

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології

«На правах рукопису»
УДК 606:631.8

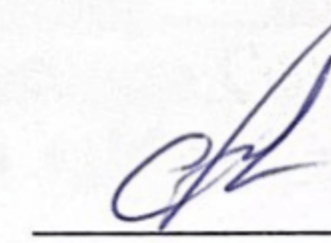
До захисту допущено:
Завідувач кафедри
Наталія ГОЛУБ
«2» грудня 2022р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ
на здобуття ступеня магістр
за освітньо-професійною програмою «Біотехнології»
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»
на тему: «Вермикомпостування органічних відходів тваринництва»

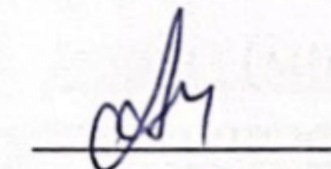
Виконала:
студентка VI курсу, групи ББ-з11мп
ДЗЮБІЙ Ольга Андріївна



Керівник:
доцент кафедри біоенергетики,
біоінформатики та екобіотехнології, к.т.н.,
ЖУКОВА Вероніка Сергіївна

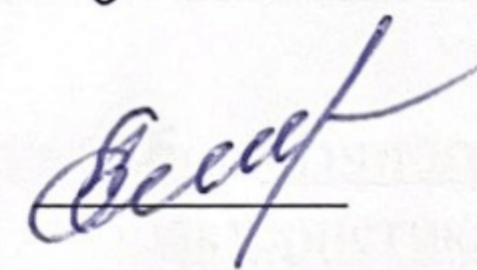


Консультант з розробки стартап-проекту:
доцент, канд. екон. наук,
ПОГРЕБНЯК Анна Юріївна



Консультант з графічної частини:
д.т.н., проф.

САБЛІЙ Лариса Андріївна



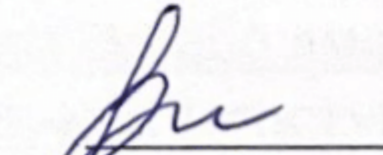
Консультант з автоматизації:

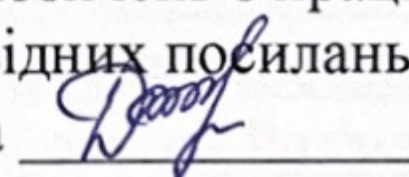
доцент, к. т. н.,
ШИБЕЦЬКИЙ Владислав Юрійович



Рецензент:

доцент кафедри хімії та хімічної інженерії ХНУ, к.т.н.,
ГАНЗІЮК Алла Ярославівна



Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студентка 

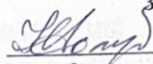
Київ – 2022 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»

Факультет біотехнології і біотехніки Кафедра біоенергетики,
біоінформатики та екобіотехнології

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»
Освітньо-професійна програма «Біотехнології»

ЗАТВЕРДЖУЮ В.о.
завідувача кафедри

 Наталія ГОЛУБ
«01» 09 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

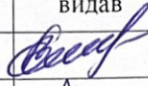
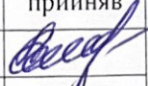



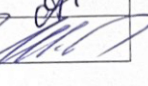
Дзюбій Ользі Андріївні

1. Тема дисертації «Вермикомпостування органічних відходів тваринництва», науковий керівник дисертації Жукова Вероніка Сергіївна, к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від «21» 11 2022 р. № 4290с
2. Термін подання студентом дисертації 16.12.2022р
3. Вихідні дані: ферма із загальним поголів'ям 1000 корів (молочне скотарство). Запропонувати біотехнологію вермикомпостування переробки гною ВРХ.
4. Зміст роботи: Вступ; Розділ 1. Характеристика сировини, біологічного агента та кінцевого продукту вермикомпостування; 1.1. Характеристика відходів тваринництва; 1.2. Характеристика кінцевого продукту вермикомпостування; 1.3. Характеристика біологічного агента; Розділ 2 характеристика існуючих методів промислового вермикомпостування та вибір технології; 2.1. Польове вермикомпостування в буртах або ямах; 2.2. Контейнерні системи та клинова системи польового вермикомпостування; 2.3. Реактори безперервної дії (буртового типу); 2.4. Вибір технології вермикомпостування; Розділ 3. Біохімічні основи технологічного процесу; 3.1. Біохімічні процеси, що лежать в основі підготовки базового субстрату; 3.2. Біохімічні процеси, що лежать в основі вермикомпостування; Розділ 4. Технологічна частина; 4.1. Сировина та матеріали; 4.2. Опис технологічного процесу; 4.3. Контроль виробництва; 4.4. Матеріальний баланс; Розділ 5.

Підбір і розрахунок обладнання; 5.1. Розрахунок виходу гною з тваринницької ферми; 5.2. Розрахунок ферментаційної камери компостування; 5.3. Розрахунок реактора безперервної дії для вермикомпостування; 5.4. Розрахунок барабанної сушарки; Розділ 6. Автоматизація стадії висушування біогумусу-сирцю; 6.1. Опис технологічного процесу; 6.2. Основні рішення по автоматизації; Розділ 7. Розробка стартап-проєкту; 7.1. Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу; 7.2. Визначення ключових факторів успіху проєкту; 7.3. Визначення потенційних споживачів; 7.4. Розрахунок ціни інноваційної пропозиції на ринку; 7.5. Оцінка ризиків та страхування розробки; Розділ 8. Охорона праці та довкілля; Висновки; Список використаних джерел; Додаток А

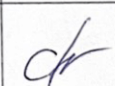
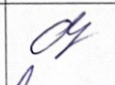
6. Перелік ілюстративного матеріалу: технологічна схема, апаратурна схема, креслення головного апарату, схема автоматизації ділянки виробництва, економічна частина.

7. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина проєкту	д.т.н., проф. Саблій Л.А.		
Розробка стартап-проєкту	к.е.н., доцент Погребняк А.Ю.		
Автоматизація	к.т.н., доцент Шибєцький В.Ю.		

7. Дата видачі завдання 01.09.2022р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Навести основні характеристики органічних відходів тваринництва, як сировини для вермикомпостування; навести характеристику біологічного агенту; провести аналіз існуючих методів промислового вермикомпостування та на основі цього аналізу обґрунтувати вибір технології вермикомпостування	01.09.2022 - 15.09.2022.	 виконаю
2	Розглянути та описати біохімічні процеси, що відбуваються при вермикомпостуванні та навести характеристику кінцевого продукту	20.09.2022 - 30.09.2022.	 виконаю

3	Розробити технологічну та апаратурну схеми вермикомпостування гною ВРХ та схему автоматизації; здійснити технологічні розрахунки та підібрати обладнання для виробництва біогумусу за допомогою дощових черв'яків з гною ВРХ.	01.10.2022 - 28.10.2022.	<i>В. Жукова</i>
4	Розробити стартап-проект отримання біогумусу з відходів тваринництва; навести заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища	30.10.2022 - 26.11.2022.	<i>В. Жукова</i>
5	Оформлення розділів записки	28.11. - 05.12.22.	<i>В. Жукова</i>
6	Подання роботи на плагіат	06.12.22 - 12.12.22.	<i>В. Жукова</i>
7	Підготовка матеріалів для захисту роботи: презентації та тезисів доповіді	13.12.2022 - 19.12.2022.	<i>В. Жукова</i>

Студент *Ольга Дзюбій* Ольга ДЗЮБІЙ
(підпис)

Керівник роботи *Вероніка Жукова* Вероніка ЖУКОВА
(підпис)

ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИЙ БІОГУМУС
ОРГАНІЗМІ ВІДХОДІВ ТВАРИНИЦТВА ІЛКІВ
СТАРТАП ДЛЯ ВІДХОДІВ

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається з 103 аркушів пояснювальної записки та 5 аркушів креслень формату А1.

Пояснювальна записка: 103 с., 7 рис., 36 табл., 44 посилання.

В даній магістерській роботі обрано та обґрунтовано технологію вермикомпостування органічних відходів тваринництва з використанням тринадцяти реакторів безперервної дії. Річний вихід біогумусу становить 9718,5 т/рік. Наведено характеристику органічних відходів тваринництва, а саме підстилкового гною ВРХ, як субстрату для вермикомпостування. В проєкті обґрунтовано необхідність попередньої підготовки субстрату компостуванням підстилкового гною ВРХ у ферментаційній камері впродовж 12 діб з подальшою переробкою за допомогою дощових черв'яків виду *Eisenia fetida*. Розраховано матеріальний баланс даного процесу, наведено та описано технологічну та апаратурну схеми вермикомпостування, схему автоматизації висушування біогумусу. Розроблено стартап-проєкт та наведена охорона праці та довкілля.

ВЕРМИКОМПОСТУВАННЯ, КОМПОСТУВАННЯ, БІОГУМУС,
ОРГАНЧНІ ВІДХОДИ ТВАРИННИЦТВА, *EISENIA FETIDA*,
СТАБІЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ

ABSTRACT

The master's dissertation consists of 103 sheets of an explanatory note and 5 sheets of drawings in A1 format.

The explanatory note contains 103 p., 7 figures, 36 tables, 44 references.

In this master's dissertation, the technology of vermicomposting of organic animal livestock waste using thirteen reactors of continuous action was selected and substantiated. The annual yield of biohumus is 9718.5 t/year. The characteristics of organic livestock waste, namely cattle litter manure, as a substrate for vermicomposting are given. The project substantiates the need for preliminary preparation of the substrate by composting cattle manure in a fermentation chamber for 12 days with further processing using earthworms of the *Eisenia fetida* species. The material balance of this process is calculated, the technological and hardware schemes of vermicomposting, the scheme of automation of biohumus drying are given and described. A startup project was developed and occupational and environmental protection was introduced.

VERMICOMPOSTING, COMPOSTING, BIOHUMUS, ORGANIC ANIMAL WASTE, *EISENIA FETIDA*, WASTE STABILIZATION

Зміст

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА ТА КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ	12
1.1 Характеристика відходів тваринництва	12
1.2 Характеристика кінцевого продукту вермикомпостування.....	14
1.3 Характеристика біологічного агента	17
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПРОМИСЛОВОГО ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ....	23
2.1 Польове вермикомпостування в буртах або ямах.....	24
2.2 Контейнерні системи та клинова системи польового вермикомпостування.....	26
2.3 Реактори безперервної дії (буртового типу)	28
2.4 Вибір технології вермикомпостування	32
РОЗДІЛ 3. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	34
3.1 Біохімічні процеси, що лежать в основі підготовки базового субстрату.....	34
3.2 Біохімічні процеси, що лежать в основі вермикомпостування	38
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	42
4.1 Сировина та матеріали.....	42
4.2 Опис технологічного процесу.....	43
4.3 Контроль виробництва	49
4.4 Матеріальний баланс	51
РОЗДІЛ 5. ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ	52
5.1 Розрахунок виходу гною з тваринницької ферми.....	52
5.2 Розрахунок ферментаційної камери компостування	54

					<i>МД ББз11. 02 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дзюбій О. А.			Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.		Жукова В. С.				7	96
Реценз.					<i>ЗМІСТ</i> <i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп</i>		
Н. Контр.							
Затверд.		Жукова В. С.					

5.3 Розрахунок реактора безперервної дії для вермикомпостування	57
5.4 Розрахунок барабанної сушарки.....	58
РОЗДІЛ 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ СТАДІЇ ВИСУШУВАННЯ БІОГУМУСУ-СИРЦЮ.....	61
6.1 Опис технологічного процесу.....	62
6.2 Основні рішення по автоматизації.....	63
РОЗДІЛ 7. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ	66
7.1 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу	69
7.2 Визначення ключових факторів успіху проекту.....	72
7.3 Визначення потенційних споживачів	74
7.4 Розрахунок ціни інноваційної пропозиції на ринку	76
7.5 Концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес-процесів реалізації проекту.....	82
7.6 Оцінка ризиків та страхування розробки	85
РОЗДІЛ 8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ.....	89
ВИСНОВКИ	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	95
ДОДАТОК А.....	100

ВСТУП

Сучасна тенденція до інтенсифікації тваринництва призводить до явища накопичення відходів від утримання тварин та птиці (гній, послід та ін.) на територіях ферм, що викликає необхідність розвитку технологій утилізації цих відходів. Тільки в Україні станом на 1 лютого 2022 року налічується 2,7 млн. голів великої рогатої худоби, загальне поголів'я свиней становить 5,6 млн., курей – 1,5 млн, овець та кіз налічується близько 1,1 млн. голів, а птиці свійської – 193,9 млн.

Гній та інші органічні відходи тваринництва є цінним ресурсом в якості добрива, оскільки багаті на поживні речовини для рослин. Однак відсутність попередньої обробки гною перед внесенням до ґрунту може призвести до втрати азоту через випаровування, евтрофікацію та забруднення навколишнього середовища патогенами, антибіотиками, вільно доступними важкими металами, що присутні в свіжому гної. Неправильне поводження з відходами тваринництва також призводить до збільшення викидів парникових газів. Тому тваринницькі ферми потребують вдосконаленої стратегії поводження з своїми відходами, особливо з гноєм.

Використання вермикомпостування для переробки гною тваринницьких ферм є швидкою та ефективною технологією обробки та стабілізації цих відходів. В результаті утворюється біогумус, який має високу сільськогосподарську цінність.

В природних умовах деструкція відходів триває кілька років. Вермикомпостування ж виключає тривале перегнивання відходів, що призводить до суттєвого зменшення викидів парникових газів, при цьому

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МД ББз11 02 ПЗ			
Разроб.		Дзюбій О. А.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Жукова В. С.					9	103
Реценз.						КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп		
Н. Контр.								
Затверд.		Жукова В. С.						

значною мірою зменшити їх також можна забезпечивши кращу аерацію (безперервну/періодичну), достатній вміст вологи та управлінням температурою.

При вермикомпостуванні прискорення розкладу органічного матеріалу відбувається в 2-10 разів, об'єм органічних відходів зменшується на 40-60 %, відбувається дезодорація та знезараження компосту, частково знижується зараженість патогенами, зокрема, сальмонелами та яйцями гельмінтів.

Метою дисертації є вибір та обґрунтування технології вермикомпостування органічних відходів тваринництва з утворенням біогумусу.

Для досягнення поставленої мети були визначенні наступні завдання:

- проаналізувати та навести основні характеристики органічних відходів тваринництва, як сировини для вермикомпостування;
- навести характеристику біологічного агенту, визначити оптимальні та інгібуючі параметри для життєдіяльності *Eisenia fetida*;
- провести аналіз існуючих методів промислового вермикомпостування та на основі цього аналізу обґрунтувати вибір технології вермикомпостування;
- розглянути та описати біохімічні процеси, що відбуваються при вермикомпостуванні; навести характеристику кінцевого продукту, що утворюється в процесі вермикомпостування органічних відходів тваринництва;
- розробити технологічну та апаратурну схеми вермикомпостування гною ВРХ та схему автоматизації;
- здійснити технологічні розрахунки та підібрати обладнання для виробництва біогумусу за допомогою дощових черв'яків з гною

ВРХ. Розрахувати матеріальний баланс процесу;

- розробити стартап-проект отримання біогумусу з відходів тваринництва;
- навести заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища.

Окрему подяку хотіла би висловити Бикову Миколі за допомогу та цінні поради під час написання даної роботи.

					МД ББз11 02 ПЗ	11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА ТА КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ

1.1 Характеристика відходів тваринництва

Однією з найбільших екологічних проблем тваринницьких ферм є утворення великої кількості гною та посліду внаслідок життєдіяльності тварин. Кількість тваринних комплексів зростає кожного року по всьому світі. Не виключенням є і Україна, де станом на 1 лютого 2022 року налічується 2,7 млн. голів великої рогатої худоби, загальне поголів'я свиней становить 5,6 млн., курей – 1,5 млн, овець та кіз налічується близько 1,1 млн. голів, а птиці свійської – 193,9 млн [1].

Світове виробництво гною худоби оцінюється приблизно в 6252 млн тонн на рік [2]. Якщо розглядати Україну, то станом на 2020 рік утворилось 2, 5 млн. тонн екскрементів, сечовини та гною (включно струхлявіле сіно та солома) від худоби та 834 тис. тонн пташиного посліду.

Гній худоби часто використовується для поліпшення фізико-хімічних властивостей ґрунту та збільшення врожайності сільськогосподарських культур, оскільки має високий вміст органічних та поживних речовин. Так, із споживаного корму тваринами в гній переходить приблизно 40% органічних речовин, 50-70% азоту, 80% фосфору та до 90% калію [3]. Однак, оскільки гній худоби зазвичай містить патогени, важкі метали та антибіотики, пряме застосування в якості добрива може легко призвести до різноманітних екологічних ризиків, таких як поширення хвороб, забруднення ґрунту та забруднення підземних вод [4, 5].

					МД ББз11 02 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дзюбії О. А.			<i>ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ТА КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ ВЕРМИКОПОСТУВАННЯ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Жукова В. С.					12	103
Реценз.						КПІ ім. Ізгоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп		
Н. Контр.								
Затверд.		Жукова В. С.						

Понаднормове внесення свіжого гною та посліду в ґрунт спричинює перенасичення ґрунту поживними речовинами, що призводить до зменшення родючості ґрунтів та скорочення кількості земель, придатних для сільського господарства. Тому тваринницькі ферми потребують вдосконаленої стратегії поводження з гноєм.

Найбільш придатним субстратом для технології вермикомпостування є визрілий гній від коней, ВРХ та овець [6].

Склад гною залежить від виду та віку тварини, її корму, підстилки та способу утримання. Як правило, гній включає виділені тваринами тверді та рідкі екскременти, використаний підстилковий матеріал, а також залишки корму, технологічну воду, розчинені мінеральні та газоподібні речовини.

В процесі утримання сільськогосподарських тварин з використанням підстилки нагромаджується підстилковий твердий гній, вологістю до 80% хімічний склад якого подано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад твердого гною [7]

Гній	Вміст при натуральній вологості, % на сиру речовину						Вологість	рН	C/N
	Азот		P ₂ O ₅	K ₂ O	C _{орг}	Зола			
	N _{заг}	NH ₄ ⁺							
ВРХ	0,54	0,07	0,28	0,60	21,0	14,0	65,0	8,1	19
Свиней	0,84	0,15	0,58	0,62	21,9	17,4	60,7	7,9	13
Кінський	0,59	0,09	0,26	0,59	22,6	8,4	69,0	7,9	21
Овечий	0,86	0,14	0,47	0,88	28,0	23,0	49,0	7,9	17

Для одержання якісного базового субстрату висуваються ряд вимог. Вологість вихідного субстрату повинна бути 60-90%. В ньому не повинно бути твердих включень (каміння, метал, дерево, скло і інші), рН середовища повинен досягати 6,5-8,5, при значеннях нижче 5 або вище 9 черв'яки протягом декількох днів гинуть. Іншим важливим фактором є співвідношення C:N у субстраті, яке повинно становити близько 20:1 [6].

Вміст аміаку в субстраті не має перевищувати значення в 1 мг/г, тому для вермикомпостування гній попередньо має пройти процес стабілізації:

при використанні традиційних методів компостування у буртах в теплий період року – не менше 2-3 місяців, в холодний період року – 3-5 місяці.

Підготовка субстрату є однією з основних ланок в технологічному циклі вермикомпостування, так як він виступає в ролі середовища існування черв'яків та корму, завдяки якому забезпечується їх життєдіяльність. Субстрат, що підлягає вермикультивуванню, повинен містити не менше 20 – 25% целюлози у вигляді січки із соломи, паперу, картону тощо [8, 9].

Гній ВРХ відрізняється високою лужністю і в суміші з 20-25% подрібненої соломи після 6-8 місяців ферментації становить цінний субстрат для живлення черв'яків.

1.2 Характеристика кінцевого продукту вермикомпостування

Вермикомпостування вважається ефективною та відносно недорогою технологією поводження з гноем великої рогатої худоби [10]. До кінцевих продуктів процесу можна віднести відновлювані біологічні ресурси з доданою вартістю. У цьому аспекті розглядається біогумус – продукт, багатий поживними речовинами для рослин, і біомаса дощових черв'яків, яку можна використовувати як корм для тварин, птиці або аквакультури.

Згідно з ДСТУ 4884:2007 біогумус (вермикомпост) є органічним добривом, отриманим в результаті мікробіологічного розкладу органічних відходів рослинного та/чи тваринного походження і переробки їх на кінцевій стадії особливим видом черв'яка [11].

Внаслідок проходження органічного субстрату через шлунковий тракт черв'яків, з ним відбувається біохімічна трансформація: розщеплення складних органічних речовин на простіші, мікробне та ферментативне збагачення, збагачення сполуками калію, магнію та фосфору, а також формування молекул гумінових кислот.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>				14

Іншим продуктом вермикомпостування є біомаса дощових черв'яків, яка може слугувати джерелом кормового білка, його вміст на суху масу може сягати від 50% до 70% [13, 14, 15]. За амінокислотним складом білок дощових черв'яків містить більше незамінних амінокислот, ніж білок рибного борошна, коров'ячого молока та соєвого шроту (таблиця 1.2, таблиця 1.3).

Таблиця 1.2 – Відсотковий вміст амінокислот у дощових черв'яках, звичайних кормах та їжі [16]

Амінокислоти	Борошно дощових черв'яків	Китайське рибне борошно	Куряче яйце	Коров'яче молоко	Пшеничні висівки
Треонін*	2,72	2,22	2,42	1,20	0,45
Серин	2,71	2,01	3,64	1,57	0,74
Гліцин	3,12	3,26	1,58	0,54	0,84
Цистеїн	0,42	0,42	1,16	0,220	0,33
Валін*	2,39	2,29	3,26	1,57	0,67
Метіонін*	1,01	1,64	1,6	0,68	0,15
Ізолейцин*	2,4	2,23	2,99	1,28	0,37
Лейцин*	3,94	3,85	4,2	2,58	0,80
Тирозин	1,73	1,63	1,98	1,28	0,52
Фенілаланін*	2,12	2,1	2,73	1,46	0,48
Лізін*	4,26	3,64	3,32	2,11	0,47
Гістидин*	1,37	0,90	1,16	0,72	0,35
Аргінін	3,27	3,02	2,90	0,89	0,95

* незамінні амінокислоти для людини

Таблиця 1.3 – Поживний склад дощових черв'яків та альтернативних джерел їжі (% сухої речовини)[13, 14]

Джерело	Сирий протеїн	Сирий жир	Зола
Борошно <i>Eisenia fetida</i>	61,9	11,1	8,7
Борошно <i>Lumbricus terrestris</i>	64	9,8	3,7
Куряче яйце	13	11,5	1
Коров'яче молоко	3,5	3,5	0,7
Соєвий шрот	43	5,4	5,9

За сукупним вмістом білків та ліпідів борошно із черв'яків перевищує рибне та соєве, є чудовим стартовим кормом для рибної молоді, покращує товарні та смакові властивості м'яса бройлерів. У тваринництві та при розведенні ставкової риби можна використовувати живих черв'яків, у запареному вигляді, а також білкові кормові добавки сухих чи розмелених черв'яків у вигляді преміксів [8].

1.3 Характеристика біологічного агента

Під назвою дощові черв'яки, розуміють різні види, що відносяться до сімейства *Lumbricidae*, класу малощетинкових (*Oligochaeta*), підтипу пояскових (*Clitellata*), типу кільчастих (*Annelida*) [9].

Незважаючи на те, що існує багато видів дощових черв'яків, але не всі вони придатні для вермикомпостування. Біологічні агенти даного процесу мають відповідати наступним вимогам:

- забезпечувати високі показники переробки органічного субстрату та високу швидкість його розкладання;
- мати короткий життєвий цикл;
- бути толерантними до широкого спектру факторів зовнішнього середовища та мати здатність адаптуватись до зміни складу субстрату;
- мати стійкість до захворювань.

Таким вимогам відповідають такі види як *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida*, *Dendrobaena veneta* (*Eisenia hortensis*), *Lumbricus rubellus* та *Lumbricus terrestris*. Найбільш використовуваними дощовими черв'яками при вермикомпостуванні є два екофізіологічно схожі види *Eisenia andrei* («червоні черв'яки»; «red» worm) та *Eisenia fetida* («тигрові черв'яки» або «брендлінги»; «brandling» або «tiger» earthworm). Спочатку ці два види вважалися різними пігментаційними формами *E. foetida*, пізніше як її підвид. В даний час вони визнані як два різних філогенетичних види, що

володіють специфічними послідовностями мітохондріальної ДНК і послідовностями ядерної ДНК [17, 18]. Незважаючи на те, що статус як двох різних видів дощових черв'яків був підтверджений низкою досліджень, *E. andrei* все ще часто помилково ідентифікують і плутають з *E. fetida*.

Для *E. andrei* характерна рівномірно червона пігментація, в той час як *E. fetida* відповідає смугастій морфології з червоно-жовтими пігментаційними візерунками. Окрім відмінностей у пігментації, два види морфологічно схожі, а загальні вимоги до розведення однакові. Їх репродуктивні властивості та життєві цикли суттєво не відрізняються, хоча темпи росту та продукування коконів дещо вищі у *E. andrei*. Саме тому для вермикомпостування частіше рекомендують використовувати *E. andrei* [19, 20]. Але ці два види є симпатричними (дві форми, які співіснують у межах спільного ареалу або його частини, не змішуються), зазвичай живуть у змішаних колоніях у купах гною та біогумусу, і тому можлива гібридизація [6].

У таблиці 1.4 наведена порівняльна характеристика деяких біологічних параметрів *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* та *Eisenia hortensis*.

Таблиця 1.4 – Порівняльна характеристика *E. andrei*, *E. fetida* та *E. hortensis*[6, 21]

Параметр	<i>Eisenia fetida</i>	<i>Eisenia andrei</i>	<i>Eisenia hortensis</i>
Колір	Коричневий зі жовтуватобежевими смугами	Червоний	Червонуваті та фіолетові смуги
Розміри зрілої особини, мм	4–8 мм × 50–100 мм	4–8 мм × 50–100 мм	5–7 мм × 50–80 мм
Маса зрілої особини, г	0,55	0,55	0,92
Статева зрілість, з дня	28-30	21-28	65
Кількість коконів за день	0,35-0,5	0,35-0,5	0,28
Розміри кокону, мм	4,85 мм × 2,82 мм	4,85 мм × 2,82 мм	3,14 мм × 1,93 мм
Час інкубації, дні	18-26	18-26	42

Продовження таблиці 1.4

Параметр	<i>Eisenia fetida</i>	<i>Eisenia andrei</i>	<i>Eisenia hortensis</i>
Життєздатність при народженні, %	73-80	72	20
Кількість черв'яків в коконі	2,5-3,8	2,5-3,8	1,1
Життєвий цикл, дні	45-51	45-51	100-150
Оптимальна (гранична) температура навколишнього середовища, °C	25 (0 -35)	25 (0 -35)	25 (15-25)
Оптимальна (гранична) вологість, %	80-85 (70-90)	80-85 (70-90)	75 (65-85)

Дощові черв'яки є гермафродитними тваринами, тобто в особини присутні як чоловічі, так і жіночі статеві органи. Копуляція та перехресне запліднення є двома найпоширенішими способами розмноження, після яких кокони із заплідненими яйцеклітинами відкладаються кожним спарованим черв'яком. Процес розмноження у дощових черв'яків починається з розпізнавання партнера, після чого відбувається взаємний обмін сперматозоїдами та виділення яєць. Зрештою кокони вилуплюються, і з'являються безпігментовані та крихітні (кілька міліметрів у довжину) дощові черв'яки. Щойно народжені черв'яки набувають типового кольору дорослої особини протягом кількох днів. Молоді особини перетворюються на сексуально активних дорослих особин протягом кількох тижнів після появи у сприятливих умовах. Як видно з таблиці 1.4, *E. fetida* та *E. andrei* досягають своєї зрілості протягом місяця за оптимальних умов. Швидкість росту, найкраща в межах вузького мезофільного температурного діапазону (25-28 °C), хоча вони можуть витримувати широкі діапазони вологості. Температури нижче 10°C зазвичай призводять до зниження або незначної активності живлення; нижче 4°C утворення коконів і розвиток молодих дощових черв'яків повністю припиняється. За екстремальних

кліщі паразитують на дощових черв'яках. Найкраща профілактика червоних кліщів — переконатися, що рН залишається нейтральним або вище.

					<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>	22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПРОМИСЛОВОГО ВЕРМИКОМПОСТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ

Вермикомпостування – технологія розкладання органічних речовин, внаслідок чого проходить їх окиснення та стабілізація завдяки синергетичній діяльності дощових черв'яків та мікроорганізмів. Вермикомпост, отриманий за допомогою дощових черв'яків, забезпечує більш високий ступінь перетворення органічної речовини, ніж звичайний компост.

Різні методи вермикомпостування можна описати за двома типами систем:

1) Періодична система вермикультивування – це система, у якій до підготовленого базового субстрату заселяються черв'яки, і більше нічого не робиться до завершення процесу.

2) Системи безперервного потоку – це системи, в яких до базового субстрату та дощових черв'яків на регулярній основі додають певну кількість субстрату.

Способи утримання біомаси дощових черв'яків можна розділити на утримання в буртах, ящиках, стелажах, ямах або реакторах.

Способи вермикультивування можна також розділити на три групи:

- 1) на відкритих майданчиках (польове вермикомпостування);
- 2) в закритих приміщеннях;
- 3) комбіновані (одночасно на відкритих майданчиках та в закритих приміщеннях).

					МД ББз11 02 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Дзюбій О. А.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Жукова В. С.</i>				23	103
<i>Реценз.</i>					ХАРАКТЕРИСТИКА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ПРОМИСЛОВОГО ВЕРМИКОМПОСТУВАННЯ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Жукова В. С.</i>					
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп		

Вермикомпостування на відкритих майданчиках, з огляду на організацію технологічного процесу, більш простий, дешевий та екстенсивний процес; в закритих приміщеннях – більш інтенсивний (продуктивніший на одиницю площі чи об'єму). Швидкість росту та розвитку дощових черв'яків в закритому приміщенні відрізняється від польового вермикомпостування в 2-3 рази (вище), що спричинено підтримкою умов навколишнього середовища на оптимальному рівні та у визначених межах для життєдіяльності дощових черв'яків. Вермикомпостування на відкритих майданчиках краще підходить для регіонів з відносно м'яким та теплим кліматом.

2.1 Польове вермикомпостування в буртах або ямах

Для вермикомпостування на відкритих майданчиках зазвичай використовують систему буртів (гряди) або ям (траншей). Такі системи вимагають великих площ землі для промислового поводження з органічними відходами за допомогою дощових черв'яків і є відносно трудомісткими, навіть якщо використовується обладнання для додавання органічних відходів до буртів та збирання вермикомпосту. Що ще важливіше, таким методом відходи переробляються відносно повільно, займаючи від 6 до 18 місяців, щоб обробити шар висотою 45 см [6]. Крім того на тривалість процесу значно впливає температура зовнішнього середовища, в холодний період року процес практично зупиняється. Оскільки польове вермикомпостування, як правило, відкритий процес, велика частка основних поживних речовин для рослин у вермикомпості, які знаходяться у відносно розчинній формі, або вимиваються з органічної речовини, або можуть випаровуватися з неї протягом тривалого періоду вермикомпостування [25].

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>				24

конкретну кількість діб (1 раз в 3-4 тижні), розстеляючи його по поверхні вермикомпосту товщиною до 10 см вручну, або за допомогою технічного засобу для закладання буртів.

Після закінчення процесу вермикомпостування культуру дощових черв'яків відокремлюють від готового компосту на механічних віброситах з розміром отворів від 0,5 см до 1 см [26].

При використанні ям субстрат, що переробляється, закладається в траншею довжиною 2-3 м, шириною 1-1,5 м і глибиною 0,5-1 м [23]. Стіни траншеї (ями) викладаються дошками, будівельними блоками або іншим матеріалом. Для додаткової аерації всієї товщі субстрату в траншеї можуть встановлювати аераційні труби з пористого або сітчастого матеріалу.

Недоліки польового вермикомпостування в буртах або ямах – необхідність великих площ, складність підтримки оптимальних умов процесу через можливі пересихання або перезволоження субстрату, зміна умов навколишнього середовища (температурного режиму), можливість вимерзання вермикультури в траншеях і буртах під час холодного сезону.

2.2 Контейнерні системи та клинова системи польового вермикомпостування

Вермикомпостування часто виконується в ящиках, контейнерах або лотках різного розміру, які можуть складатися штабелями. Однак такі системи є трудомісткими, важко здійснювати зрошення, якщо вони стоять штабелями, і все одно потребують трудомісткого відділення дощових черв'яків від біогумусу [25].

Переваги:

- потребує відносно мало місця

Недоліки:

- значні витрати на контейнери та транспортне обладнання;
- важко підтримувати оптимальні умови вологості за допомогою зрошення;
- трудомісткий;
- складне збирання біогумусу без дощових черв'яків – необхідне попереднє відокремлення дощових черв'яків;

- складність масштабування для великих об'ємів органічних відходів

Клинові системи засновані на послідовному додаванні тонких шарів (від 5 до 10 см) органічних відходів під кутом 45° до вертикального знімного бар'єру. Клиноподібна система може бути будь-якої ширини та довжини, але її висота обмежена величиною приблизно 1,2. до 1,5 м для зручності завантаження. Базовий субстрат повинен розташовуватися на бетонній або іншій твердій поверхні. Система починається з початкового шару органічних відходів, що містять 9 кг *E. fetida* (або інших видів) на 1 м² на глибину близько 15 см. Поверхня підтримується вологою на глибину 15 см (вологість 80%) тонким струменем води в міру необхідності [27].

Дощові черв'яки поступово переміщуються з більш старих шарів повністю перероблених органічних відходів у свіжий матеріал на поверхні клина, який додається щодня, так що вся популяція дощових черв'яків завжди концентрується у верхній частині на 15-20 см нижче передньої поверхні. Через зручні проміжки часу (наприклад, 1-2 місяці) знімний бар'єр знімається і встановлюється на місце приблизно в 60 см за передньою поверхнею клину, щоб дощові черв'яки не видалялися при збиранні біогумусу. Всі перероблені відходи за цим бар'єром можуть бути вивезені навантажувачем і зібрані без дощових черв'яків для подальшого сушіння до вологості 35-45%, просіювання та пакування. Переробка відходів у клиновій системі займає від 3 до 4 місяців.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>					27

2.3 Реактори безперервної дії (буртового типу)

Промислові системи реакторів безперервної дії, розроблені Едвардсом у Ротамстеді та його колегами з Національного інституту сільськогосподарської інженерії мають довжину 40 м та ширину 2,4 м, побудовані з модулів розміром 2,4 м х 2,4 м (рисунок 2.1), мають металевий каркас із фанерними або пластиковими бортами, захищеними від вологи [27].

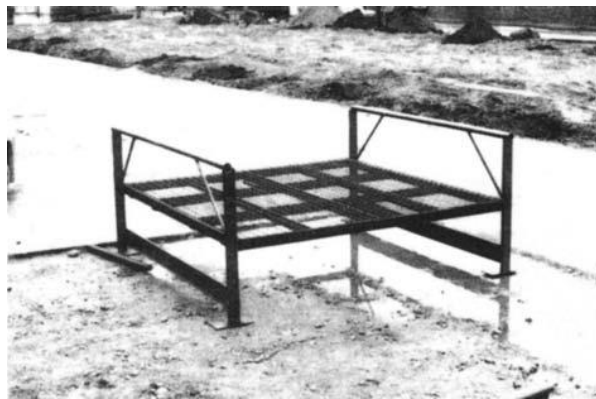


Рисунок 2.1 – Базовий модуль вермиреактора [6]

Модулі реактора мають глибину 1 м та підняті на опорах висотою 1 м над землею (рисунок 2.2).

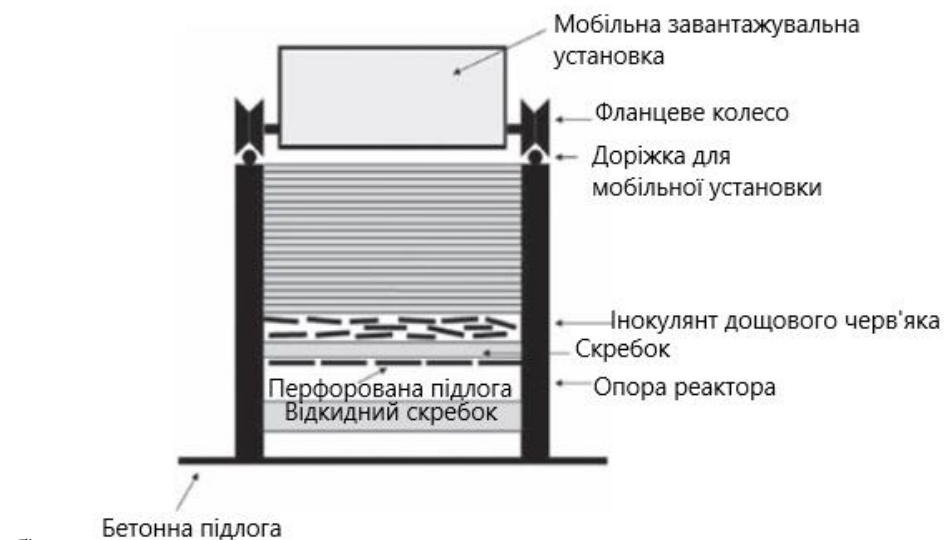
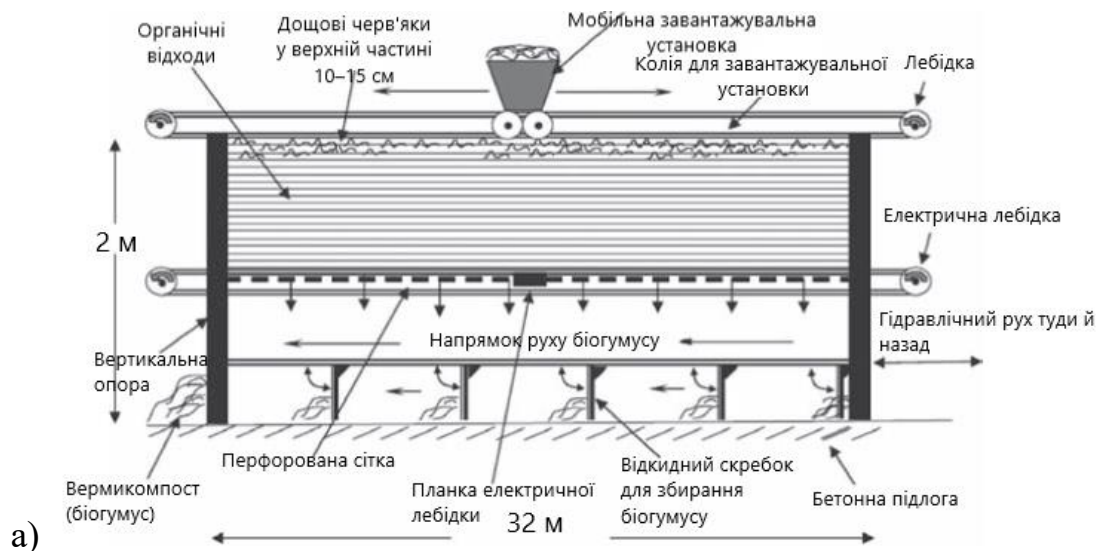


Рисунок 2.2 – Вермиреактор безперервної дії: а) – вид збоку; б) – вид з торця [27]

Додають органічні відходи тонкими шарами (1-3 см) на поверхню з мобільних завантажувальних установок (завантажувальні бункери) з інтервалом 1-2 дні. Вермикомпост можна збирати механічно через металічну перфоровану сітку (підлогу) з розмірами отворів 5 см × 10 см, за допомогою ручної або електричної лебідки, яку можна тягнути по всій довжині реактора в будь-якому напрямку (рисунок 2.3).

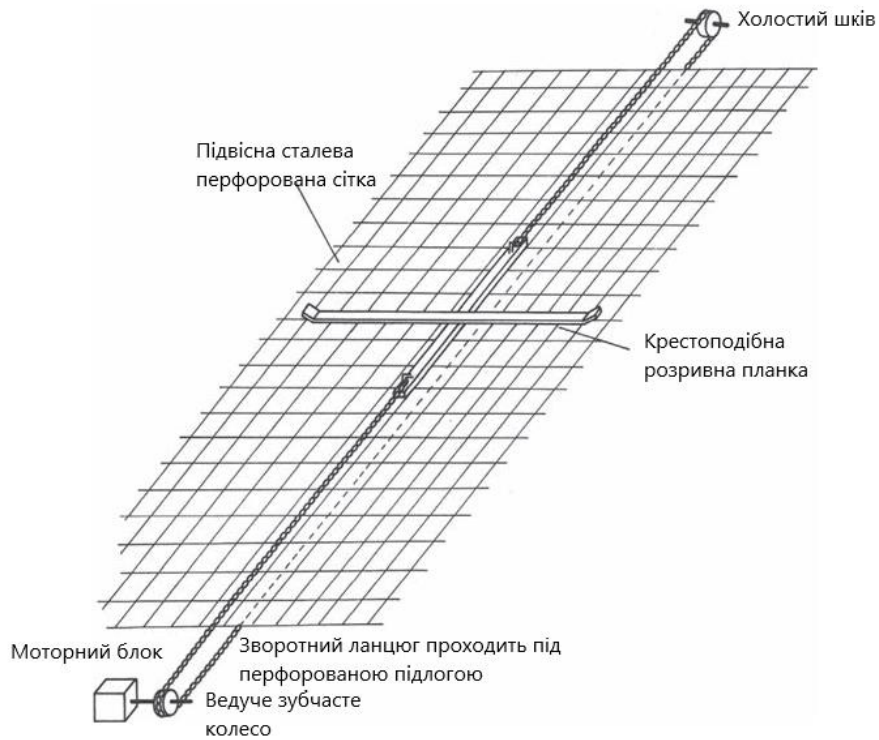


Рисунок 2.3 – Схема перфорованої розвантажувальної підлоги [27]

Біогумус, що потрапляє на підлогу, може бути зібраний з-під реактора в один кінець за допомогою скребкових систем із заслінками з гідравлічним приводом, подібних до тих, що використовуються для збирання гною від молочних корів у хлівах (рисунок 2.4).

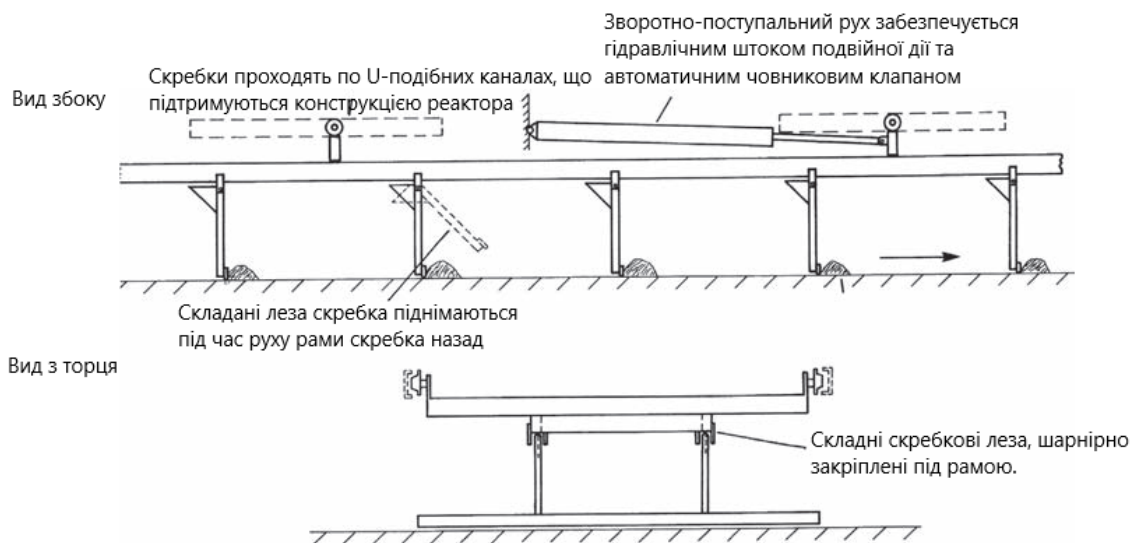


Рисунок 2.4 – Система збору біогумусу із зворотно-поступальним скребком [27]

Реактори безперервної дії для вермикомпостування можуть варіюватися від середньотехнологічних систем, що використовують ручні системи завантаження та збору біогумусу, до повністю автоматизованих реакторів безперервного потоку з електричним або гідравлічним приводом.

Найбільша продуктивність реактору досягається при рівномірному заселенні дощових черв'яків (*Eisenia fetida*) близько 9 кг/м².

Один повномасштабний реактор з розмірами, які були наведені вище, може переробляти відходи глибиною 1 м за 30-60 днів в залежності від вихідного субстрату, що рівноцінно близько 1000 т за рік або ж 3 т на добу.

Економічні дослідження показали, що такі реактори мають набагато більший економічний потенціал для виробництва високоякісного біогумусу з невеликими втратами матеріалу; процес швидший та набагато ефективніший, ніж при закладанні буртів на відкритих чи закритих майданчиках або при використанні клинової системи [27].

В таблиці 2.1 наведена порівняльна характеристика основних методів вермикомпостування.

Таблиця 2.1 – Порівняння методів вермикомпостування

Основні критерії	Вермибурти (на відкритих майданчиках)	Контейнерна система (ложі)	Реактори безперервної дії (буртового типу)
Швидкість переробки	Дуже повільно	Повільно	Швидко
Необхідна територія	Велика	Відносно невелика	Мала
Інвестиції	Низькі	Високі	Високі
Операційні витрати	Низькі	Середні	Середні
Рівень трудозатрат	високий	високий	низький
Рівень втрати поживних речовин	високий	середній	низький

Продовження таблиці 2.1

Основні критерії	Вермибурти (на відкритих майданчиках)	Контейнерна система (ложі)	Реактори безперервної дії (буртового типу)
Сезонність виробництва	сезонне	сезонність відсутня	сезонність відсутня
Збір готової продукції	складний, потребує сепарації	складний, потребує сепарації	простота збору
Труднощі в контролі за вологістю	Низькі	Високі	Низькі
Кваліфікація робочої сили	низька	низька	кваліфікована
Витрати на технічне обслуговування	низькі	низькі	високі
Контроль за виробництвом	простий	відносно простий	складний
Чи підходить для промислового виробництва	так	ні	так

2.4 Вибір технології вермикомпостування

На основі огляду літератури для переробки органічних відходів тваринництва, а саме гною ВРХ, було обрано вермикомпостування в реакторах безперервної дії, що забезпечить високоефективну переробку відходів та утворення продуктів з доданою вартістю (біогумус та біомаса дощових черв'яків).

Процесу вермикомпостування в реакторах передуює ще один процес, а саме підготовка базового субстрату для черв'яків (попереднє компостування).

Зібраний гній ВРХ та 20% соломи від маси гною перемішують, подрібнюють та уміщують на майданчик для інтенсивного компостування, що має пристрій для нагнітання (відбору) повітря. Тривалість компостування субстрату на таких майданчиках від 4 до 12 діб, при цьому процес відбувається в термофільному режимі (саморозігрів до 50-60 °С). Готовність субстрату до споживання черв'яками визначають по відношенню С:N, яке повинно бути близько 20. Після інтенсивного компостування базовий субстрат, що пройшов термофільну фазу компостування залишають на декілька днів для охолодження природнім способом та зволожують до 80%. Перед зволоженням субстрат змішують з мінеральними добавками у вигляді фосфорної муки, глини, дефекату, цеолітів або вапна до 10 % від всієї ваги. В кормі для черв'яків не повинно бути залишків пестицидів, аміаку, метану, великої кількості білків, патогенної мікрофлори та яєць гельмінтів, що забезпечується інтенсивною аерацією та саморозігрівом компосту.

Далі базовий субстрат переноситься до реактору безперервної дії та проводять заселення маточною культурою *Eisenia fetida*. Протягом всього часу вермикомпостування слідкують за показниками вологості, рН, та температурою субстрату, які мають становити 80-85%, близько 7, 25 °С, відповідно.

					<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>	33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Біохімічні процеси, що лежать в основі підготовки базового субстрату

Базовим субстратом в технології вермикомпостування називається продукт переробки органічного субстрату (гній, відходи органічного походження, органічні рештки тощо), який використовується для подальшої переробки вермикультурою.

Під підготовкою базового субстрату для вермикомпостування мається на увазі компостування в термофільній фазі (температура 50-60 °С) та в мезофільному режимі (температура 25-35 °С) [28]. Підвищення температури відбувається саморозігрівом, так як компостування є екзотермічним процесом біологічного окиснення, в якому органічний субстрат піддається аеробній біодеградації змішаною популяцією мікроорганізмів.

Аеробні біохімічні реакції розкладу органічних речовин, що протікають при компостуванні, можна представити в загальному вигляді:

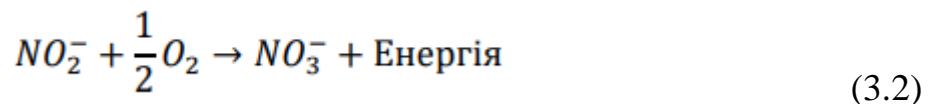
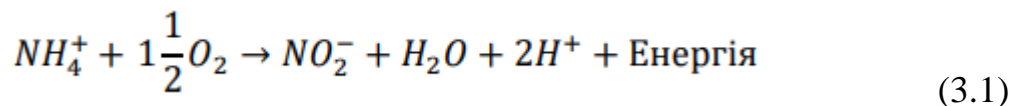


Процес компостування можна розділити на 4 основні стадії:

1. Мезофільна
2. Термофільна
3. Охолодження
4. Дозрівання

					МД ББз11 02 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дзюбій О. А.			<i>БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Жукова В. С.					34	103
Реценз.						<i>КПІ ім. Ізоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп</i>		
Н. Контр.								
Затверд.		Жукова В. С.						

стадії), тобто при 45-65 °С. Таким чином, висока швидкість амоніфікації також характеризує високу деградацію органічних речовин. Наступним етапом перетворення азоту є шлях від амонійного до нітратного азоту, процес, який називається нітрифікацією. Нітрифікація протікає в аеробних умовах. Задіяні бактерії виду *Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*, *Nitrosolobus* і ін. [24]. На цьому етапі NH_4^+ перетворюється на NO_3^- . Реакції наведені у рівняннях 3.1 та 3.2.



Сприятливими умовами є наявність кисню, значення рН від нейтрального до слабокислого, середній вміст води та температура від 20 °С до 25 °С. Протони, що виділяються під час реакції, знижують значення рН [30].

Разом з водою аміак встановлює рівновагу, що залежить від температури та значення рН, тобто як NH_4^+ він підтримується в розчині за допомогою низької температури та/або низького значення рН. Підвищення температури та/або збільшення значення рН, обидва фактори, характерні для аеробного компостування, призводить до виділення аміаку, який певною мірою може сильно впливати на запах. Чим вище значення рН, тим вищий потенціал для втрат NH_3 . Подальша можлива втрата азоту може бути реалізована шляхом денітрифікації [31]. Безкисневі умови можуть зменшити вміст нітратів (використання нітратів як акцепторів водню деякими аеробними бактеріями), у результаті чого азот буде вивільнятися у вигляді N_2 через NO_2 , NO та N_2O . Сечовина та гіпуринова кислота, що присутні в гної ВРХ, розкладаються на карбонат амонію з подальшим розкладом на аміак, вуглекислий газ та воду. Цей процес найкраще протікає при температурі 50-60 °С [28].

За рахунок підвищення температури до 60 °С та вище відбувається гігієнізація вихідного субстрату. Температура, що перевищує 60 °С протягом тривалого часу, призводить до загибелі патогенних мікроорганізмів і насіння бур'янів.

У період стадії охолодження, яка йде після температурного максимуму, рН повільно знижується. Швидкість тепловиділення стає дуже низькою, а температура знижується до рівня навколишнього середовища.

Завданням підготовки базового субстрату для вермикомпостування є зменшення кількості аміаку (не більше 1 мг/г субстрату) та кількості білків за рахунок переведення амонійного азоту в нітратні форми, знищення патогенної мікрофлори, яєць гельмінтів. Все перераховане вище забезпечується термофільною стадією компостування та стадією охолодження, тому доцільності в останній стадії компостування (а саме – дозрівання) – немає.

Основними групами організмів, що беруть участь в компостуванні є:

- мікрофлора - бактерії, актиноміцети, гриби, дріжджі;
- мікрофауна - найпростіші;
- макрофлора - вищі гриби;
- макрофауна - багатоніжки, кліщі, ногохвостки, мурахи, терміти, павуки, жуки.

У процесі компостування бере участь безліч видів бактерій (більше 2000) і не менше 50 видів грибів. Мікроорганізми, що відповідають за компостування, розкладають широкий спектр сполук - від амінокислот та простих цукрів до складних білків та вуглеводів. Деякі бактерії можуть розщеплювати целюлозу. Деякі бактерії здатні до утворення ендоспори, які дозволяють протистояти несприятливим умовам навколишнього середовища, таким як висока температура або низька вологість. Коли середовище стає більш сприятливим, ендоспори проростають і бактерії знову активізуються. Ця особливість деяких бактерій допомагає

продовжувати процес компостування під час фази охолодження, яка слідує за піковими термофільними температурами.

Гриби, як правило, присутні на пізніх стадіях компостування, оскільки помирають при температурах вище 60 °С. Більшість грибів розкладають віск, білки, геміцелюлози, лігнін та пектин. Гриби менш чутливі до середовищ із низьким вмістом вологи та рН, ніж бактерії, але оскільки більшість грибів є облигатними аеробами, вони мають меншу толерантність до середовищ із низьким вмістом кисню, ніж бактерії.

Актиноміцети здатні розщеплювати органічні цукри, кислоти, крохмалі, геміцелюлози, целюлози, білки, поліпептиди, амінокислоти і лігнін. Вони також продукують позаклітинні ферменти - протеази і можуть спричиняти лізис інших бактерій. Актиноміцети більш поширені на пізніх стадіях компостування, коли більшість легкозасвоюваних сполук розкладаються, рівень вологи знижується, а рН стає менш кислим.

Вищі організми починають активізуватися, як тільки температура компосту охолоджується до відповідного рівня. До цих організмів належать найпростіші, коловертки та нематоди. Вони споживають бактеріальну та грибкову біомасу та сприяють розкладу лігніну та пектинів.

3.2 Біохімічні процеси, що лежать в основі вермикомпостування

Вермикомпостування - це мезофільний біоокиснювальний процес, під час якого дощові черв'яки взаємодіють з мікроорганізмами та ґрунтовими безхребетними в межах спільноти деструкторів, сильно впливаючи на процеси розкладання, прискорюючи стабілізацію органічної речовини та суттєво змінюють її фізичні біохімічні властивості [6].

При вермикомпостуванні дощові черв'яки подрібнюють і перетравлюють органічні відходи за допомогою аеробної та анаеробної

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>				38

кишечнику дощових черв'яків спостерігалася на 30-ту добу процесу вермикомпостування.

Рослинні гормони виробляються мікроорганізмами та присутні у вермикомпостованому субстраті [37]. Високу концентрацію рослинних гормонів, таких як ауксини, гібереліни та цитокініни, спостерігали у роботі [38] під час дослідження вермикомпосту. Також у роботі [39] повідомили про наявність рослинних гормонів, таких як кінетин, гіберелін та гетероауксин (β -індолилцетова кислота), у вермикомпостованому коров'ячому гної.

Крім того, дощові черв'яки значно зменшують популяції загальних коліформних бактерій під час вермикомпостування. Проходження крізь кишечник дощових черв'яків *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida* та *Eudrilus eugeniae* призвело до зменшення популяції загальних коліформ на 98% порівняно з кількістю популяцій в свіжому свинячому гної [40]. Зменшення загальної кількості коліформ було подібним до тих, про які повідомили науковці у роботі [41] для цих та інших патогенів людини, що вказує на ефективність вермикомпостування у зниженні кількості патогенів людини під час стабілізації органічних відходів вермикомпостуванням.

					МД ББз11 02 ПЗ	41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Сировина та матеріали

Сировина та матеріали, що використовуються при вермикомпостуванні відходів тваринництва зазначені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Сировина та матеріали

Найменування	Категорія і номер НТД згідно якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки та їх нормативне значення	Примітки
1. Основна сировина			
1.1. Підстилковий гній ВРХ	-	Вологість – до 85%, визначення співвідношення С:N = 15-20:1	-
1.2. Солома	-	Вологість – до 30%, відсутність домішок, визначення співвідношення С:N	-
1.3. Фосфоритне борошно	ГОСТ 5716-74	-	-
2. Допоміжна сировина			
2.1. Вода питна	ДСТУ 7525:2014	Без запаху, смаку і кольору . Відсутність механічних домішок. рН 6 – 7,5. Загальна жорсткість менше 5 ммоль/л.	-
2.2. Крейда	ГОСТ 17498	-	-
3. Матеріали			
3.1. Мішки для пакування біогумусу	-	-	-

МД ББз11 02 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата
Разроб.		Дзюбій О. А.		
Перевір.		Жукова В. С.		
Реценз.				
Н. Кантр.				
Затверд.		Жукова В. С.		
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА				
			Лит.	Арк.
			42	103
КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп				

Батарейні циклони БЦ-21 застосовують для уловлення пилу з відпрацьованих газів барабанної сушарки з ефективністю очищення 95%.

4.3 Контроль виробництва

Для забезпечення відповідності продукції вимогам НТД на підприємствах здійснюють постійний контроль процесів виробництва. Дані щодо здійснення контролю цих процесів занесені у таблицю 4.3.1.

Таблиця 4.2 – Контроль виробництва

№	Назва стадії	Параметр, що контролюється	Метод контролю, тип приладу	Періодичність перевірки	Нормативна характеристика показника, що визначається
1	Подрібнення соломи	Початкова вологість	Методика лабораторного контролю	Під час приймання соломи	50%
		Розмір частинок, мм		Кожен день	1 см
2	Змішування підстилкового гною ВРХ та соломи	Відношення С:N	Методика лабораторного контролю	Кожного разу після змішування	25-30:1
		Вологість			50-70 %
		Показник рН	Електронний рН метр		6-8
3	Компостування в ферментаційних камерах	Вологість	Датчик вологості	Постійно	50-70%
		Температура	Датчик температури		50-60 °С
		рН	рН-метр промисловий рН-101П		6-8

Продовження таблиці 4.2

4	Доведення компосту до норм субстрату для вермикомпостування	Вологість	Методика лабораторного контролю	Після процесу компостування та перед кожною підкормкою <i>E.fetida</i>	80±0,5%
		Відношення C:N			20:1
		pH	Електронний pH метр		7,0±0,5
		Мікробіологічна чистота	Методика лабораторного контролю		Відсутність патогенної мікрофлори та яєць гельмінтів
5	Проба «50-ти» черв'яків	Температура	РН-метр / вологомір / термометр / люксметр для ґрунту - АМТ-300 (pH300)	Постійно	20 °С
		Рухливість та кількість <i>E.fetida</i>	Методика лабораторного контролю	Після 24 год	Нормальна активність та кількість черв'яків не менше 47
6	Вермикомпостування в реакторах безперервної дії	Вологість	Датчик вологості	Постійно	80±0,5%
		Температура	Датчик температури		20-25 °С
		pH	РН-метр промисловий pH-101П		7,0±0,5
		Активність <i>E.fetida</i>	Методика лабораторного контролю	1 раз на тиждень	≥2,5 кг/м ²
7	Висушування біогумусу-сирця	Температура	Датчик температури	Постійно	130-150 °С
		Вологість	РН-метр / вологомір / термометр / люксметр для ґрунту - АМТ-300 (pH300)	В кінці процесу	50%
8	Подрібнення біогумусу	Розмір частинок	Методика лабораторного контролю	Постійно	1-5 мм

РОЗДІЛ 5. ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ

5.1 Розрахунок виходу гною з тваринницької ферми

Вихідні данні для розрахунку: загальне поголів'я ВРХ складає 1000 голів, структура стада ВРХ молочного напрямку наведена в таблиці 5.1. Велика рогата худоба утримуються з підстилкою.

Таблиця 5.1 – Середньорічне поголів'я і структура стада

Групи тварин	Структура стада, %	Поголів'я
Корови	55	550
Нетелі	9	90
Молодняк	11	110
Телята	20	200
Бугаї-плідники	5	50

Розрахунковим шляхом добовий вихід гною $G_{доб}$ можна визначити за формулою:

$$G_{доб} = q_e + q_n, \quad (5.1)$$

де q_e – добовий вихід екскрементів, кг;

q_n – добова норма внесення підстилки, кг.

Добовий вихід екскрементів від різних за віком груп тварин розраховується за формулою:

$$q_e = m_1 a_1 + m_2 a_2 + \dots + m_n a_n, \quad (5.2)$$

де m_1, m_2, \dots, m_n – вихід екскрементів за добу від однієї голови відповідної групи тварин, кг/добу ; a_1, a_2, \dots, a_n – число тварин за віковими групами, голів.

МД ББз11 02 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Дзюбій О. А.		
Перевір.		Жукова В. С.		
Реценз.				
Н. Кантр.				
Затверд.		Жукова В. С.		
ПІДБІР І РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ				
			Літ.	Арк.
				52
			Акрушід	
			103	
КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп				

Для визначення кількості екскрементів від однієї голови відповідної групи користуємось нормами виходу екскрементів за ВНТП-АПК-09.06 "Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною".

В таблиці 5.2. наведений розрахунок виходу екскрементів за добу.

Таблиця 5.2 – Розрахунок виходу екскрементів

Групи тварин	Середньорічне поголів'я	Норма виходу гною за добу на 1 голову, кг/добу	Загальний вихід гною, кг/добу
Корови	550	55	27 500
Нетелі	90	27	2 430
Молодняк	110	24	2 640
Телята	200	7,5	1 500
Бугаї-плідники	50	40	2 000
Всього	1000	-	36 070

Отже, з даних таблиці 5.2 видно, що від 1000 голів великої рогатої худоби отримуємо за добу 36,07 т екскрементів.

Складову q_n визначають за формулою:

$$q_n = m_1c_1 + m_2c_2 + \dots + m_nc_n, \quad (5.3)$$

де c_1, c_2, \dots, c_n – добові витрати підстилки в розрахунку на одну голову, кг/добу.

У таблиці 5.3 наведено розрахунок потреби у підстилці.

Таблиця 5.3 – Розрахунок потреби у підстилці (солома)

Групи тварин	Середньоріч не поголів'я	Норма на 1 голову за добу, кг/добу	Загальна потреба на добу, кг/добу
Корови	550	1,5	825
Нетелі	90	0,5	45
Молодняк	110	5	550
Телята	200	1,5	300
Бугаї-плідники	50	1,5	75
Всього	1000	-	1 795

Таблиця 5.4 – Вихідні дані для розрахунку складу суміші

Органічні відходи	Щільність, т/м ³	Вологість W, %	Маса вологого зразка, Q, т	Маса за сухою речовиною M, т	C, %	N, %	C:N
Підстилковий гній ВРХ	0,890	82,6	2	0,35	32,7	2,01	16,27
Солома	0,025	15	0,5	0,425	44,55	0,64	69,61

Для розрахунку маси за сухою речовиною для кожного виду відходів використовували формулу 5.7:

$$M = Q(1 - W) \quad (5.7)$$

Співвідношення C:N у суміші становить (значення C, N у частках одиниці):

$$C : N = \frac{M_1 \cdot C_1 + M_2 \cdot C_2}{M_1 \cdot N_1 + M_2 \cdot N_2} = \frac{0,35 \cdot 32,7 + 0,425 \cdot 44,55}{0,35 \cdot 2,01 + 0,425 \cdot 0,64} = 31, \quad (5.8)$$

де M_1, M_2 – маси за сухою речовиною підстилкового гною ВРХ та соломи, відповідно, т; C_1, C_2, N_1, N_2 – кількість карбону та нітрогену за сухою речовиною в підстилковому гної ВРХ та в соломі, відповідно, %.

Вологість суміші органічних відходів визначається за формулою 5.9 та становить 69%.

Визначаємо насипну щільність суміші:

$$\rho_{нас} = 0,8 \cdot 0,89 + 0,2 \cdot 0,025 = 0,717 \text{ т / м}^3 \quad (5.10)$$

Враховуючи добовий вихід гною, що становить 80% суміші для компостування, розрахуємо кількість соломи, що необхідна:

$$G_{доб.сол} = \frac{37,865 \cdot 0,2}{0,8} = 9,5 \text{ т / добу} \quad (5.11)$$

Розрахунок біоферментатора

Типовий біоферментатор являє собою двохсекційну споруду з цегли, залізобетону або інших матеріалів, у підлогу якої вмонтовані 8

перфорованих полімерних труб діаметром 200 мм і розмірами отворів 8 мм, які з одного боку заглушені, а з іншого боку об'єднані загальним повітропроводом.

На задній стінці кожної секції встановлений вентилятор, який через з'єднуючий рукав подає повітря у повітропровід і через перфоровані труби у суміш органічних відходів.

Камера ферментатора виконується з достатньою теплоізоляцією для зменшення втрат тепла при роботі взимку. Завантаження здійснюється через секційні ворота тракторним навантажувачем. Аерація здійснюється за схемою «нагору» з регулюванням подачі свіжого повітря напірним вентилятором. Вентиляційна витяжка з дефлектором, що наповнений газопоглинальними матеріалами, видаляє відпрацьоване повітря з верхньої частини камери. Робота систем аерації й вентиляції підтримується в автоматичному режимі залежно від температури суміші. Підлога камери виконується із водонепроникного матеріалу з ухилом 0,01 %.

Загальний об'єм біоферментаторів визначається за формулою:

$$V = \frac{Q_{\text{доб}} \cdot t}{k_{bk}} = \frac{66 \cdot 12}{0,65} = 1218,5 \text{ м}^3, \quad (5.12)$$

де V – об'єм камер, м^3 ; $Q_{\text{доб}}$ – середньодобове надходження відходів у камери, м^3 ; k_{bk} – коефіцієнт використання повного об'єму камери, $k_{bk}=0,65\dots 0,75$; t – тривалість повного циклу процесу з урахуванням часу завантаження та розвантаження, *дiб*;

Об'єм відходів, що надходять у камери щодня визначається за наступною формулою:

$$Q_{\text{доб}} = \frac{G_{\text{доб}}}{\rho_{\text{нас}}} = \frac{37,865 + 9,5}{0,717} = 66 \text{ м}^3 \quad (5.13)$$

Кількість камер визначається їх розрахунковою місткістю та будівельним об'ємом:

$$n = \frac{V}{g} = \frac{1218,5}{125} = 10, \quad (5.14)$$

де n – кількість камер, шт; V – сумарний об'єм камер, м³; g – будівельний об'єм однієї камери, м³. Будівельний об'єм однієї двохсекційної камери розраховується виходячи з типових розмірів ШхГхВ = 10х5х2,5м та становить 125 м³.

Об'єм камери продувається повітрям з температурою 30 °С у розрахунку 0,4–0,6 м³ повітря на 1 кг маси компосту протягом процесу компостування.

Для забезпечення оптимальної вологості матеріалу на стелі камери вбудована система зрошення, виготовлена з нержавіючої сталі.

5.3 Розрахунок реактора безперервної дії для вермикомпостування

Попереднє компостування зменшує об'єм і вагу суміші підстилкового гною з соломкою на 1/4, тому добова кількість відходів, що потрапляє на вермикомпостування, буде рівна:

$$G_{\text{доб.в}} = \frac{(37,865 + 9,5) \cdot 3}{4} = 35,5 \text{ т / добу} \quad (5.15)$$

або

$$G_{\text{рiч.в}} = 35,5 \cdot 365 = 12958 \text{ т / рік} \quad (5.16)$$

Промислові системи реакторів безперервної дії, розроблені Едвардсом у Ротамстеді [6, 42] та його колегами з Національного інституту сільськогосподарської інженерії мають довжину 40 м, ширину 2,4 м, побудовані з модулів розміром 2,4 м х 2,4 м.

Один повномасштабний реактор з розмірами, які були наведені вище, може переробляти відходи глибиною 1 м за 60 днів, що рівноцінно близько 1000 т на рік або ж 3 т на добу.

Отже, для забезпечення переробки органічних відходів ферми шляхом вермикомпостування, необхідно обладнати 13 реакторів безперервної дії з наступними габаритним розмірами:

- довжина – 40 м;
- 16 модулів розміром 2,4 м х 2,4 м;
- висота реактора – 2 метри;
- глибина робочого модуля – 1 метр.

Вихід біогумусу становить 3/4 від кількості початкового субстрату:

$$\begin{aligned} G_{\text{вермикомпосту/рік}} &= 12958 \cdot 0,75 = 9718,5 \text{ т / рік} \\ G_{\text{вермикомпосту/добу}} &= 35,5 \cdot 0,75 = 26,6 \text{ т / добу} \end{aligned} \quad (5.17)$$

5.4 Розрахунок барабанної сушарки

Вихідні дані:

- продуктивність вихідного матеріалу $G_n=1000$ кг/год;
- вологість матеріалу (на загальну масу), %;
- початкова, $W_n= 80$ %;
- кінцева, $W_k=50$ %;
- температура матеріалу, °С;
- початкова, $t_n=20$ °С;
- температура повітря, °С;
- на вході в калорифер при $\varphi=78$ %, $t_0=15$ °С ;
- на виході з калорифера (вході в барабан) $t_1=150$ °С;
- на виході з барабану , $t_2=90$ °С ;
- насипна щільність матеріалу, $\rho_{\text{н}}=700$ кг/м³ ;
- напруженість барабана по вологості, $A=20$ кг/м³ · год [43];

Продуктивність барабана по вологості. Кількість вологи, що випаровується за годину, кг/год:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>					58

де a - коефіцієнт для підйимально-лопатевої насадки, $\alpha=1,2$; $tg\alpha$ - тангенс кута нахилу барабана; τ - час перебування матеріалу в барабані, с, визначається за емпіричною формулою:

$$\tau = \frac{120\rho_n B(W_n - W_k)}{A(200 - (W_n - W_k))} = \frac{120 \cdot 700 \cdot 0,15(80 - 50)}{19,1 \cdot (200 - (80 - 50))} = 116 \text{ хв} = 6960 \text{ с} \quad (5.28)$$

де B - коефіцієнт наповнення барабана, $B = 0,15$; $tg\alpha$ - тангенс кута нахилу барабана. Барабани мають кут нахилу до обрію $0,5-6^\circ$. Приймаємо кут нахилу $0,5^\circ$.

					<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>	60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6. АВТОМАТИЗАЦІЯ СТАДІЇ ВИСУШУВАННЯ БІОГУМУСУ-СИРЦЮ

Для отримання якісного цільового продукту вермикомпостування – біогумусу, однією з важливою стадією є його висушування до 50% вологості. Висушування біогумусу здійснюється за допомогою барабанної сушарки.

Автоматизовані системи керування сушильного барабана забезпечують рішення таких задач, як контроль процесів, режимів і стан обладнання.

Керування основним та допоміжним обладнанням в усіх режимах його роботи, дозволяє автоматично регулювати технологічні параметри в усьому діапазоні навантажень, включаючи пуск і зупинку обладнання, його захист при аварійних ситуаціях, сигналізує при відхиленні параметрів від допустимих значень.

Ступінь автоматизації залежить від потужності, типу обладнання та заданих технологічних параметрів.

В якості об'єкта керування при автоматизації процесу сушіння представлена барабанна сушарка з прямим током, в якій сушильним агентом служить підігріте на електрокалорифері технологічне повітря. Показником ефективності даного процесу є вологість матеріалу, що виходить з сушарки, а метою керування – підтримання цього параметру на визначеному значенні. Основними збудниками процесу є зміна витрати матеріалу і його вологість, а також зміна витрати і початкової температури сушильного агента – теплоносія.

					МД ББз11 02 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
<i>Разроб.</i>		<i>Дзюбій О. А.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушід</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Шибецький В. Ю.</i>				61	103
<i>Р еценз.</i>					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп		
<i>Н. Кантр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Жукова В. С.</i>					
АВТОМАТИЗАЦІЯ СТАДІЇ ВИСУШУВАННЯ БІОГУМУСУ-СИРЦЮ							

6.1 Опис технологічного процесу

Процес сушіння біогумусу-сирцю відбувається в барабанній прямоточній сушарці. З попередньої стадії в барабанну сушарку подається біогумус з вологістю 75-80% та попередньо нагріте до 150 °С повітря. Коефіцієнт заповнення барабанної сушарки становить 0,15. Відпрацьоване повітря після сушіння подається на очищення до батарейних циклонів, які уловлюють пил з відпрацьованих газів барабанної сушарки з ефективністю очищення 95%.

На рисунку 6.1 представлена функціональна схема автоматизованої барабанної сушарки з приводом від асинхронного двигуна.

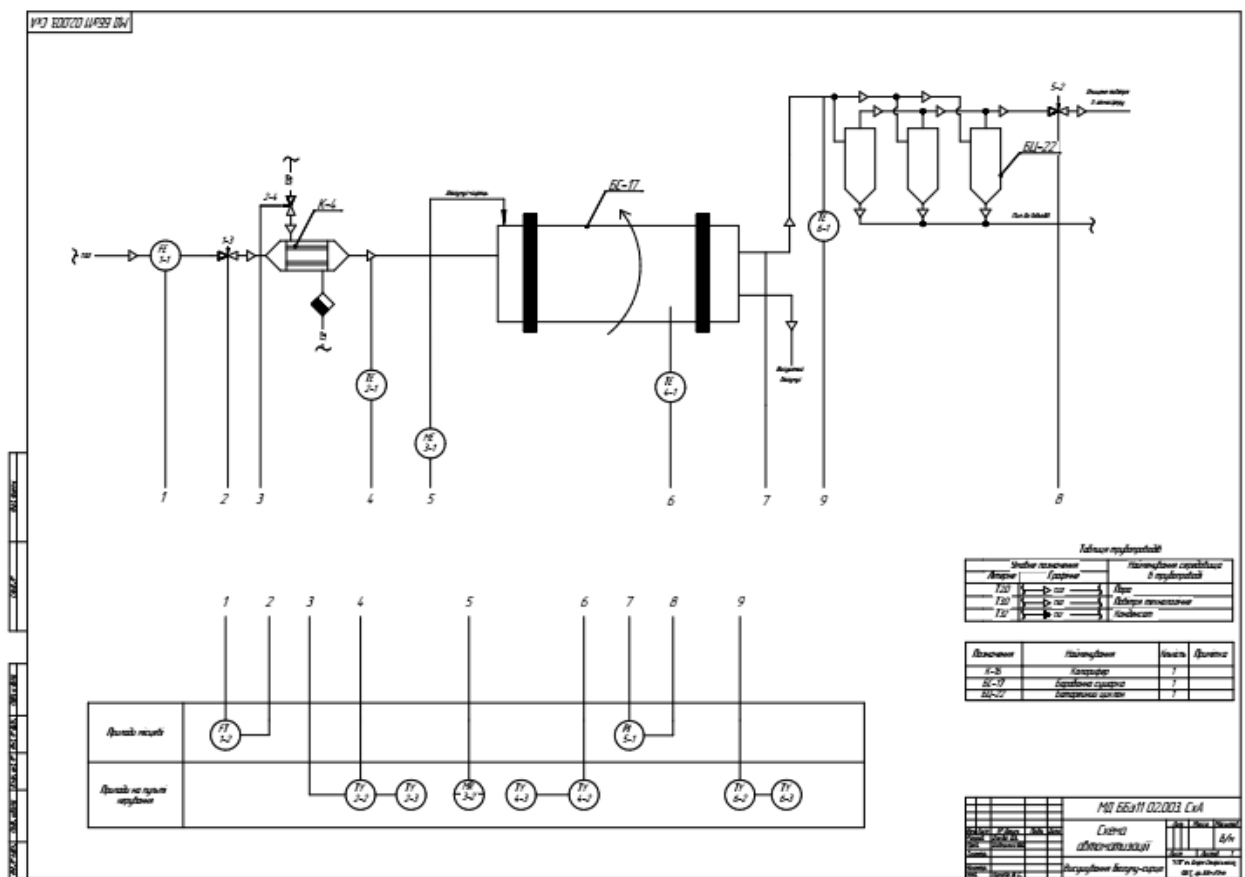


Рисунок 6.1 – Схема автоматизації

Основним регульованим параметром в барабані є температура сушіння.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Таблиця 6. – Специфікація контрольно-вимірювальних приладів та засобів автоматизації

№ позиції	Шифр	Назва параметру	Назва приладу	Місце монтажу	Тип моделі	Кількість	Примітка
1-1	FE	Контроль і регулювання співвідношення витрат	Діафрагма камери DK6-50 Номинальний прохід 50 мм. Умовний тиск 6 МПа	Трубопровід	DK6-50	1	
1-2	FT		Перетворювач передавальної витрати, клас точності 1. Граничний перепад тиску 0,063 МПа	По місцю	13DD11	1	Перетворює пневматичний сигнал в нормалізований пневматичний сигнал (0,02...0,1) МПа
1-3			Регулюючий клапан з діафрагмовим приводом	Трубопровід	25с48нж	1	
2-1 4-1 6-1	TE	Контроль і регулювання температур	Термоелектричний перетворювач температури. Межа вимірювання 0-600 °С	По місцю	ТХК-0515	3	
2-2 4-2 6-2	TU		Нормуючий перетворювач	На щиті	SH-700	3	Перетворює термопари TEDS в уніфікований електричний сигнал (0...5)мА

2-3 4-3 6-3	ТУ		Електропневмоконвертер	На щиті	ЕПП - 63	3	Перетворює уніфікований електричний сигнал (0...5)мА в уніфікований пневматичний сигнал (0,02...0,1)МПа
2-4			Регулюючий клапан з діафрагмовим приводом	Трубопровід	25с48пј	1	
3-1	МЕ	Контроль вологості	Датчик виміру вологості	Барабанна сушарка	WATER MARK	1	
3-2	MR		Вторинний прилад вологоміра	На щиті	DT171A	1	
5-1	PI	Контроль і регулювання вакууму	Вакуумметр системи Межа вимірювання (0,1)-0 МПа. Клас точності 0,5	По місцю	Система GSP з пневматичним вихідним сигналом типу VS-P1.	1	
5-2			Регулюючий клапан з діафрагмовим приводом	Трубопровід	25с48нж	1	

РОЗДІЛ 7. РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ

Бізнес-ідея: виробництво органічних добрив (біогумус або вермикомпост) шляхом утилізації органічних відходів тваринництва. Вермикомпост є продуктом переробки органічних відходів дощовими черв'яками в симбіозі з іншими ґрунтовими організмами. За рахунок великої кількості біологічно активних речовин він значно знижує стрес рослин і позитивно впливає на агрохімічні, фізико-хімічні та біологічні характеристики ґрунту. Добриво можна використовувати для усіх видів сільськогосподарських культур, з метою підвищення врожайності, отримання екологічно чистої продукції, а також з метою відновлення ґрунтів.

Метою стартапу є досягнення ключових цілей сталого розвитку стосовно раціонального використання природних ресурсів, боротьби зі зміною клімату, відповідального споживання та виробництва, а також сталого розвитку міст і громад шляхом виробництва органічних добрив (вермикомпосту) з відходів сільського господарства (органічні відходи тваринництва та рослинництва).

КВЕД:

Секція С: Переробна промисловість

Розділ 20: Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції

Група 20.1: Виробництво основної хімічної продукції, добрив і азотних сполук, пластмас і синтетичного каучуку в первинних формах

Клас 20.15: Виробництво добрив і азотних сполук

Тема: Виробництво органічного добрива з відходів сільського господарства

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
					МД ББз11 02 ПЗ		
Розроб.		Дзюбії О. А.			Лит.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Погребняк А. Ю.				66	103
Р. оцenz.					РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЄКТУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп		
Н. Кантр.							
Затверд.		Жукова В. С.					

Споживачами є садові і тепличні господарства, приватні садиби, міські і приміські домогосподарства, країни Африки та Близького сходу, яким потрібні покращувачі ґрунту в промислових масштабах та агропромисловий сектор України.

Ринок збуту: Україна, країни Африки та Близького сходу.

Конкурентні переваги. Вермикомпост вбирає велику кількість вологи і поступово віддає її тільки в посушливий період, що знижує потребу в поливі, містить легкодоступні для рослин поживні речовини, присутнє велике число азотфіксуючих і фосформобілізуєчих бактерій, не містить патогенну флору, насіння бур'янів, тяжких металів та яйця гельмінтів, покращує структуру ґрунту та швидко відновлює природній рівень родючості ґрунту. Також підвищує стійкість рослин до стресу, несприятливих навколишніх умов та хвороб, скорочує терміни проростання насіння, прискорює ріст рослин та вегетацію та зменшує термін дозрівання на 2-3 тижня (плодоовочеві культури).

Ринкова ціна: 6900 грн/т.

Період повернення капіталовкладень: 1 рік.

Таблиця 7.1 – Продовження резюме стартап-проєкту

Показник	Характеристика
Сутність бізнес-ідеї	Виробництво вермикоспосту з с/г відходів
Наявність аналогів або прототипів ідеї	ТОВ Агрохімпак, Кобьярин, Екостратегія
Ступінь розробленості технології реалізації	Частково розроблена
КВЕД	20.15
Очікувана потужність стартапу	Середнє виробництво
За формою власності	Приватне
За формою реєстрації	Юридична особа
Вид і характер господарської діяльності	Сільськогосподарський
Рівень спеціалізації	Вузькоспеціалізоване
Режим роботи протягом року	Позасезонний

Продовження таблиці 7.1

Показник	Характеристика
Бажана сфера пошуку капіталу і контролю для реалізації стартапу	Зовнішні
Плановий рівень рентабельності при реалізації продукту	71%

7.1 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу

Середовище діяльності будь-якого підприємства можна охарактеризувати за допомогою наступної схеми (рисунок 7.1):



Рисунок 7.1 - Зовнішнє і внутрішнє середовище підприємства

Представлена схема є зручною для оцінки потенційних можливостей, що надає зовнішнє середовище, а також загроз, які можна від нього чекати.

За для успішної реалізації проекту в життя необхідно дослідити усі можливості зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства та загрози, що можуть виникнути, для їх уникнення під час реалізації (табл.7.2):

Таблиця 7.2 – Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

Фактор	Загрози	Можливості
Економіка		
1. Економічна ситуація	Коливання економіки України, інфляція зменшує чистий прибуток стартапу.	При незначних коливаннях економіки України інфляція не вплине на чистий прибуток.
2. Зменшення попиту на вермикомпост	Ризик формування продукту-аналога з кращими характеристиками, як результат зменшення попиту на органічне добриво.	Відносно невисока вартість робить продукт доступним на ринку.
3. Зростання попиту на вермикомпост	Ризик формування нових конкурентів збільшується	Збільшення кількості потенційних клієнтів, що призведе до збільшення випуску нової продукції

Продовження таблиці 7.2

Політика		
1. Зміна відносин між державами	Збільшення імпортерів та здешевлення біодобрив, спричинить зменшення кількості споживачів	Відкриття нових ринків
2. Нормативно-правова система	Зміни у податковій системі і законодавстві в цілому, що можуть вплинути.	Дотації від держави
3. Війна	Розбомблення підприємства	Дотації від держави
Географія		
	Надання послуг та інформації споживачам іноземними компаніями	Ведення сайту, рекламних компаній на різних мовах та на різних рекламних площадках, дистрибуція через систему дропшипінгу
Демографія		
	Негативний вплив неосвіченості людей щодо екологічної ситуації.	Рекламні компанії, освітницька діяльність, пропаганда.
Культура		
	Можливе сприйняття продукції як непотрібної і неважливої.	Загострення питань щодо екологічної ситуації та зменшення вуглецевого сліду.
Науково-технічний прогрес		
	Створення нових методів органічного землеробства.	Експериментальна діяльність, досліді щодо удосконалення та пошуків нових рішень та технологій для застосування вермикюльтури.

Таблиця 7.3 - Аналіз факторів зовнішнього оперативного середовища

Фактор	Переваги	Недоліки
Конкуренти		
1. ТОВ Агрохімпак	1. Довше знаходиться на ринку збуту.	1. Окрім біогумусу випускають ще багато іншої продукції, не є вузьконаправленим підприємством.
2. Кобьярин	1. Знаходяться на ринку збуту з 2015 року. 2. Вузькоспеціалізоване виробництво; компанія також надає послуги по організації переробки органічних відходів.	1. Вища ціна.
3. Екостратегія	1. Випускають біогумус у трьох видах: рідкий, гранульований та розсипний. 2. Зменшення ціни при оптовій закупці	1. Вища ціна навіть при оптовій закупівлі.

Продовження таблиці 7.3

<i>Постачальники</i>		
Учасники проєкту «Сімейні молочні ферми»	1. Можливість відкрити компанію поряд з учасниками проєкту, що зменшує витрати на логістику сировини 2. Реалізується Кластером “Натуральне молоко”, за підтримки ТОВ “УкрМілкІнвест”, та має всі перспективи стати одним з рушіїв розвитку сільської місцевості України 3. Отримання дотацій	1. Можливість закриття проєкту
Компанії агрохолдингу	1. Відкриття підприємства на молочному фермерстві, що зменшує витрати на логістику сировини 2. Забезпечення добривом власні потреби агрохолдингу	1. Втрата частини активів внаслідок війни
<i>Споживачі</i>		
1. Садові і тепличні господарства	Підвищення актуальності як наслідок поширення інформації про нашу компанію серед споживачів.	1. Роздрібна торгівля 2. Можливість переходу на продукцію конкурента
2. Приватні садиби, міські і приміські домогосподарства		
3. Агрокомпанії країн Африки та Близького сходу	1. Можливість продажу в промислових масштабах. 2. Офіційна співпраця за контрактом.	1. Наявність інших-країн експортерів в країни Африки та Близького сходу.
4. Агрокомпанії холдингу		

Таблиця 7.4 - Аналіз зацікавлених сторін

Зацікавлена сторона	Вплив її на реалізацію проєкту	Цікавість її до проєкту	Загальний коефіцієнт впливу на проєкт
<i>Суб'єкти зовнішнього оперативного середовища</i>			
Виробник	5	5	5
Постачальник	5	5	5
Споживачі	3	4	3,5
Посередники	0	0	0
<i>Зовнішнє середовище</i>			
Політичні структури	2	2	2
Суб'єкти економічного середовища	4	1	2,5
Власники географічних об'єктів	0	1	1
Суб'єкти демографії	0	0,5	0,5
Суб'єкти культурного середовища	0	1	1
Суб'єкти НТП	4	5	4,5

Таблиця 7.5 - Переваги і недоліки внутрішнього середовища

Складові внутрішнього середовища	Переваги	Недоліки
Організаційна структура	Проста схема організаційного процесу	Відсутність проміжної ланки у керуванні
Маркетинг	Забезпечує постійний моніторинг ринку та ефективна реклама збільшить зацікавленість	Існує можливість неспроможності задовольнити заяви маркетолога
Персонал	Невелика кількість робочих кадрів	Тяжкі наслідки при втраті працівника
Технології	Переробку сільськогосподарських органічних відходів. Зменшення впливу на навколишнє середовище	Необхідність постійного контролю параметрів процесу

7.2 Визначення ключових факторів успіху проекту

Ключові фактори успіху – ті, на які підприємство може самостійно впливати під час виробництва і реалізації продукту. Використовуючи метод Шонфільда будуємо таблицю підприємств та показників, за якими визначатимуться ключові фактори успіху проекту.

Таблиця 7.6 – Оцінка конкурентоспроможності продукції за методом Шонфільда

№	Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик за 5-бальною шкалою			
			Наша продукція	ТОВ Агрохімпак	Кобьярин	Екостратегія
1	Швидкість переробки органічних відходів (днів) (1-5, де 1 – дуже повільно, 5 – швидко)	0,7	5	5	5	4
2	Вплив на навколишнє середовище (1-5, де 1 – дуже шкідливий, 5 – найбезпечніший)	0,6	4	4	5	4
3	Операційні витрати (1-5, де 1 – високі, 5- низькі)	0,6	3	1	3	2
4	Контроль за виробництвом (1-5, де 1 – складний, 5 – простий)	0,5	1	1	1	1
5	Рівень трудовитрат (1-5, де 1 – високий, 5 -низький)	0,5	4	5	4	5

Продовження таблиці 7.6

№	Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик за 5-бальною шкалою			
			Наша продукція	ТОВ Агрохімпак	Кобьярин	Екостратегія
6	Ціна, грн (1-5, де 1 – дорогий, 5 – дешевий)	0,45	4	3	1	1

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначається бальна оцінка кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів, яку приведено у таблиці 7.7.

Таблиця 7.7 – Оцінки характеристики з урахуванням коефіцієнту вагомості

№	Характеристика	Оцінка характеристик за 5-бальною шкалою			
		Наша продукція	ТОВ Агрохімпак	Кобьярин	Екостратегія
1	Швидкість переробки органічних відходів (днів)	3,5	3,5	3,5	2,8
2	Вплив на навколишнє середовище	2,4	2,4	3	2,4
3	Операційні витрати	1,8	0,6	1,8	1,2
4	Контроль за виробництвом	0,5	0,5	0,5	0,5
5	Рівень трудозатрат	2	2,5	2	2,5
6	Ціна, грн	1,8	1,35	0,45	0,45

На підставі отриманих бальних оцінок будується графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами.

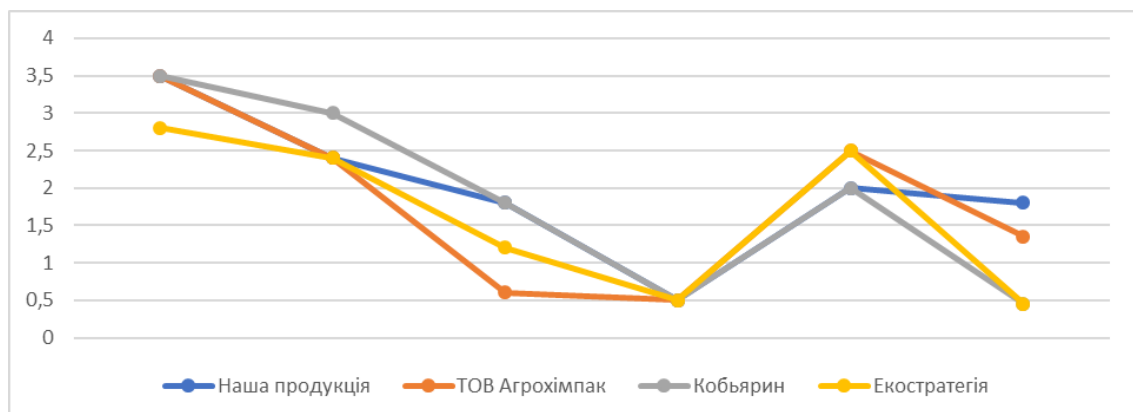


Рис. 7.1. Графік порівняння конкурентних переваг власного проекту з конкурентами

З графіку порівняння можна зробити висновок, що продукт власного виробництва має переваги серед інших конкурентів у ціновій політиці. У швидкості переробки органічних відходів продукт власного виробництва не поступається конкурентам.

7.3 Визначення потенційних споживачів

При визначення потенційних споживачів студент застосовувалось онлайн-анкетування для збору інформації.

В таблиці 7.8 наведенні питання анкети для перевірки визначених шляхом аналітичної роботи потреб споживачів.

Таблиця 7.8 – Формування питань анкети для перевірки визначених шляхом аналітичної роботи потреб споживачів

Категорія клієнтів	Питання для перевірки потреб
Фізичні особи	1. Чи вирощуєте ви рослини вдома/на приватній ділянці?
	2. Сезонність вирощування рослин
	3. Чи використовуєте ви добрива?
	4. Якими видами добрив ви користуєтесь?
	5. Цікавить вас стан екології нашої планети?
	6. Що знаєте про органічне землеробство?
Юридичні особи (фермерські агрохолдинг, тощо) господарства,	1. Ваше підприємство використовує добриво?
	2. Чи піклуєтесь Ви про довкілля?
	3. Яке добриво використовується на вашому підприємстві?
	4. Що знаєте про органічне землеробство?
	5. Яким є вуглецевий слід Вашого підприємства?

Таблиця 7.9 – Фіксування результатів опитування потенційних
споживачів

До якої категорії належить споживач	Бачення споживачем власної потреби	Уточнення і пропозиції споживача щодо задоволення наявної або виявленої з вашою допомогою потреби
Фізичні особи	Була потреба	1. Споживач був згоден купити даний продукт 2. Була надана пропозиція по створенню змішаних добрив на основі біогумусу та мінеральних добрив для різних потреб рослин
Фізичні особи	Була потреба, але не такий підхід	1. Споживач використовує технологію компостування в власному домогосподарстві 2. Споживач використовує тільки мінеральні добрива
Юридичні особи	1. Була потреба, але не такий підхід 2. Була потреба	1. Подальша співпраця неможлива, оскільки споживач використовує свої технології 2. Можлива співпраця, оскільки споживач зацікавився продукцією, надійшла пропозиція про надання власних відходів рослинництва на виробництво біогумусу

Таблиця 7.10 – Паспорт потенційного клієнта

Критерій	Значення
1. Фізична особа	
За платоспроможністю	До 2000 грн/придбання
Обмеження	
1) Соціальний рівень споживачів 2) Спосіб життя 3) Тип особистості споживачів	1) Середній 2) Усвідомлення потреби в піклуванні про екологію 3) Відповідальне споживання
Ставлення до товару	
1) Мотивація придбання 2) Пошук вигоди 3) Ставлення до товару 4) Інформованість про товар 5) Інтенсивність споживання товару	1) Зменшення власного вуглецевого сліду, органічне землеробство, зменшення забруднення ґрунту 2) Зниження стресу рослин під час росту і позитивний вплив на агрохімічні, фізико-хімічні та біологічні характеристики ґрунту. Зменшення кількості добрив за рахунок вищої ефективності в порівнянні з мінеральними. 3) Товар не є популярним у загальних колах 4) Низька інформованість людей про наявність товарів такого типу, проте спрямованість світу на органічне землеробство та зменшення вуглецевого сліду призводить до стрімкої популяризації продукту. 5) Середня інтенсивність споживання.
Характеристика споживача	
1) Вік 2) Склад сім'ї 3) Рівень доходу 4) Етап життєвого циклу сім'ї традиції	1) Неважливий 2) Неважливий 3) Неважливий 4) Неважливий

Продовження таблиці 7.10

Співвідношення бажання придбати і цінової межі («місячний дохід – вартість одиниці товару»)	Середній місячний дохід в Київській області – 14 тис. грн, вартість 1 кг – 5 грн
За інтенсивністю споживання товару	
<ul style="list-style-type: none"> • Разове придбання • Періодичне придбання • Систематичне придбання 	Систематичне придбання
За інформованістю	
<ul style="list-style-type: none"> • Самоосвіта • ЗМІ • Спеціальні джерела 	Самоосвіта, спеціальні джерела
2. Юридична особа	
1. Форма власності (державна, приватна, колективна, комунальна, змішана, тощо)	Приватна або колективна власність
2. КВЕД	01.1 Вирощування однорічних і дворічних культур 01.2 Вирощування багаторічних культур 01.3 Відтворення рослин
3. За потужністю (малі, середні, великі)	Малі, середні та великі
4. За рівнем спеціалізації (вузькопрофільні, багатoproфільні, комбіновані)	Комбіновані
5. За географічним розташуванням	Вся Україна
6. За характером господарської діяльності (промислові, сільськогосподарські, транспортні, будівельні, фінансово-кредитні, страхові, туристичні, тощо)	Сільськогосподарська діяльність
7. За організацією виробничих процесів (періодичні, безперервні)	Періодичні, безперервні
8. За роботою протягом року	Сезонні, позасезонні

7.4 Розрахунок ціни інноваційної пропозиції на ринку

Витратний метод

Цей метод забезпечує розрахунок ціни на продукцію шляхом додавання до собівартості виробництва мінімального розміру прибутку. Приймаємо надбавку 5 % від собівартості та очікувану собівартість готового продукту – 4033 грн за 1 т. $C = C + \%П = 4033 + 5\% = 4033 + 202 = 4235$ грн/т.

де C – ціна одиниці товару, грн/т, C – собівартість одиниці, грн/кг, $\%П$ – відсоток прибутку, $\%П = 5\%$.

Параметричний метод

$$Ц_{\text{нovoї моделі}} = Ц_{\text{базової моделі}} \times \frac{\text{Балова оцінка нової моделі}}{\text{Балова оцінка базової моделі}}$$

де $Ц_{\text{нovoї моделі}}$ – ціна нового товару; $Ц_{\text{базової моделі}}$ – ціна аналогу (приймаємо 6500 грн/т, як середню ціну за тонну біогумусу).

Таблиця 7.11 – Дані про визначення ціни параметричним методом.

Продукт	Параметри						Ціна
	1		2		3		
	бали	Коефіцієнт вагомості	бали	Коефіцієнт вагомості	бали	Коефіцієнт вагомості	Одного балу=2631
Аналог	1,3	0,2	1,95	0,3	3,25	0,5	6500
Новий	1,5	0,2	2	0,3	3,5	0,5	6972

Конкурентний метод

Проаналізувавши аналогічні вироби на ринку та їх ціни, було вирішено взяти середню поміж цих варіантів ціну. Біогумус планується продавати за вартістю 6900 грн за т.

Таблиця 7.12 – Відомості про ціни конкурентів

Назва підприємства	Ціна, грн/т	Країна виробника
ТОВ Агрохімпак	9 000	Україна
Екостратегія	4400	Україна
Кобьярин	7300	Україна

Метод безбитковості

Точка безбитковості – стан, коли ціна за одиницю продукції дорівнює її собівартості. Прибуток в точці безбитковості дорівнює 0. Тоді, ціна за методом точки безбитковості становить (собівартість проекту порахована в таблиці 7.18):

$$Ц_{\text{т.б.}} = C = 4033 \text{ грн/т.}$$

Якщо встановити ціну за проект більшу ніж 4033 грн/т. – стартап приносить прибуток в розмірі $П = Ц - C$.

Також даний метод зводиться до визначення точки безбитковості виробництва такого обсягу продукції, при реалізації якого досягається

нульовий результат, тобто підприємство не отримує прибутку, але й не зазнає збитків.

Зобразимо дану точку графічно, для цього скористаємось таблицею 7.13.

Таблиця 7.13 – Вхідні дані для розрахунку точки беззбитковості

Обсяг випуску біогумусу, т	1000	2000	3000	4000	5000
Постійні витрати, грн	6096435	6096435	6096435	6096435	6096435
Змінні витрати, грн	2813582	5627163	8440745	11254326	14 067 908
Загальні витрати, грн	8910017	11723599	14537180	17350762	20164343
Загальний дохід, грн	4235000	8470000	12705000	16940000	21175000
Чистий дохід, грн	-4675017	-3253599	-1832180	-410762	1010656

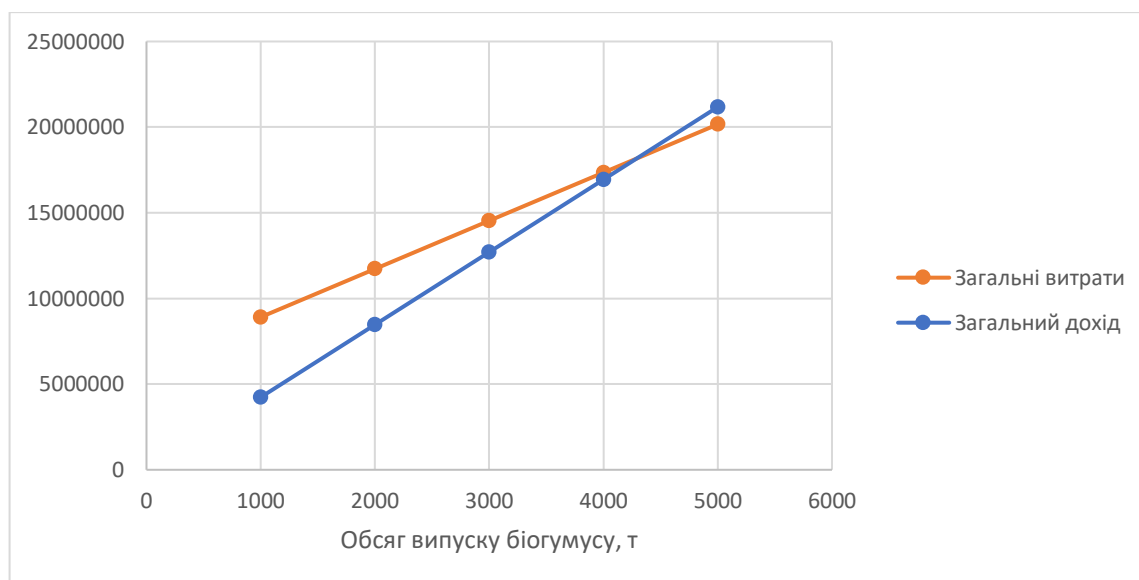


Рисунок 7.2 – Графік беззбитковості

Як видно з рисунку 7.2 мінімальний обсяг біогумусу, який потрібно виготовити, щоб досягти точки беззбитковості (приймаємо заплановану ціну 4 235 грн/т) становить близько 4300 т.

Калькуляцію собівартості проводимо з врахуванням етапів процесу розробки і виробництва.

Таблиця 7.14 – Забезпеченість стартап-проекту основними засобами

Місце ОЗ у технологічному процесі	Назва ОЗ	Повна початкова вартість ОЗ	Плановий період експлуатації ОЗ, років	Очікуваний постачальник	Джерело фінансування придбання
Стадії допоміжних робіт	Збірник	96 000 грн	5	“ПРОМВИТ”	Фінансові інвестиції, початковий капітал, прибуток
	Теплообмінник	180 000 грн	5	“ПРОМВИТ”	
	Фільтраційні блоки підготовки повітря	131 905 грн	5	“Поленергокомплекс”	
	Ресивер	21 300 грн	10	“Поленергокомплекс”	
	Компресор	98 800 грн	5	“Поленергокомплекс”	
	Реактор з мішалкою	35 000 грн	7	“ХімМікс”	
Стадії основного технологічного процесу	Реактори для компостування	2 275 000 грн	5	Власна збірка	
	Камери для компостування	1 450 000 грн	5	Власна збірка	
	Датчики для вимірювання вологості	40 000 грн	5		
	Датчики для вимірювання рН	19 200 грн	5		
	Датчики для вимірювання температури	8 700 грн	5		
	Барабанна сушарка	500 000 грн	5	«Hydromarket»	
Всього:	4 855 905 грн			Амортизаційні відрахування:	958 765,3грн

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Таблиця 7.15 – Амортизаційні відрахування підприємства

Назва об'єкту	Вартість, грн	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн/рік
1. Будівлі та споруди			
Два виробничих приміщення та складське приміщення	6 500 000	5	1 300 000
2. Нематеріальні активи			
Ліцензія на виробництво органічних добрив	10 000	5	2 000
Всього	6 510 000		1 302 000

Загалом річна сума амортизаційних відрахувань компанії дорівнює 3 865 680 грн.

Таблиця 7.16 – Забезпеченість стартап-проекту оборотними фондами (ОбФ)

Група ОбФ	Назва	Норма витрат на рік	Ціна, грн	Очікуваний постачальник	Джерело фінансування
Сировина та матеріали	Гній ВРХ	13870 т	0	З власного фермерства	Фінансові інвестиції, початковий капітал, прибуток
	Солома	3467,5 т	1 733 950	ТОВ «Відродження-Агроекспорт»	
	Вермикультура	2 т	100 000	«Кобьярин»	
	Поліетиленові пакети на 5, 10 та 50 л	400 000 шт	4 000 000	Поліграфічна компанія Тріада-М	
Енергозабезпечення	Паливо	135 000 л	5 400 000	Amic Energy	
	Електроенергія	100 400 кВт·год	273 958	АТ Хмельницькобленерго	
	Водопостачання	110 000 м ³	2 560 000	КП Славутське УВКГ/Славутський водоканал	
Всього:			14 067 908		

Таблиця 7.17 – Забезпеченість стартап-проекту трудовими ресурсами

Категорія кадрів	Назва посади	Кількість персоналу за списком	Кваліфікаційні вимоги	Плановий рівень заробітної плати		
				За місяць на 1 працівника, грн	Всього за місяць, грн	Всього за рік, грн
Керівники	Директор	1	Висока кваліфікація	25 000	25 000	300 000
	Головний інженер-технолог	1	Висока кваліфікація	20 000	20 000	240 000
Спеціалісти	Бухгалтер	1	Висока кваліфікація	16 000	16 000	192 000
	Інженер-лаборант	8	Висока кваліфікація	15 000	120 000	1 440 000
	Завідуючий складом	1	Висока кваліфікація	14 000	14 000	168 000
	Електрик	2	Висока кваліфікація	15 000	30 000	360 000
	Пакувальник-укладальник	1	Некваліфіковані	11 000	11 000	132 000
	Вантажник	2	Некваліфіковані	13 000	26 000	312 000
Всього:					3 144 000	
Соціальні відрахування до пенсійного фонду (22%):					691 680	
ФОП _{заг.} :					3 835 680	

Таблиця 7.18 – Калькуляція річної собівартості виготовлення стартап-продукту.

№ п/п	Показник	Вартість на рік, грн	Вартість на тонну продукції, грн/т
1	Оборотні засоби (ОбЗ)	14 067 908	2813,58
2	Амортизаційні відрахування	2 260 755,3	452,15
3	ФОП _{заг.}	3 835 680	767,14
4	Собівартість виробництва	20 164 343,3	4033

Таблиця 7.20 – Карта бізнес-процесів виконання стартап-проекту.

Стадія реалізації стартап проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу	Верхня межа фінансових витрат
Розробка ідеї стартапу	Аналіз глобального ринку біогумусу та вітчизняного ринку;	Інформаційні та трудові ресурси (головний технолог-інженер, директор)	1,5 місяці	150 000 грн
	Патентний пошук вдосконалених технологій вермикомпостування, що дасть змогу отримати продукт високої якості; аналіз нових наукових робіт щодо покращення продуктивності дощових черв'яків;			
	Визначення планового обсягу виробництва;			
	Пошук надійних та доступних постачальників необхідної сировини і матеріалів;			
	Проектування плану виробництва			
Реалізація ідеї	Пошук інвесторів, закупка обладнання та устаткування, сировини та необхідних матеріалів;	Обладнання, сировина, матеріали, капітал, трудові ресурси	4 місяці	3 237 025 грн
	Навчання персоналу;			
	Розрахунок потужності виробництва;			
	Реєстрація підприємства та підготовка необхідних документів			
Впровадження у виробництво	Установка необхідного обладнання, устаткування та під'єднання комунікацій;	Трудові ресурси, капітал, матеріали, сировина, обладнання	5 місяці	7 678 048 грн
	Виконання працівниками закріплених за ними обов'язків;			
	Здійснюється поетапний контроль основних параметрів процесу виробництва; проводиться кінцевий контроль якості			

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

	готового продукту;			
Масова реалізація	Масове виробництво біогумусу; розширення потужностей виробництва; продаж біогумусу країнам Африки та Близького сходу та роздрібна торгівля; залучення інвесторів для збільшення річного обсягу продукції;	Капітал, сировина, трудові ресурси,	9 місяців	5 500 000 грн

Кадрові потреби стартап-проекту на кожному етапі процесу виробництва представлено у таблиці 7.21.

Таблиця 7.21. Системний аналіз бізнес-процесів стартапу.

Функції	Елементи							
	Директор	Бухгалтер	Головний інженер-технолог	Завідуючий складом	Інженер-лаборант	Електрик	Вантажник	Пакувальник-укладальник
Аналіз глобального ринку біогумусу	+		+					
Оцінка ринку та рентабельності впровадження виробництва	+	+	+					
Патентний пошук вдосконалених технологій та аналіз нових наукових робіт			+					
Пошук інвесторів проекту	+							
Пошук постачальників сировини і матеріалів	+							
Пошук фірм для закупівлі обладнання	+		+					
Аналіз потенційних конкурентів		+						
Проектування плану виробництва			+			+		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Продовження таблиці 7.21

Розробка технологічних процесів			+					
Закупка технологічного обладнання та устаткування, сировини та необхідних матеріалів	+		+			+		
Реєстрація підприємства	+							
Навчання персоналу	+		+					
Розрахунок потужності виробництва			+					
Перевірка повноти забезпечення виробництва ресурсами	+		+					
Управління фінансами		+						
Установка обладнання та під'єднання комунікацій			+			+		
Проведення основного технологічного процесу			+	+	+			
Обслуговування обладнання та устаткування					+			
Постадійний контроль основних параметрів процесу виробництва			+					
Кінцевий контроль якості готового продукту					+			
Укладання та пакування продукції							+	+
Відвантаження упакованої продукції							+	

7.6 Оцінка ризиків та страхування розробки

Таблиця 7.22 – Ризики проекту

Ризики	Суть ризику	Ймовірність настання	Вплив на результат	Можливі методи страхування
Операційні	1. Витрати, пов'язані з можливими помилками співробітників, шахрайством, недостатньою кваліфікацією персоналу;	що із 1. Низька 2. Низька 3. Низька	1. Середній 2. Низький 3. Середній	Системи штрафів, інструктажі по охороні праці, конференції та тренінги по підвищенню класифікації працівників, забезпечення обміну досвідом із

	2. Стихійні лиха, пожежі тощо; 3. Витрати, які обумовлені недосконалістю технологій			закордонними виробниками біогумусу
Фінансові	1. Брак необхідних для реалізації інноваційних проектів коштів, погіршення фінансового стану підприємства; 2. Неправильний вибір джерел фінансування	1. Середня 2. Середня	1. Високий 2. Високий	Резервування 5% прибутків на покриття непередбачуваних витрат, оформлення страховки на підприємницькі ризики
Маркетинговий	Неефективний підбір відповідних маркетингових стратегій пропагування та впровадження інновацій	Низька	Середній	Залучення рекламних платформ для просування продукту, створення веб-сторінок в соціальних мережах
Ризики помилкового вибору інноваційних проектів	1. Помилково оцінені перспективи положення підприємства на ринку, його фінансова стійкість; 2. Переоцінена значимість товару для споживача	1. Середня 2. Середня	1. Високий 2. Середня	Поглиблене ознайомлення з подібними проектами, залучення до розробки проекту компетентних партнерів та консультантів
Ризик невиконання господарських договорів	1. Відмова партнера від укладання договору після проведення переговорів; 2. Укладання договорів на не вигідних умовах; 3. Укладання договорів з неплатоспроможними партнерами; 4. Невиконання партнерами договірних зобов'язань у строк	1. Низька 2. Низька 3. Низька 4. Низька	1. Середній 2. Середній 3. Середній 4. Середній	Укладання договорів з можливим подальшим корегуванням, перевірка партнерів на платоспроможність
Економічний	Поява конкурентів на ринку	Середня	Середня	Вихід на іноземний ринок, покращення якостей товару, зниження ціни

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Ризики управління персоналом	1. Неправильний підбір кадрів 2. Неспроможність штатних працівників підприємства самостійно реалізувати інноваційний проект	1. Низька 2. Низька	1. Середній 2. Високий	Заздалегідь підготувати співбесіду, залучення кваліфікованих працівників, автоматизація процесу для максимального виключення людського фактору
Політичний	Неможливість постачання іноземних компонентів (каліфорнійських черв'яків)	Низька	Низький	Пошук альтернативних постачальників компонентів, одноразова закупівля з подальшим розведенням самим
Продуктовий	Неефективний підбір відповідних технологій, постачальників ресурсів, підрядників	Низький	Середній	Залучення до реалізації інноваційного проекту кваліфікованого підрядника

*Низький – менше 5%, середній – 5 - 10%, високий – більше 10%.

Планується здійснити такі види страхування:

1. Договір на закупку та налаштування обладнання та сировини необхідної для реалізації проекту.

2. Власної фірми від впливу різних несприятливих факторів (пожежа, відключення електроенергії і ін.)

3. Різні соціальні страхування співробітників підприємства.

Отже, в рамках даного стартап-проекту розглянуто можливість виробництва органічних добрив (біогумусу) шляхом утилізації органічних відходів тваринництва дощовими черв'яками. Добриво можна використовувати для усіх видів сільськогосподарських культур, з метою підвищення врожайності, отримання екологічно чистої продукції, а також з метою відновлення ґрунтів.

Головним фактором успіху цієї ідеї є необхідність забезпечення якісним, ефективним та екологічним добривом галузь рослинництва нашої країни. Також важливим питанням в Україні є відновлення родючості ґрунту, що також забезпечується біогумусом.

В розділі розглянуто основні загрози, можливості та ризики, що можуть будь-яким чином вплинути на діяльність проектного

підприємства та обрано оптимальні методи управління ризиками, проаналізовано конкурентні переваги продукту власного виробництва та проведено порівняння з аналогами, що присутні на українському ринку.

Проект також передбачає оцінку потенційних споживачів на основі опитування.

Запропонована ціна стартап-продукту становить 6900 грн/т біогумусу здатна покрити усі витрати на його виробництво і забезпечити доволі високий рівень прибутку підприємству. Рентабельність впровадження технології згідно розрахунків становить 71%, а період повернення капіталовкладень – 1,77 років.

					<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>	88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

Усі роботи з одержання вермикомпосту повинні проводитись відповідно до внутрішніх стандартів у галузі промислової безпеки та охорони праці.

При контролі вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони підприємство може керуватись: ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007, наказом від 23.02.2000 № 30 (список № 4), а викиди шкідливих речовин в атмосферу не повинні перевищувати гранично допустимих викидів, встановлених документом: «ГІГІЄНІЧНІ РЕГЛАМЕНТИ. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць», затверджені наказом МОЗ України від 14.01.2020 № 52.

Контроль рівня шуму та вібрації повинен здійснюватися відповідно до вимог ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» та ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації».

Як індивідуальні засоби захисту рекомендується використовувати:

- респіратори (ДСТУ ГОСТ 12.4.041:2006);
- рукавиці (ДСТУ ГОСТ 12.4.129:2004);
- спецодяг (ДСТУ ГОСТ 12.4.129:2004);
- спецвзуття (ДСТУ ГОСТ 12.4.129:2004).

Робочі місця повинні задовольняти вимоги охорони праці НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників», НПАОП 0.00-7.14-17 «Вимоги безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання»: повинні бути ліквідовані протяги, виділення пилу, шкідливих газів і диму, вібрація

МД ББз11 02 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
<i>Розроб.</i>		<i>Дзюбіт О. А.</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Жукова В. С.</i>		
<i>Р. оцenz.</i>				
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>		<i>Жукова В. С.</i>		
<i>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ</i>				
			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
				89
			<i>Акрушід</i>	
			96	
КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп				

Екологічний захист гідрологічної системи території включає повне виключення технологічних зливів води у водоймища, річки та ґрунтові води. Основними заходами щодо охорони водних ресурсів є:

- розміщення майданчиків для стоянки техніки та здійснення технологічного процесу за межами водоохоронних зон водотоків;
- будову твердого покриття технологічного майданчика;
- організація збору та відведення поверхневого стоку;
- оснащення робочих місць та промислових майданчиків контейнерами для побутових та промислових відходів;
- організація екологічного моніторингу з метою оцінки стану ґрунтових вод, прогнозу стану довкілля виходячи з отриманої інформації.

Підстилковий гній та компост мають зберігатись на майданчиках з твердим покриттям з гідроізоляцією, що унеможлиблює фільтрацію гнійних стоків в ґрунт і ґрунтові води.

					<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>	92
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В дисертації розроблено технологію вермикомпостування органічних відходів тваринництва, а саме підстилкового гною ВРХ.

Шляхом дослідження існуючих методів промислового вермикомпостування та розробки проєкту було досягнуто поставленої мети та завдань дисертації:

- проаналізовано та наведено основні характеристики органічних відходів тваринництва, а саме підстилкового гною ВРХ, як сировини для вермикомпостування;
- наведено характеристику біологічного агенту, визначено оптимальні та інгібуючі параметри для життєдіяльності *E. fetida*: оптимумом температури та рН навколишнього середовища становлять 25 - 28 °С та 7 відповідно, вологість 80-85%, вміст аміаку в субстраті не має перевищувати 1 мг/г;
- обґрунтовано вибір технології вермикомпостування на основі проведеного аналізу існуючих промислових методів вермикомпостування. Для вермикомпостування підстилкового гною ВРХ було обрано технологію з попереднім компостуванням гною в ферментаційній камері впродовж 12 діб;
- описано біохімічні процеси, що відбуваються при вермикомпостуванні та наведено характеристику біогумусу, що утворюється в процесі вермикомпостування органічних відходів тваринництва;
- розроблено технологічну та апаратурну схеми вермикомпостування гною ВРХ та схему автоматизації стадії висушування

					МД ББз11 02 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Дзюбій О. А.			Лит.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Жукова В. С.			93	103			
Реценз.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп				
Н. Кантр.				ВИСНОВКИ					
Затверд.		Жукова В. С.							

біогумусу на форматі А1;

- Розраховано основне та допоміжне обладнання. Для забезпечення переробки підстилкового гною ВРХ з фермерства на 1000 голів худоби за допомогою дощових черв'яків згідно з технологічними розрахунками потрібно встановити 10 ферментаційних камер компостування та 13 реакторів безперервної дії для вермикомпостування довжиною 40 м та робочою глибиною 1 м;

- розроблено та описано стартап-проект отримання біогумусу з відходів тваринництва, собівартість якого становить 4033 грн/т.

- наведено заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища.

					<i>МД ББз11 02 ПЗ</i>	94
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кількість сільськогосподарських тварин. Архів 2022. URL: http://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/ksgt/arh_ksgt2022_u.html.
2. Vermicomposting of livestock manure as affected by carbon-rich additives (straw, biochar and nanocarbon): A comprehensive evaluation of earthworm performance, microbial activities, metabolic functions and vermicompost quality / Y. Cao et al. *Bioresource Technology*. 2021. Vol.320. P. 124404. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124404>.
3. Максимова С. Л. Методические рекомендации по переработке органических отходов при помощи дождевых навозных червей | Ecoidea.me. URL: <https://ecoidea.me/ru/media/2981>.
4. Manure management and soil biodiversity: Towards more sustainable food systems in the EU / J. Köninger et al. *Agricultural Systems*. 2021. Vol. 194. P. 103251. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103251>.
5. Kumar R. R., Park B. J., Cho J. Y. Application and environmental risks of livestock manure. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 2013. Vol.56, no.5. P.497–503. DOI:<https://doi.org/10.1007/s13765-013-3184-8>.
6. Edwards C. A., Arancon N. Q., Sherman R. L. Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes, and environmental management. Boca Raton, Fla : CRC Press, 2010. 601 с.
7. Сенчук М. М. Технологічне проектування в органічному виробництві: Навчально-методичний посібник для самостійної роботи та практичних занять студентів агробіотехнологічного факультету. Біла Церква, 2020. 94 с.

МД ББз11 02 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Разроб.		Дзюбій О. А.		
Перевір.		Жукова В. С.		
Реценз.				
Н. Кантр.				
Затверд.		Жукова В. С.		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ				
			Лит.	Арк.
			95	103
КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп				

8. Біоконверсія органічних відходів: теорія і практика/ М. С. Слободяник та ін. Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2015. 208 с.: іл. ISBN 978-617-640-230-5.
9. Природоохоронні біотехнології: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія», освітньої програми «Біотехнології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. Ю. Козар, О.Я. Боровик Електронні текстові дані (1 файл: 0,2 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 55с.
10. Assessment of a Cattle Manure Vermicomposting System Using Material Flow Analysis: A Case Study from Uganda / Jjagwe та ін. *Sustainability*. 2019. Т. 11, № 19. С. 5173. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11195173>.
11. ДСТУ 4884:2007. Добрива органічні та органо-мінеральні. Терміни та визначення понять. Вид. офіц. Київ, 2007. 88 с.
12. Suppression of Arthropod Pests and Plant Parasitic Nematodes by Vermicomposts and Aqueous Extracts from Vermicomposts. *Vermiculture Technology*. 2010. С. 232–257. DOI: <https://doi.org/10.1201/b10453-19> .
13. Sun Z., Jiang H. Nutritive Evaluation of Earthworms as Human Food. *Future Foods*. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.70271>.
14. Siyun Ding, Xiting Lin, Sanger He. Earthworms: A Source of Protein. *Journal of Food Science and Engineering*. 2019. Vol. 9, no. 5. DOI: <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2019.05.001>.
15. Mohanta K. N., Subramanian S., Korikanthimath V. S. Potential of earthworm (*Eisenia foetida*) as dietary protein source for rohu (*Labeo rohita*) advanced fry. *Cogent Food & Agriculture*. 2016. Vol. 2, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1138594>.
16. Earthworm as a potential protein resource / S. Zhenjun et al. *Ecology of Food and Nutrition*. 1997. Vol. 36, no. 2-4. P. 221–236. DOI: <https://doi.org/10.1080/03670244.1997.9991517>.

17. Phylogenetic species delimitation of the earthworms *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* Bouché, 1972 (Oligochaeta, Lumbricidae) based on mitochondrial and nuclear DNA sequences / M. Pérez-Losada et al. *Pedobiologia*. 2005. Vol. 49, no. 4. P. 317–324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2005.02.004>.
18. Latif R., Malek M., Csuzdi C. When morphology and DNA are discordant: Integrated taxonomic studies on the *Eisenia fetida/andrei* complex from different parts of Iran (Annelida, Clitellata: Megadrili). *European Journal of Soil Biology*. 2017. Vol. 81. P. 55–63.
19. The existence of fertile hybrids of closely related model earthworm species, *Eisenia andrei* and *E. fetida* / B. Plytycz et al. *PLOS ONE*. 2018. Vol. 13, no. 1. P. e0191711. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191711>.
20. Domínguez J., Velando A., Ferreiro A. Are *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* (Oligochaeta, Lumbricidae) different biological species?. *Pedobiologia*. 2005. Vol. 49, no. 1. P. 81–87.
21. Das S., Goswami L., Bhattacharya S. S. Vermicomposting. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. 2020. C. 79–102. DOI: <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-64309-4.00003-9>.
22. Singh J. Role of Earthworm in Sustainable Agriculture. *Sustainable Food Systems from Agriculture to Industry*. 2018. P. 83–122.
23. Прикладная экобиотехнология : навч. посіб. / А. Е. Кузнецов та ін. 4-те вид. Москва : Лаборатория знан., 2020. Т. 1. 672 с.
24. State-of-the-Art and New Perspectives on Vermicomposting Research. *Earthworm Ecology*. 2004. P. 415–438.
25. Munroe, G. (2007) Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture. Publication of Organic Agriculture Centre of Canada, Nova Scotia.”
26. ДСТУ 7527:2014 Послід птиці.
27. Edwards C. A. *Earthworm Ecology*. Taylor & Francis Group, 2004. 456 с.

28. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве / Н.М. Городницкий, И.А. Мельник, М.Ф. Повхан и др. К.: Урожай, 1990.-256 с.
29. Technika pro zpracování odpadů II : підручник / P. JUNGA та ін. Mendelova univerzita v Brně, 2015. 154 с.
30. Biological Waste Treatment / W. Bidlingmaier та ін. *Orbit science*. DOI: <https://www.orbit-online.net/index.php/students/biological-waste-treatment>.
31. Eliot E. The Science of Composting. CRC Press, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780203736005>.
32. Earthworms Building Up Soil Microbiota, a Review / R. M. Medina-Sauza та ін. *Frontiers in Environmental Science*. 2019. Т. 7. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00081>.
33. Changes in physico-chemical, microbiological and biochemical parameters during composting and vermicomposting of coal fly ash: a comparative study / Z. Usmani et al. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2018. Vol. 16, no. 8. P. 4647–4664.
34. S. Suthar and S. Singh. Vermicomposting of domestic waste by using two epigeic earthworms (*Perionyx excavatus* and *Perionyx sansibaricus*). *Int. J. Environ. Sci. Technol.*. 2008. Vol. 5, no. 1. P. 99–106,.
35. Garg P., Gupta A., Satya S. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. *Bioresource Technology*. 2006. Vol. 97, no. 3. P. 391–395.
36. Alef K, Nannipieri P, Cepeda CT. Phosphatase activity. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. 1995, pp 335–344.
37. Sinha R. Organic Farming by Vermiculture: Producing Safe, Nutritive and Protective Foods by Earthworms (Charles Darwin’s Friends of Farmers). *American Journal of Experimental Agriculture*. 2011. Vol. 1, no. 4. P. 363–399. DOI: <https://doi.org/10.9734/ajea/2011/519>.

38. Tomati U., Grappelli A., Galli E. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. *Biology and Fertility of Soils*. 1988. T. 5, № 4. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf00262133>.
39. Assessment of selected organic manures and plant growth hormones and their impact on the growth attributes of *Alium cepa* Lin. / V. Stalin et al. *Current Science*. 2006. No. 8. P. 46–51.
40. Monroy F., Aira M., Domínguez J. Reduction of total coliform numbers during vermicomposting is caused by short-term direct effects of earthworms on microorganisms and depends on the dose of application of pig slurry. *Science of The Total Environment*. 2009. Vol. 407, no. 20. P. 5411–5416. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.06.048>.
41. The Effectiveness of Vermiculture in Human Pathogen Reduction for USEPA Biosolids Stabilization / B. R. Eastman et al. *Compost Science & Utilization*. 2001. Vol. 9, no. 1. P. 38–49.
42. Vermicomposting system : patent EP0196887A2 eu : C 05 F 3/06. No. 86302302.4 ; applied on 27.03.1986. 23 p.
43. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : Учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. – 10-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1987. – 576 с.
44. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Процеси і апарати у виробництві будівельних матеріалів» для студентів за напрямом підготовки «Будівництво» за спеціальністю 6.092104 «Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів».

ДОДАТОК А

Таблиця А.1- Специфікація обладнання

Позиція	Позначення, марка	Найменування	Кількість	Маса, кг	Примітка
ЗП-1		Повітрозабірник, висота труби 10 м, діаметр труби 300 мм	1		
Ф-2		Фільтр попереднього очищення повітря запиленістю до 5 мг/дм ³ . Неперервної дії коморкового типу заповнений 12 металічними гофрованими сітками, що змащені маслом. Пилоємність фільтру 200 г/м ² . Ефективність очистки 80%. Питома продуктивність 3000 м ³ /м ² год. Гідравлічний опір – 40 Па. Цикл роботи до регенерації – 70 год	1		

					МД ББз11 02 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Дзюбій О. А.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Жукова В. С.</i>				100	103
<i>Реценз.</i>					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ, ББ-з11мп		
<i>Н. Кантр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Жукова В. С.</i>					
ДОДАТОК А							

Продовження таблиці А.1

П-3	Dnipro-M AC-50 V	Компресор повітряний. Продуктивність на вході – 420 м ³ /хв. Робочий тиск 0,8 МПа. Потужність електродвигуна 2200 кВт.	1		
К-4	ПНП 211-202М-01УХЛЗ	Калорифер парового типу. Призначений для нагрівання повітря.	2		
Т-5	ТУ 3612-014-00220302-99	Теплообмінник типу «труба в трубі». Площа поверхні теплообміну 15 м ² .	1		
Д-6		Об'ємно-ваговий дозатор для водопровідної води.	1		
Д-7		Об'ємно-ваговий дозатор для крейди.	1		
Р-8	ВВЕ	Реактор для приготування суспензії крейди, місткість 10 м ³ . Механічне перемішування турбінною мішалкою, працює при атмосферному тиску.	1		
ПС-9	TOMASSER® RB45	Подрібнювач соломи. Розміри подрібнювача ДхШхВ 3,8х2,0х2,7м. Продуктивність до 3,3 т/год. Встановлена потужність 46,5 кВт.	1	1360	Збірний

Продовження таблиці А.1

КН-10	HELI HL956II	Ковшовий навантажувач. Номінальна вантажопідйомність – 5000 кг. Номінальний об'єм ковша – 3 м ³ . Розміри (Д*Ш*В) - 8206x3024x3400.	1	16 600	
ТД-11	ЛТ-4-600	Стрічковий транспортер-дозатор	1		Збірний
ШЗ-12		Двошнековий змішувач конструкції ННЦ «ІМЕСГ»	1		
БФ-13		Ферментаційна камера компостування	10		Збірний
Я-14		Дерев'яний ящик. Розміри (Д*Ш*В) - 50 x 50 x 15 см	10		
В-15		Реактор безперервної дії вермикомпостування	13		Збірний
БС-16	DLSG2912/3	Барабанна сушарка. Продуктивність – 120-268 т/добу. Здатність випаровування води – 3 тони/год. Температура сушіння – 150 °С. Довжина барабана – 10000 мм, діаметр барабана – 2200 мм	1		

Продовження таблиці А.1

МД-17		Молоткова шахтна дробарка для біогумусу. Частота обертання вала – 730 об/хв. Продуктивність дробарки коливається у межах 7,7 -14,1 т/год, в залежності від вологості вхідної сировини (W=40 - 50%). Розмір часток компосту на виході – 1-5 мм.	1	5 200	
ВГ-18	ГПТ-42	Вібраційний гуркіт. Розміри поверхні, що просіває: ширина - 1500 мм, довжина – 3500 мм. Продуктивність 850 т/год. Площа поверхні, що просіває, 4,6 м ² . Потужність електродвигуна – 15 кВт.	1		
ПМ-19	Agripack RZ9	Пакувальна машина. Продуктивність – 200-300 т/год	1		
ЕФ-20		Електрофільтр	1		
БЦ-21	ЦБ-25М	Батарейний циклон. Номінальна продуктивність – 14000м ³ /год. Коефіцієнт очищення – 95%	1	2785	