on tomato growth. *Int J Recycl Org Waste Agric.* 2015. Vol. 4. P.135–141. DOI: 10.1007/s40093-015-0093-3.
66. Korkmaz B. Vermicomposting in Turkey: Challenges and Opportunities in Future. *Eurasian Journal of Forest Science.* 2016. Vol. 6(4). P. 32-41.
67. Koskey, G., Avio, L., Turrini, A. et.al. Biostimulatory effect of vermicompost extract enhances soil mycorrhizal activity and selectively improves crop productivity. *Plant and Soil.* 2022. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-022-05783-w>. (дата звернення: 09.06.2024).
68. Kunavue N., Lien T. F. Effects of Fulvic Acid and Probiotic on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Blood Parameters and Immunity of pigs. *Agricultural and Food Sciences Journal of Animal Science Advances.* 2012. Vol. 2(8). P. 711-721.
69. Lala A.O., Okwelum N., Oso A.O., et.al. Response of broiler chickens to varying dosage of humic acid in drinking water. *Journal of Animal Production.* 2017. Issue 29 (1). P. 288-294.
70. Latest Innovations in Vermiculture and Vermicomposting Technology: How Worms are Changing the Game in Organic Farming URL: <https://unclejimswormfarm.com/vermiculture-and-vermicomposting-technology/>. (дата звернення: 14.11.2023).

71. Lazcano, C., Gómez-Brandón, M., Domínguez, J.: Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. *Chemosphere*. 2008. Vol. 72. P. 1013–1019 URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.04.016>. (дата звернення: 14.12.2023).

72. Lim S.L, Wu T.Y, Lim P. N. Et.al. The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. *J. Sci Food Agric/*. 2015 Vol. 95(6). P. 1143-56. doi: 10.1002/jsfa.6849. Epub 2014 Aug 26.

73. Loh T.C. , Lee Y.C. Liang, J.B. Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. *Biores. Technol*. 2004. 96. P. 111–114.

74. Madan S, Rathore S. Nutrient analysis of compost and vermicompost and their impact on growth of *Cicer arietinum*. *Report and Opinion*. 2015. Vol. 7(7). P. 4-8.

75. Manyuchi M.M, Phiri A, Muredzi P, et.al. Comparison of vermicompost and Vermiwash bio-fertilizers from vermicomposting waste corn pulp. In Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, World Acad. *Sci. Engi. Technol*. (WASET). 2013. Vol. 78. P. 3.

76. Manyuchi MM, Phiri A Vermicomposting as a solid waste management strategy: a review. *Int J Sci Eng Technol*. 2013. Vol. 2(12). P. 1234–1242.

77. Manyuchi M/M, Mudamburi T, Phiri A, Muredzi P. et.al. Impact of vermicompost on peas cultivated soil. *Glob J Eng Sci Res* 2014. Vol. 1(1). P.1–3.

78. McGlone F. Ji, J. J, S. W. Kim. Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission. *Journal of Animal Science*. 2006. Vol. 084. P. 2482-2490.

79. Method for the production of humic and fulvic acids and intermediate products from peat, peat soils and humic organic materials. Pat. 0 117 223 A1. C 05 F 11/02 , A 61 K 35/1. № 84810019.4; Priorité: 25.01.83 CH 392/83 @ Date de publication de la demande: 29.08.84. Bulletin 84/35.

80. Mikityuk V.V.; Tsap, SV; Begma N.A. Use of potassium humate in feeding productive animals. *Based on the materials of the international conference "Humic substances and phytohormones in agriculture"*, Dnepropetrovsk, Ukraine, February 16–18, 2010; P. 176–177.

81. Mishra K, Singh K, Tripathi C.P.M. Management of municipal solid wastes and production of liquid biofertilizer through vermic activity of epigeic earthworm *Eisenia fetida*. *Int J Recycl Org Waste Agric*. 2014. Vol. 3:56. DOI: 10.1007/s40093-014-0056-0.

82. Mozafar S., Taklimi S.M., Ghahri H., et.al. Influence of different levels of humic acid and esterified glucomannan on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. *Agricultural Sciences*, 2012. Vol.3, №.5. P. 663-668.

83. Munroe G. Manual of on-farm vermicomposting and vermiculture. *Organic Agriculture Centre of Canada* 2007. P. 40.

84. Musaida M., Manyuchi M., Chitambwe T. et.al. Continuous Flow-through Vermireactor for Medium Scale Vermicomposting. *Asian Journal of Technology and Technology*). 2013. Vol. 01. Issue 01. P. 2321–2462.

85. Myers R. Vermicomposting: the basics : URL: <https://attra.ncat.org/publication/vermicomposting-the-basics>. (дата звернення: 11.12.2023).

86. Ndegwa, P.M., Thompson S.A. Integrating composting and vermicomposting the treatment and bioconversion of biosolids. *Biores. Technol*. 2001. Vol. 76. P. 107–112.

87. Negeri G.T. Contribution of Vermicompost to Improve Crop Yield and Quality. Review Study. Project: Acid Soil Researcher at EIAR. *World Journal of Agricultural Sciences*. 2020. Vol.16 (6). P. 4. DOI:10.5829/idosi.wjas. 2020. P. 427-435. (дата звернення: 11.02.2024).

88. Norman N.Q., Arancon C. Edwards A. et.al. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology*. 2006. Vol. 42. Supplement 1. P. 565-569.

89. Osaid A. Vermiculture Technology. Environmental Science & Management) Department of Zoology Patna University. 22p. *Vermiculture Technology*. [https://oldsite.pup.ac.in/28042020\\_e-content\\_envscmgt.php](https://oldsite.pup.ac.in/28042020_e-content_envscmgt.php).

90. Organic farming: vermicompost. DOI: [http://www.agritech.tnau.ac.in/org\\_farm/orgfarm\\_vermicompost.html](http://www.agritech.tnau.ac.in/org_farm/orgfarm_vermicompost.html).

91. Pandey A. Current developments in biotechnology and bioengineering: *Advances in Composting and Vermicomposting Technology*. Elsevier; 1st edition (September 20, 2022). 388 p.

92. Phooi C. L., Azura A., Ismail R. Do it Yourself: Humic Acid/ *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 2022. Vol. 45 (3). P. 547 – 564. DOI:10.47836/pjtas.45.3.01.

93. Phukan I., Khanikar L., Ahmed C.S. A novel method for improving the quality of vermicompost. DOI: [https://www.researchgate.net/publication/265794251\\_A\\_novel\\_method\\_for\\_improving\\_the\\_quality\\_of\\_vermicompost](https://www.researchgate.net/publication/265794251_A_novel_method_for_improving_the_quality_of_vermicompost) (дата звернення: 11.11.2023).

94. Pilli K, Chandra B., Viswavidyalaya K. et.al. Vermicomposting and its uses in Sustainable Agriculture. 2019. In book: Research Trends in Agriculture Sciences (pp.73-88) Publisher: AkiNik Publication

95. Przemieniecki, S.W. Zapałowska A., Skwiercz 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). C. 8117–8127. Published online 2020 Oct 13. DOI: 10.1007/s11356-020-10981-z PMID: PMC7854409.

96. Ratasuk, N.; Nanny, M.A. Characterization and Quantification of Reversible Redox Sites in Humic Substances. *Environ. Sci. Technol.* 2007. Vol. 4. P. 7844–7850.

97. Rath N. C., Huff W. E., Huff G. R. Effects of humic acid on broiler chickens. *Poult. Sci.* 2006. Vol. 85. P. 410-414.

98. Reza S. M., Bidabadi M. Vermicomposting Smart Closed Reactor Design and Performance Assessment by Using Sewage Sludge. Published: 28 March

2021. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-021-01426-w>. (дата звернення: 01.12.2023).

99. Roghaye F A review on earthworm *Esienia fetida* and its applications. *Ann Biol Res.*2012. Vol. 3(5). P. 2500–2506.

100. Sabour M., Masoud B. Vermicomposting Smart Closed Reactor Design and Performance Assessment by Using Sewage Sludge . Published: 28 March 2021. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-021-01426-w>

101. Schumacher, A.; Gropp, J.M. The influence of humic acids on the health and productivity of weaned piglets. *Study Soc. Nutr. Physiol.* 2000. Vol. 9. P. 77.

102. Sehar T.. Zargar M. Y, Sheik G. G. Biological properties of vermicompost produced by locally isolated earthworms from temperate kashmir region. 2018. / DOI: [https://www.researchgate.net/publication/326113355\\_Biological\\_Properties\\_of\\_Vermicompost\\_Produced\\_by\\_Locally\\_Isolated\\_Earthworms\\_from\\_Temperate\\_Kashmir\\_Region](https://www.researchgate.net/publication/326113355_Biological_Properties_of_Vermicompost_Produced_by_Locally_Isolated_Earthworms_from_Temperate_Kashmir_Region) (дата звернення: 11.03.2024).

103. Sharma K., Garg V.K. Vermicomposting technology for organic waste management. In book: *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* (pp.29-56)2023.DOI:10.1016/B978-0-323-91874-9.00009-7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40093-016-0119-5>.

104. Sherman R . The worm farmer's handbook: mid- to large-scale vermicomposting for farms, businesses, municipalities, schools, and institutions 2018. 256 p.

105. Singh R, Sharma R.R., Kumar S. et.al. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Bioresource Technology.* 2008.Vol. 99. P. 8507-8511.

106. Singh A. Kumar V, Verma S. et. al. Significance of vermicompost on crop and soil productivity: A review. *International Journal of Chemical Studies.* 2020. Vol. 8(5). DOI:10.22271/chemi.2020.v8.i5u.10517.

107. Sivashankar R., Nithya R. et. al. Sustainable organic waste management using vermicomposting: a critical review on the prevailing research gaps and opportunities. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2023. Issue 3. 2023. URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2023/em/d2em00451h/unauth>.

108. Sudha, B. , Kapoor, K.K. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia fetida*. *In Bioresource Technology*. 2000. Vol. 73. P. 95–98.

109. Suthar, S., Mutiyar P.K., Singh S. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice legume cropping system and soil fertility, *European Journal of Agronomy*, 2012. Vol. 15(3). P. 153-170.

110. Tharmaraj K, Ganesh P, Kolanjinathan K, et al. Influence of vermicompost and vermivash on physico chemical properties of rice cultivated soil. *Curr Bot*. 2011.

111. The complete guide to continuous vermicomposting. URL: <https://urbanwormcompany.com/complete-guide-to-continuous-flow-vermicomposting>. (дата звернення: 15.10.2023).

112. This is high tech for worms'. URL: <https://www.pinterest.com/pin/136796907414920929/>. (дата звернення: 03.10.2023).

113. Thirunavukkarasu A., Sivashankar R., Nithya R. et. al. Sustainable organic waste management using vermicomposting: a critical review on the prevailing research gaps and opportunities. *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2023, Issue 3. URL: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2023/em/d2em00451h/unauth>.

114. Ton V. D, Hanh H. Q., Linh N. D., et.al. Use of redworms (*Perionyx excavatus*) to manage agricultural wastes and supply valuable feed for poultry. *Livestock Research for Rural Development*. 2009. Vol. 21 (11).

115. Türkyay F.Ş.H. Heat pre-treatment as an initial step in vermicomposting significantly influences worm population and cocoon production. 2023, Vol. 12 Issue: 2. P. 102 – 110. DOI: <https://doi.org/10.21657/soilst.1408077>.

116. Varghese S.M, Prabha M.L. Biochemical characterization of Vermiwash and its effect on growth of capsicum frutescens. *Malaya Journal of Biosciences*. 2014. Vol. 1(2). P. 86-91.
117. Vasanthi P. J. Efficacy of Different Substrates on Vermicompost Production: *A Biochemical Submitted: Published: 2019.* DOI:10.5772/intechopen.86187.
118. Vermicompost production and its importance for soil and agricultural production Viorel ilie, mircea mihalache. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXII, №. 1. P. 2019 ISSN 2285-5785;
119. Vermiculture. URL: <https://www.vedantu.com/biology/vermiculture>
120. Vermiculture – Meaning, technique, methods, process, preparation and FAQ. URL: <https://infinitylearn.com/surge/biology/vermiculture>. (дата звернення: 03.12.2023).
121. Vermiculture technology earthworms, organic wastes, and environmental management. Edited by Clive A. Edwards Norman Q. Arancon Rhonda Sherman. 2011. Published January 21, 2011 by CRC Press 623. 134.P.
122. Vermicomposting: The ultimate guide for the beginner and beyond. 2021. URL: <https://urbanwormcompany.com/vermicomposting-ultimate-guide-beginner-expert>. (дата звернення: 03.12.2023).
123. Vermiculture as an important component of the ecology of tolerant agricultural ecosystems. *Ukrainian Environmental Journal*. Vol. 8(4), 2018. P. 237-242.
124. Vinje E. Worm Composting: Complete Beginner's Guide (7 Step Process). 2023. URL: <https://www.planetnatural.com/worm-composting>. (дата звернення: 03.12.2023).
125. Vodounnou D. S. J. V., Kpogue D. N. S., Tossavi C. E., et.al. Effect of animal waste and vegetable compost on production and growth of earthworm (*Eisenia fetida*) during vermiculture/ Journal: *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2016. Vol. № 1. P. 87-92. URL: <https://doi.org/10.1007/s40093-016-0119-5> . (дата звернення: 03.11.2023).

126. Vronskis O., Kakitis A., Laukmanis E., et al. Earthworm biohumus conditioning for pellet production. *Jelgav.* Vol. 25. 2016.
127. Wako R. E. Preparation and characterization of vermicompost made from different sources of materials URL: / <https://www.agriscigroup.us/articles/OJPS-6-131.php>. (дата звернення: 03.12.2023).
128. Walsh, M.C., Peddireddi L., Radcliffe J. S., acidification of nursery diets and the role of diet buffering capacity. Purdue University. 2004.
129. Wang O., Chen Y.J, Yoo J.S..et.al., Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*. 2008. Vol. 117. P. 270–274.
130. Wang D, Shi Q, Wang X, et al. Influence of cow manure vermicompost on the growth, metabolite contents, and antioxidant activities of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *chinensis*). *Biol. Fertil. Soils*. 2010. Vol. 46. P. 689–696.
131. Yadav A.K, Kumar K, Singh S, Sharma M. Vermiwash- A liquid Biofertilizer. Uttar Pradesh. 2005. Vol. 25(1). P. 97-99.
132. Zambare VP, Padul MV, Yadav AA, Shete TB. Vermiwash: biologically and Microbiological approach as ecofriendly soil conditioner ARPN. *J.Agric. Biol. Sci*. 2008. Vol. 3(4). P.1-5.
133. Zhenjun S. T Vermicultivation technologies in China / Materials of the II International/ the scientific-practical conference "Earthworms and soil fertility" .. March 17-19. Collection of abstracts. 2004.
134. Zralý Z., Písaříková B. Effect of Sodium Humate on the Content of Trace Elements in Organs of Weaned Piglets. *Acta Vet. Brno* 2010. 79. P. 73-79. URL: <https://doi.org/10.2754/avb201079010073>. (дата звернення: 02.12.2023).
135. Апарат вихрового шару ABC-150. URL: <https://globecore.ua/produksiya/aparati-vihrovogo-sharu/aparat-vihrovogo-sharu-avs-150.html> (дата звернення: 02.05.2024).
136. Береговий М. Розведення черв'яків як бізнес: стабільний дохід і збереження екології. URL: <https://uacredity.com/rozvedennya-cherv-yakiv-yak->

biznes-stabilnij-doxid-i-zberezhennya-ekologi%D1%97/#google\_vignette дата звернення: 01.05.2024).

137. Валявська К.В., Гейсун А.А., Матросов О.С. Вплив біологічно активних речовин на репродуктивну функцію вермикультури. *Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування*: Міжнародна наукова конференція, 27-28 квітня 2023 р. С.76-78.

138. Вовкогон А.Г, Мерзлов С.В. Ефективність застосування збагаченої Йодом біомаси вермикультури у складі комбікормів для курчат-бройлерів. *Сучасне птахівництво*. Київ, 2014. № 7. С. 8-10.

139. Вовненко Є. Прибавки та прибутки від застосування гуматів: дані з полів. URI: <https://superagronom.com/blog/798-pribavki-ta-pributki-vid-zastosuvannya-gumativ-dani-z-poliv>(дата звернення: 22.04.2024).

140. Волощук В.М. Теоретичне обґрунтування і створення конкурентоспроможних технологій виробництва свинини. дис. доктора наук: 06.02.04. Київ, 2009. 520с.

141. Вт 46.16.20.13-94 Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу. Київ : Мінсільгосппрод України, 1994. 6с.

142. Вт 46.16.20.14-94 Вихідні вимоги на обладнання для сушіння Біогумусу. Київ: Мінсільгосппрод України, 1994. 5с.

143. Вт 46.16.20.12-94 Вихідні вимоги на обладнання для попередньої переробки червокомпосту і видалення твердих включень. Київ: Мінсільгосппрод України, 1994. 5с.

144. Вт 46.16.20.15.94. Вихідні вимоги на обладнання для подрібнення біогумусу. Київ : Мінсільгосппрод України, 1994. 5с.

145. Вт 46.16.20.16.94. Вихідні вимоги на обладнання для фракціонування біогумусу. Київ : Мінсільгосппрод України, 1994. 5с.

146. Вт 46.16.20.29-96. Вихідні вимоги на механізовану технологію виробництва біогумусу на відкритих майданчиках. Київ: Мінсільгосппрод України, 1996. 12с.

147. ВТ 46.16.20.23-95. Вихідні вимоги на комплексну біотехнологію виробництва товарного біогумусу. Київ : Мінсільгосппрод України, 1995. 11с.
148. ВТ 46.16.20.22-95. Вихідні вимоги на комплексну біотехнологію утилізації рідких і твердих відходів тваринницьких ферм. Київ : Мінсільгосппрод України, 1995. 11 с.
149. ВТ 46.16.20.28.96. Вихідні вимоги на комплект обладнання для приготування субстрату / корму для черв'яків / Сенчук М.М. Київ: Мінсільгосппрод України, 1996. 6с.
150. ВТ 46.16.20.25.96. Вихідні вимоги на буртоутворювач субстрату Київ: Мінсільгосппрод України, 1996. 5с.
151. ВТ 46.16.20.26.96. Вихідні вимоги на обладнання для аерування вермикомпосту. Київ : Мінсільгосппрод України, 1996. 5с.
152. Галака А. «Опти Рост» – удобрение нового поколения. *Винахідник і раціоналізатор*. 2018. №3. С.24-30.
153. Гапоненко О. Технологія утилізації сільськогосподарських відходів та диференційованого внесення органічних добрив. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2013. Вип. 17(2). С. 330-334.
154. Гармаш С.М. Технологія одержання кормової рослинно-вуглеводної білкової добавки методом вермикультивування : автореф. дис. ...канд. техн. наук : 03.00.20. Одеса, 2008. 20 с.
155. Гармаш С.М. Экологическая биотехнология переработки лушпаек предприятиями агропромышленного комплекса методом вермикультивирования. *Вопросы химии и химической технологии*. 2008, № 2. С.42-44.
156. Гармаш С., Кулик О.П.. Отримання екологічно безпечного регулятору росту рослин та дослідження його ефективності на сільськогосподарських культурах. *Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин у сільському господарстві* : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю від дня народження проф. Л.А.

Христевої. Дніпропетровськ, 20-22 лютого 2008 р.) Дніпропетровськ. 2008. 328 с.

157. 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.

158. Гармаш С.М. Использование современных безотходных биотехнологий на предприятиях агропромышленного комплекса. Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития. URL: <https://sworld.education/simpoz4/17.pdf>(дата звернення: 02.04.2024).

159. Гейсун А. А. Біотехнологія одержання біомаси вермикультури за впливу гуміліду та її використання для вирощування молодняка фазана мисливського: дис. канд. .... с.-г. наук. 03.00.20. Біла Церква. 2019. 187 с.

160. Городний М.М., Мельник И.А. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. Київ: Урожай, 1990. 285 с.

161. Грибан В. Г., Єфімов В. Г., Ракитянський В. М. Використання препаратів гумусової природи у поєднанні з мікроелементами для корекції обміну речовин у корів. *Науковий вісник НАУ*. Київ, 2004. Вип. 78. С. 64–66.

162. Грибан В.Г. Використання гумінових препаратів для стимуляції резистентності та продуктивності тварин: матеріали міжнародної конференції «Гумінові речовини і фітогормони в сільському господарстві». Дніпропетровськ, 16–18 лютого 2010 р. С. 171–173.

163. Грибан В.Г.Щодо ефективності використання гумінових препаратів у скотарстві та механізму їх дії на організм / В. Г. Грибан, В. Г. Єфімов, В. М. Ракитянський, Ю. В. Дуда, Н. Й. Сєдих // *Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин та Держ. н.-д. контрол. ін-ту ветпрепаратів та корм. добавок*. 2010. Вип. 11, № 2/3. С. 402-405.

164. Гринь С.А., Питак И.В, Кошовец Н.В. та ін. Биотехнологические процессы при переработке отходов: Учеб. пособ. Харьков. 2016. 156 с.

165. Гумати – доступне рішення складних проблем. URL: <https://spectr-agro.com/media/18> / (дата звернення: 08.04.2024).
166. Дзюбій О. А. Вермикомпостування органічних відходів тваринництва : магістерська дис. : Біотехнології та біоінженерія. Київ, 2022. 103 с.
167. Дощові черв'яки: наукові основи вирощування і практичне використання / І.П. Мельник та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 444 с.
168. Дюдяєва О.А., Рутта О.В Екологізація харчової галузі шляхом упровадження технології вермикультури в сільському господарстві. *Екологічні науки № 2 (53)*. С. 22-28.
169. Економіка аграрних підприємств Підручник. 2-ге вид., доп. і перероблене. / В. Г. Андрійчук. К.: КНЕУ, 2002. 624 с.
170. Журавель, С. В., Кравчук, М. М., Клименко, Т. В. та ін. Вирощування черв'яків промислового спрямування контейнерним способом в умовах Житомирського Полісся. *Наукові горизонти*. 2020, № 05 (90). С.22-27.
171. Зайцева В.Г., Нестеренко О.В., Чернищенко Г.О. та ін. Вермикультура, її значення у вирішенні екологічних проблем та поліпшенні умов сільського господарства. *Науковий вісник будівництва*. 2020. Т. 101, №3. С. 222-228. doi.org/10.29295/2311-7257-2018-101-3-222-228.
172. Засуха Л.В., Іванов В.О., Онищенко А.О., Фоміченко М.О. Утилізація побічних продуктів життєдіяльності свиней на промислових фермах і комплексах //Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН, 2022.
173. Іванов В.О., Волощук В.М. Нове в технології виробництва і переробки продукції тваринництва. Монографія. Полтава. ТОВ «Фірма Техсервіс». 2019. 434 с.
174. Іванов В. О., Онищенко А. О., Засуха Л. В., Маслов В. І., Фоміченко М. О. Застосування великогабаритної упаковки типу «BIG-BAG» в якості біологічного реактора для виробництва компосту та вермипродукції.

*Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса, 2022. Вип. 127. С.213-218.*

175. Іванов В., Онищенко А., Фоміченко М., Конкс Т. Використання вермигумусу та отриманого з нього біопрепарату «Нановерм» за вирощування ячменю ярого. *Вісник аграрної науки*, 2024. Вип.102. №11. С.11-17.

176. Іванов В.О., Засуха Л. В, Фоміченко М.О., Маслов В. І., Кременевський О. Ю. Виробництво вермикультури і вермигумусу та його переробка. *Свинарство і агропромислове виробництво*. 2023. Вип. 2(80) *Pig Breeding and Agroindustrial Production*, 2023, 2(80). С.55-66.

177. Іванов В.О., Онищенко А.О., Фоміченко М.О. Ефективність вермигумусу і біопрепарату «Нановерм» у годівлі свиней. *Таврійський науковий вісник*. 2024ю № 138. С. 287-295.

178. Іванов В., Засуха Л., Онищенко А., Фоміченко М., Маслов В. Технологія використання відходів спиртової промисловості для утилізації гною у свинарниках. *Наук.-практ. рек.* ; Інститут свинарства і АПВ НААН. Полтава, 2023. 12 с.

179. Іванов В.О., Онищенко А.О., Засуха Л.В., Маслов В.І., Фоміченко М.О. Розробка способу отримання комплексного гумінового препарату із вермигумуса: матеріали І-ї міжнародної науково-практичної конференції «*Перспективи розвитку виробництва і переробки продукції тваринництва в різних агрокліматичних зонах України та світу*», 08 квітня 2022 року. Херсон.

180. Іванов В.О., Онищенко А.О., Фоміченко М.О., Засуха Л.В. Спосіб отримання комплексного гумінового препарату із вермигумусу: Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «*Modern scientific research: achievements, innovations and development prospects*», 1-13.09.2022 р. Берлін, Німеччина. С. 17–21.

181. Калінін М.І. Єлісеєв М.І. Біометрія. Підручник для студентів вузів біологічних і екологічних напрямків. Миколаїв: Вид-во МФ На УКМА, 2000. 204 с.

182. Котляр О.С. Новинки у годівлі свиней. *Аграрний тиждень*. 2014. № 7-8 (283). С. 61-62.
183. Котляр О.С. Борошно з біомаси вермикультури в годівлі підсисних свиноматок. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. Зб. наук. праць ХДЗВА. Харків. 2011. Вип.23 (1).
184. Котляр О.С., Маменко О.М. БМВД на базі біомаси вермикультури в годівлі поросят на дорощуванні та ремонтних свинок. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2016. Випуск 32, Частина 1. С.181-188.
185. Котляр. О.С. Біомаса вермикультури як джерело мікроелементів у годівлі свиней. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини*. 2013, випуск 27. Ч.1. С. 157-166.
186. Котляр. О.С. Борошно з біомаси вермикультури як джерело незамінних амінокислот. *Таврійський науковий вісник*. 2012, №78, ч. 2, том. 2. С. 96-100.
187. Котляр О. С., Маменко О. М. Типові раціони з продуктами переробки біомаси червоного каліфорнійського черв'яка в годівлі свиней. *Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини: збірник наукових праць ХДЗВА*. Харків, 2015. Вип. 30, ч. 1: Сільськогосподарські науки. С. 125-134.
188. Лазуренко Є. Взаємовигідне поєднання фульвових та гумінових кислот. URL: <https://www.agrotechnosouz.com.ua/post> (дата звернення: 14.12.23).
189. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив. Київ. 2012. 329 с.
190. Майовець Я. М. Виробництво органічної продукції – стратегічний напрямок розвитку інноваційного аграрного підприємництва. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2017. № 20. URL: <http://global-national.in.ua/issue-20-2017> (дата звернення: 29.03.2024).
191. Мазанько М. О. Розробка технології виробництва свинини підвищеної харчової цінності з застосуванням ощадних екологічно безпечних ресурсів : автореф. дис. канд.: 06.02.04. Полтава. 2015. 19 с.

192. Маслов В.І. Застосування вермигумусу у годівлі свиней. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2023. № 6/106. URL: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi6\(106\).2023.013](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi6(106).2023.013).

193. Машкін Ю.О., Мерзлов С.В., Вермикультивування – альтернативний спосіб одержання білково-мінеральної кормової добавки. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. №2. С.132-135. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt\\_2015\\_2\\_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvppt_2015_2_35).

194. Максим В., Соломонко Д., Литвин Р. Економічна ефективність переробки органічних відходів тваринництва в біогумус. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Економічні науки*. Том 23 № 98 (2021): DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-e9805>

195. Маменко А.М., Котляр А.С. Влияние скармливания гуминовых препаратов на показатели воспроизводства ремонтных свинок. *Свиноводство*. 2007.

196. Мельник И.А. Методические указания по промышленному разведению дождевых червей и получению органического удобрения «Биогумус». Ивано-Франковск: МТЦИНТИ, 1989. 46с.

197. Мерзлов С.В. Корекція параметрів біотехнології вермикультивування та регламентація використання біомаси черв'яків і сапоніту у виробництві м'яса курчат-бройлерів: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.20. Біла Церква. 2004. 20 с.

198. Методики исследований по свиноводству / Ред. коллегия: Ф.К. Почерняев. (отв. ред.) и др. Харьков: Полтав. науч.-исслед. ин-т свиноводства, 1977. 151 с.

199. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / Ібатуллін І.І. [та ін.]. Київ: Аграрна наука, 2017. 328 с.

200. Методи дослідження в гематології : навч. посіб. /за ред. І.О. Дудченко, Г.А. Фадєєва, В.В., Л.Н. Приступи. Суми : СумДУ. 2019.

201. Микитюк В.В., Цап С.В., Бегма Н.А. Использование гумата калия в кормлении продуктивных животных. *Гуминовые вещества и фитогормоны*

в сільському господарстві». Матеріали V міжнарод. науч.-пр. конф. (16-18 лютого 2010). Дніпропетровськ, 2010. С. 176-177.

202. Митина Н. Б., Шаталін Д.Б. Вакулюк Н.О. та ін., Результати досліджень застосування РВБД у раціонах годівлі свиней. *Хімія і сучасні технології: тези допов. V міжнар. наук.-техн. конфер. студ., аспір. та молод. вчених* (Дніпропетровськ, 20–22 квітня 2011 р.). Дніпропетровськ, 2011. С. 515.

203. Мітіна Н.Б., Шаталін Д.Б., Гостіщева І.Є. та ін. Використання біомаси *E. foetida* у раціонах поросят раннього від'єму: *Хімія і сучасні технології: тези допов. V міжнар. наук.-техн. 154 конфер. студ., аспір. та молод. вчених* (Дніпропетровськ, 20–22 квітня 2011 р.). Дніпропетровськ, 2011. С. 494.

204. Мітіна Н.Б. Шаталін Д.Б. Результати досліджень застосування РВБД в раціонах підсисних свиноматок : тези допов. IX міжнар. наук.-техн. конфер. (Полтава, 15 травня 2013 ).

205. Петрова Ж.О. Дослідження режимів екстрагування гумусових та гумінових речовин. *Одеська національна академія харчових технологій. Наукові праці*, випуск 47, Т.2 с. 190-194.

206. Побутові відходи. Технологія перероблення органічної речовини, що є у складі побутових відходів СОУ ЖКГ 03.09-014:2010. Київ. 2010. 36 с.

207. Повод М. Г. Обґрунтування, розробка, практична реалізація існуючих та удосконалених технологій виробництва свинини: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.02.04. Миколаїв 2015. 35 с.

208. Полянчиков С, Капітанська О. Залежність впливу біостимуляторів на ефективність використання поживних речовин від їх походження (вмісту). URL: <https://superagronom.com/blog/951-zalejnist-vplivu-biostimulyatoriv-na-efektivnist-vikoristannya-pojivnih-rechovin-vid-yih-pohodjennya-vmistu> (дата звернення: 19.03.2024).

209. Приплавко С. О., Гавій В. М. Порівняльний вплив регуляторів росту зотофіт, янтарна кислота та вимпел на динаміку процесів росту та

продуктивність озимої пшениці сорту ювівата. *Фізіологія рослин*. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2019, № 2 (76). С. 91-97. DOI: 10.25128/2078-2357.19.2.15.

210. Простые технологии получения компоста и биогумуса. Алмаати. 2014. 32с.

211. Прядко В.А., Зименко В.М. Вермикомпостування відходів сільськогосподарського виробництва та побуту для органічного виробництва: Збірник доповідей учасників VI всеукраїнської науково-практичної конференції «Передові технології виробництва і переробки сільськогосподарської продукції, енергозбереження та забезпечення тепловою й електричною енергією. Перспективи та проблеми впровадження в сільське господарство Полісся». 24 листопада 2016 року. Житомир. С. 302-309.

212. Розробка технологічних та системно-технічних рішень та обладнання для переробки та утилізації відходів тваринного і рослинного походження для виробничого споживання в складі біоконверсного комплексу: *Звіт про НДР (проміжний) / УкрНДІПВТ; № ДР 0394U000935*. Дослідницьке, 1993. 126 с.

213. Розробка технологічних та системно-технічних рішень та обладнання для утилізації відходів: *Звіт про НДР (проміжний) / УкрНДІПВТ; № ДР 0194U025879*. Дослідницьке, 1994. 129 с.

214. Розробка технологічних та системно-технічних рішень та обладнання для утилізації відходів: *Звіт про НДР / УкрНДІПВТ; № ДР 0194U025879*. Дослідницьке, 1995. 182 с.

215. Свинарство майбутнього: інтенсифікація, спеціалізація або диверсифікація? URL: <https://www.vetfactor.com/ua/news/svinarstvo-maibutnogo-intensifikatciya-spetcializatciya-abo-diversifikatciya/>

216. Свинарство: монографія / за ред. Волощука В. М. Київ: Аграрна наука, 2014. 592 с.

217. Сенчук М.М. Інтенсифікація процесів одержання біогумусу-сирцю. *Удосконалення системи машин та випробування сільськогосподарської техніки*. Дослідницьке: УкрЦВТ. 1993. С. 146-155.

218. Сергієнко В. Рістрегулюючий та захисний ефект гумінових речовин. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/320-ristrehuliuiuchy-ta-zakhysnyi-efekt-huminovykh-rechovyn.html> (дата звернення: 19.03.2024).

219. Скоробогатов М.М., Куцерубова О.І. Диверсифікація як один із шляхів підвищення ефективності діяльності підприємств у сучасних умовах. *Економічний вісник Донбасу*. 2011. № 3. С. 18-21.

220. Слободяник М.С. Слободяник, К. О. Чеботько, Л. В. та ін. Біоконверсія органічних відходів: теорія і практика. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2015. 208.

221. Сонько С.П., Перспективи і застереження розвитку вермитехнології/Перспективи і застереження розвитку вермитехнології./Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Ефективність використання екологічного аграрного виробництва»./ 2 листопада 2017 року. К.: НМЦ «Агроосвіта».158 с.

222. Спосіб одержання кормової добавки: пат. 56619 Україна: МПК А23К 1/16, А01К67/00. № 2002086404; заявл. 01.08.2002; опубл. 15 05 2003. Бюл. № 5. 2 с.

223. Спосіб виробництва біогумусу в закритих приміщеннях і обладнання для його здійснення. Патент України № 25617 А, МПК С05F9/04, А01К67/033.заявл. 25.03.1997, опубл. 25.12.1998, бюл. № 6 с.

224. Спосіб отримання комплексного гумінового добрива. Патент 151164 Україна МПК : СО 5F 11/00; 17/00; 23/00; 1/04. Фоміченко М.О., Макаренко П.А., Іванов В.О., Засуха Л.В. u202104278, заявл. 21.0.21, опубл. 16.02.22. Бюл. № 24. 4с.

225. Спосіб отримання біогумусу. Патент 153928. Україна МПК : Іванов В.О., Церенюк О.М., Фоміченко М.О., Онищенко А.О., Петулько П.В.

U202300563; Інститут свинарства і АПВ, Фоміченко М.О., заявл. 14.02.2023, опубл. 20.09.23. Бюл. №38. 4с.

226. Спосіб виїмки молодняка гнойових черв'яків із компосту. Патент 159035. Україна МПК : Іванов В.О., Фоміченко М.О. U202404788; Інститут свинарства і АПВ, заявл. 07.10.2024, опубл. 16.04.2024. Бюл. №16. 4с.

227. Ткачук, О.П., Левчук, О.В., Крижанівський В.В. Виробництво біогумусу каліфорнійськими черв'яками залежно від умов їх утримання/ Органічне землеробство. 2021. №23. С.192-202.

228. У Китаї запущено три апарати вихрового шару ABC-100. URL: <https://globecore.ua/u-kitay-i-zapushheno-tri-aporati-vihrovogo-sharu-avs-100.html>.(дата звернення: 11.02.24).

229. Федорченко О.А., Ткаченко В.Г. Галузева спеціалізація та диверсифікація як чинник оптимізації структури підприємств аграрного профілю.

URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/24391/1/Upravlinnia%20ro-zvytkom%20sotsialno-ekonomichnykh%20system\\_8.10.2020-200.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/24391/1/Upravlinnia%20ro-zvytkom%20sotsialno-ekonomichnykh%20system_8.10.2020-200.pdf). (дата звернення: 15.11.2024).

230. Фоміченко М. О. Нові способи утилізації гною та застосування продуктів переробки у свинарстві. *Науково-технічного бюлетеню інституту тваринництва НААН*. 2025. №133. С. 5-18. DOI: 10.32.900/2312-8402-2025-133-4-18.

231. Фоміченко М.О. Перспективні способи утилізації гною та використання вермопродукції у свинарстві. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2025. №.114. С. 127-150.

232. Фоміченко М.О. Використання продуктів утилізації гною при вирощуванні озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2025. Т.104. № 5.С.78-83. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202505-08>.

233. Шаталин Б.Д. Кулик А.П., Чернышова Т.П. Результаты исследований РВБД в рационах свиней. *Ветеринарні та зоотехнічні*

*проблеми у Придніпровському регіоні: матеріали науково-практичної конференції.* м. Дніпропетровськ, 1996. С. 28–29.

234. Шаталин Д. Б. Экологические аспекты применения биомассы *Eisenia fetida* (Savigny) при выращивании подсвинков. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету.* Дніпро, 2016. Т.4 (42). С. 11–15.

235. Шаталін Д.Б. Дощові черв'яки (Lumbricidae) лісових та урбоекосистем степового Придніпров'я: структурно-функціональна організація угруповань та екологічні аспекти вермикультури: дис. ... канд. с.-г. наук : 03.00.16. Дніпро, 2017. 187 с.

## **ДОДАТКИ**



## Продовження ДОДАТКУ А



УКРАЇНА

(19) UA (11) 151164 (13) U

(51) МПК (2022.01)

C05F 11/00

C05F 17/00

B01F 23/00

C01D 1/04 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2021 04278</b>	(72) Винахідник(и): <b>Фоміченко Михайло Олександрович (UA), Макаренко Павло Анатолійович (UA), Іванов Володимир Олександрович (UA), Засуха Людмила Василівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>21.07.2021</b>	(73) Володілець (володільці): <b>Фоміченко Михайло Олександрович, вул. Незалежності, 3, кв. 3, м. Запоріжжя, 69013 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>16.06.2022</b>	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>15.06.2022, Бюл.№ 24</b>	

## (54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ГУМІНОВОГО ДОБРИВА

## (57) Реферат:

Спосіб отримання комплексного гумінового добрива полягає в тому, що попередньо змішують воду і вермикомпост та пропускають через апарат. Вермикомпост змішують з водою в співвідношенні 25 % вермикомпосту і 75 % води, пропускають через апарат вихрового шару (АВС), де піддають впливу ряду фізичних факторів, а саме: інтенсивної механічної диспергації, акустичної диспергації, електричної диспергації, магнітного поля, електролізу, високих локальних тисків. При цьому у розчинений вище вермикомпост додають гідроксид калію в дозі 1 кг на 100 л розчину.

UA 151164 U



## Продовження ДОДАТКУ Б

(11) 153928

(19) UA

(51) МПК

C05F 17/05 (2020.01)  
 C05F 3/06 (2006.01)  
 C05F 17/914 (2020.01)  
 C05F 17/957 (2020.01)

(21) Номер заявки: u 2023 00563

(22) Дата подання заявки: 14.02.2023

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 21.09.2023

(46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: 20.09.2023, Бюл. № 38

(72) Винахідники:

Іванов Володимир  
 Олександрович, UA,  
 Церенюк Олександр  
 Миколайович, UA,  
 Фоміченко Михайло  
 Олександрович, UA,  
 Онищенко Андрій  
 Олексійович, UA,  
 Петулько Павло  
 Володимирович, UA

(73) Володілець:

Інститут свинарства і  
 агропромислового  
 виробництва  
 НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ  
 АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ,  
 вул. Шведська могила, 1, м.  
 Полтава, 36013, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ОТРИМАННЯ БІОГУМУСУ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб отримання біогумусу, який полягає в тому, що після формування грядок свіжу підгодівлю наносять на однакові праві або ліві бічні сторони всіх грядок 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 біогумусу 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 грядки прибирають шар готового біогумусу, який відрізняється тим, що грядки формують із окремих решітчастих контейнерів, заповнених компостом і вермикультурою, а після завершення вермикомпостування і вермикультивування до них підставляють нові контейнери, заповнені поживним субстратом без черв'яків.



## Продовження ДОДАТКУ В

(11) 159035

(19) UA

(51) МПК (2025.01)  
C05F 11/00  
C05F 17/50 (2020.01)  
A01K 67/33 (2025.01)

- |  |  |
|--|--|
| (21) Номер заявки: u 2024 04786  | (72) Винахідники:<br>Іванов Володимир<br>Олександрович, UA,<br>Фоміченко Михайло<br>Олександрович, UA  |
| (22) Дата подання заявки: 07.10.2024   |  |
| (24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 17.04.2025                          |  |
| (46) Дата публікації відомостей про державну реєстрацію та номер Бюлетеня: 16.04.2025, Бюл. № 16 | (73) Володілець:<br>ІНСТИТУТ СВИНАРСТВА І АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ, вул. Шведська Могила, 1, м. Полтава, 36013, UA |

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИІМКИ МОЛОДНЯКУ ГНОЙОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ ІЗ КОМПОСТУ

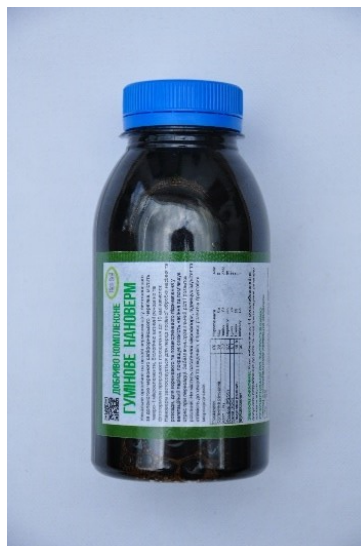
(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виїмки молодняку гнойових черв'яків із компосту, який полягає у тому, що в окремі сітчасті мішечки вносять приманку, а потім їх закладають у верхній шар компосту, в який раніше була завантажена вермикюльтура для його переробки, який відрізняється тим, що приманку вносять у мішечки, виконані із протимоскітної сітки з розміром чарунок не більше 1,4 мм, а як приманку використовують гнилі плоди груш, яблук, абрикос, слив вологістю не більше 70 %, при цьому термін знаходження мішечка у компості не повинен перевищувати 5 діб.



**Вермикомпост в упаковці**

## ДОДАТОК Е



«Нановерм» в упаковці

## ДОДАТОК Ж



## ДОДАТОК 3



## ДОДАТОК И

## Рецепти комбікорму для поросних свиноматок

Інградієнт	Перший період поросності	Другий період поросності
Кукурудза	21,8	
Пшениця	15	35,9
Ячмінь	40	35
Висівки	10	12
Соя		5
Олія соняшникова	0,7	1,2
Шрот соняшниковий	9	
Шрот соєвий		7,4
Вітамас-мінерал	2,5	2,5
Перфекто	0,4	0,4
Харуфіка	0,2	0,2
Гелензим	0,2	0,2
Вітацид	0,2	0,2
МДж/кг	12,21	12,5
Сирий протеїн,%	12,87	12,9

**ДОДАТОК К****Рецепт комбікорму для підсисних свиноматок**

Інградієнт	%
Кукурудза	31
Пшениця	20
Ячмінь	20
Олія соняшникова	2,4
Шрот соняшковий	5
Шрот соєвий	12,5
Ексель	5
Харуфіка	0,2
Гелензим	0,2
Вітацид	0,2
МДж/кг	12,95
Сирий протеїн,%	15,57

## ДОДАТОК Л

## Рецепт комбікорму для поросят-сисунів

Інградієнт	%
Кукурудза	25
Пшениця	20
Ячмінь	30,2
Висівки	10
Олія соняшникова	0,4
Шрот соняшковий	9
Шрот соєвий	10
Ексель	14,1
Харуфіка	0,1
Гелензим	0,1
Вітацид	0,1
МДж / кг	13,9
Сирий протеїн, г/кг	220

## ДОДАТОК М

## Рецепт комбікорму для відлучених поросят

Інградієнт	%
Кукурудза	27
Пшениця	31
Ячмінь	18
Олія соняшникова	1,2
Шрот соняшковий	2
Шрот соєвий	15,4
Перфекто	4
Харуфіка	0,1
Гелензим	0,1
Вітацид	0,1
МДж/кг	13,6
Сирий протеїн,%	180

## ДОДАТОК Н

## Рецепт комбікорму для відгодівельного молодняка

Інградієнт	Гровер 1	Гровер 2	Фініш
Кукурудза	16	27,7	30
Пшениця	22	17,5	5,0
Ячмінь	46	30	40
Олія соняшникова	1,4	1,5	0,9
Шрот соняшниковий	6,0	5,0	6,0
Шрот соєвий	11	6	8,2
Премікс	2,5		2,5
Харуфіка	0,2	0,1	0,1
Гелензим	0,1	0,1	0,1
Вітацид	0,2	0,2	0,2
МДж/кг	13,6	13,6	13,6
Сирий протеїн,%	165	160	160

**ДОДАТОК П****Станок для утримання підсисних свиноматки і поросят**

## АКТ ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

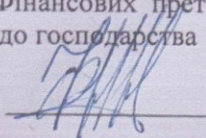
### результатів дисертаційної роботи

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи  
на тему: **Удосконалення елементів технології глибокої  
переробки гною та використання продуктів утилізації у  
тваринництві.**

1. **Вид впроваджених результатів:** Пристрої та технології для отримання вермигумусу і біо препарату "Нановерм"
2. **Новизна отриманих результатів:** Вперше проведені дослідження, які підтверджується відповідними патентами.
3. **Масштаб впровадження:** 500 голів відгодівельного молодняка та 2000 м<sup>2</sup> площі компосту, що переробляється.
4. **Практичне використання отриманих результатів:** Технологічні розробки запровадженні у виробничій процес.
5. **Економічна ефективність:** Виражена вартістю додаткової основної продукції і наведена у таблиці.

Наукова розробка	Вартість додаткової основної продукції,
Удосконалення технології утилізації твердого гною та виробництва вермипродукції на 1 м <sup>2</sup> за рік, грн	27000
Спосіб підвищення продуктивності виробництва кормів при використанні вермигумуса, грн/га	6932
Спосіб застосування «Нановерму» при вирощуванні молодняка свиней, грн/гол	267,03

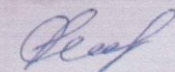
Фінансових претензій  
до господарства не маю



М.О. Фоміченко



ЗАТВЕРДЖУЮ:  
директор ТОВ  
«Ліга Солар»  
  
Головний бухгалтер  
ТОВ  
«Ліга Солар»

  
21.08.2024р.