ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

1 МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є вивчення технологій та обладнання для переробки відходів тваринництва, що використовуються в сільськогосподарському виробництві.

2 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Розширені методичні вказівки до виконання лабораторної роботи.

3 ОБСЯГ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В и в ч и т и:

1) біоконверсний комплекс, як система ведення господарства;

2) технологічний регламент процесу анаеробного бродіння безпідстилкового гною;

3) технологічний регламент процесу вирощування зелених кормів на гідропонній установці;

4) технологічний процес регламенту вермікомпостування твердих відходів ферми ВРХ;

5) оснащення для мікробіологічної ферментації;

6) конструкція мікробіологічного реактора з вмонтованим газгольдером;

7) оснащення для гідропонного вирощування зелених кормів;

8) технологічна схема оснащення для вермікомпостування;

9) модуль для виробництва біологічного корму і вермікомпоста.

4 ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ

Студент самостійно виконує весь обсяг роботи, що приведений у третьому розділі методичних вказівок.

5 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

Після виконання роботи, студент оформляє звіт, який складається зі слідуючих даних:

1) найменування, номер і мета роботи;

2) опис біоконверсного комплексу, як системи ведення господарства;

3) опис технологічного регламенту процесу анаеробного бродіння безпідстилкового гною;

4) опис технологічного регламенту процесу вирощування зелених кормів на гідропонній установці;

5) опис технологічного процесу регламенту вермікомпостування твердих відходів ферми ВРХ;

6) опис оснащення для мікробіологічної ферментації;

7) опис конструкції мікробіологічного реактора з вмонтованим газгольдером;

8) опис оснащення для гідропонного вирощування зелених кормів;

9) опис технологічної схеми оснащення для вермікомпостування;

10) опис модуля для виробництва біологічного корму і вермікомпоста.

6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. В чому полягає суть біоконверсного комплексу?

2. В чому полягає суть біотехнології?

3. Назвіть переваги біотехнології?

4. Які процеси відносяться до біотехнологічних операцій утилізації відходів?

5. Етапи технології вермікомпостування і отримання товарного біогумусу?

6. Переваги конструкції модульного мікробіологічного реактора?

7. Переваги конструкції мікробіологічного реактора з вмонтованими газгольдерами і з еластичною мембраною?

8. Переваги конструкції модуля гідропонної установки с несучими накатами і зворотними піддонами?

1 Біоконверсний комплекс, як система ведення господарства

Біоконверсний комплекс - це система господарювання, де виробництво сільськогосподарської продукції організовано максимально біологічними методами з повною конверсією, переробкою і використанням відходів даної системи.

Біоконверсний комплекс є захисною біологічною системою, в якій створені

умови для конверсії вторинної сировини і відходів в повноцінну сільськогосподарську продукцію.

Мета такого комплексу - максимальне виробництво продукції, економніше використання ресурсів навколишнього середовища, а надалі - виробництво екологічно чистої продукції.

В біоконверсному комплексі до 40 % витрат прямує на переробку і утилізацію відходів тваринництва.

Виробництво екологічно чистої продукції тваринництва вимагає екологічно чистих кормів, які можливо отримати тільки із застосуванням біологічно активних органічних добрив. Все це і зумовило необхідність розробки базових біоконверсних технологій утилізації рідких і твердих відходів сільського господарства.

До біотехнологічних технологій відносяться керовані технологічні процеси, які відбуваються за участю мікроорганізмів, рослинних або тваринних кліток, а також ферментів.

Перевага біотехнології полягає у відсутності необхідності застосовувати високі температури і тиск, а також хімічні речовини при реалізації ферментативних реакцій, в безпеці для людини і у відсутності шкідливого впливу на навколишнє середовище. Крім того, біотехнологія порівняно з іншими технологічними процесами має простіше технічне забезпечення.

Виходячи з поняття біотехнології, до біотехнологічних операцій утилізації відходів тваринництва відносяться наступні процеси:

- аеробну ферментацію;
- анаеробну ферментацію;
- вермікультивування;
- вирощування личинок синантропних мух;
- культивування мікроводорослів.

2 Технологічний регламент процесу анаеробного бродіння безпідстилкового гною

Основні технологічні параметри процесу анаеробного бродіння гною:

Режим роботи біореактора	безперервний з періодичним завантаженням і вивантаженням маси
Підготовка гною до бродіння	виділення домішок неорганічного походження; подрібнення великих домішок
Вологість гною, %	92 ±1
Вміст органічної речовини у абсолютно сухій речовині, %	не менше 70
Тривалість бродіння, діб	10
Температура в біореакторі, °С	33 ± 1°
Швидкість перемішування, м/с	не більше 0,5
Тип імобілізаційного апарату	металева або синтетична сітка з отворами 50×50 мм
Ступінь бродіння органічної речовини, %	25-40
Тиск в біогазовій камері, МПа	не більше 0,05
Вид мікроорганізмів	анаеробна фракція, яка належить багатокамерному шлунку ВРХ

3 Технологічний регламент процесу вирощування зелених кормів на гідропонній установці

Технологічний процес вирощування гідропонних зелених кормів (ГЗК) складається з наступних основних послідовних етапів:

- підготовка насінного матеріалу;
- замочування (попереднє пророщування) насінного матеріалу;
- розподіл насінного матеріалу по вегетативній поверхні (посів);
- вирощування зелених проростків;
- збір вирощеної кормової маси, згодовування її тваринам.

Основні технологічні параметри процесу вирощування зелених кормів на гідропонній установці:

Злакова культура	ячмінь, овес, пшениця
Обробка насіння	замочування в 0,01 % розчині марганцевокислого калію або опромінювання ультрафіолетовими променями
Тривалість замочування (пророщування), діб	1-2
Температура проростання, °С	20-22
Рідина для замочування	вода або очищені стоки молочно-доїльного блоку
Температура рідини для замочування, °С	18-20
Освітлення при пророщуванні	рекомендується затемнення
Норма висіву насіння, в кг сухого зерна на 1 $м^2$	4-5
Тип субстрату	смола
Живильний розчин	стоки молочно-доїльного блока
Тривалість вирощування зелених проростків, діб	7-8
Температура повітря в гідропоникумі, °С	20-23
Відносна вологість повітря, %	80-90
Спосіб зрошування	полив
Освітленість в період пророщування, лк	800-1000
Тривалість світлового дня, год.	16-18
Розміщення вегетаційних поверхонь	багатоярусне

4 **Технологічний процес регламенту вермікомпостування твердих відходів ферми ВРХ**

Технологія вермікомпостування і отримання товарного біогумусу складається з наступних етапів:

- приготування субстрату (корма для черв'яків);
- вирощування черв'яків (на відкритих майданчиках і в закритих приміщеннях);
- переробка червокомпосту і отримання товарного біогумусу.

***Основні технологічні параметри процесу підготовки субстрату*:** склад субстрату - гній, солома і інші відходи тваринного і рослинного походження.

Мінеральні добавки (мів, вапно), г/м^3	400
Розміри бурту, м:	
ширина	1,5-2,0
висота	1,5-2,0
довжина	не менше 3,0
Вологість субстрату, %	70-80
Тривалість ферментації, місяців	2-5
Кислотний показник середовища, pH	6,5-7,5

***<u>Основні технологічні параметри процесу вирощування черв'яків на відкритих майданчиках</u>*:**

Розміри бурту, м	
висота	не менше 10
ширина	1,5-2,0
довжина	0,2
Термін дозрівання, діб	5-7
Норма внесення черв'яків з розрахунку на 1 м^2 площі бурту, тис. од.	20
Вологість червокомпосту, %	75-80
Період між підгодівлею черв'яків, діб	10
Товщина шару, що підгодовує, см	5-10
Тривалість одного циклу переробки відходів, діб	60-90

***<u>Основні технологічні параметри процесу вирощування черв'яків в закритих приміщеннях</u>*:**

Оптимальна температура навколишнього середовища, °С	19-25
Вологість субстрату, %	75-80
Норма внесення черв'яків, г/кг субстрату	20-40
Освітленість на поверхні компосту, лк	не більше 10
Витрати води за добу, л/м^2	1,5
Тривалість одного циклу переробки відходів, діб	40-50

***<u>Основні технологічні параметри процесу переробки червокомпоста і отримання товарного біогумусу</u>*:** попередня переробка червокомпоста - видалення твердих включень (дерево, метал) і відділення фракції червокомпоста розміром до 20 мм для подальшої переробки.

Метод видалення черв'яків з компосту	світло і тепло
Освітленість при опромінюванні, лк	100-150
Освітленість після опромінювання, лк	рекомендується повне затемнення
Максимальна температура нагріву компосту, °С	50
Тривалість опромінювання, хв.	5
Температура в зоні переходу черв'яків, °С	15-20
Освітленість в зоні переходу черв'яків, лк	допускається повне затемнення
Тривалість температурного впливу, хв.	40-60
Ступінь відділення черв'яків, %	не менше 90
Вологість біогумусу після сушки, %	40-50
Температура нагріву біогумусу в процесі сушки, °С	не більше 65
Величина фракції біогумусу, мм	до 1; 1-2; 2-3; більше 3.

5 <u>Оснащення для мікробіологічної ферментації</u>

Конструкція модульного мікробіологічного реактора.

Мікробіологічним реактором є циліндровий модульний корпус 3 (рис. 3), місткість якого залежно від поголів'я ферми може бути змінена шляхом модуляції або квазімодуляції (рис. 5).

Модульний корпус 1 (рис. 3) оснащений завантажувальним патрубком 2, вивантажним патрубком 3, зливним патрубком 4 і, патрубком для відведення біогазу 5 і нагрівальними елементами 10. По осі симетрії корпусу 1 розташований рухомий іммобілізатор - змішувач з дисками сітчастого мобілізатора 7, який своєю зовнішньою частиною входить в проміжки контрдисків 8, які нерухомо закріплені на внутрішній поверхні корпусу 1. Рухомий імобілізатор-змішувач 6 оснащений

приводом зворотно-поступального руху 9.

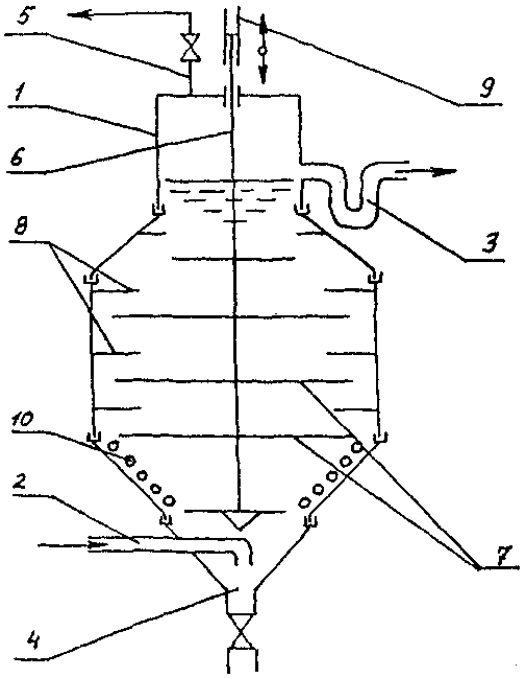


Рисунок 3 – Принципова схема модульного мікробіологічного реактора.

Рухомий імобілізатор-змішувач (рис. 4) складається з троса 1, на якому по висоті жорстко закріплений диск руйнування кірки 2, диски кріплення імобілізаторів 3, внизу - противага 7.

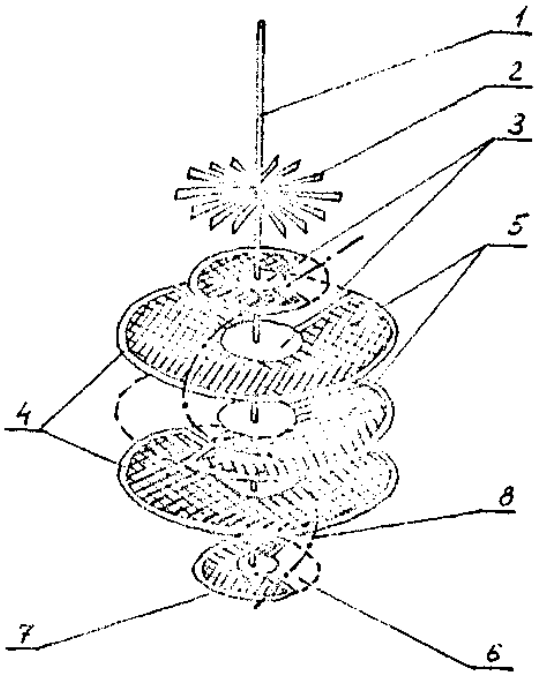


Рисунок 4 - Рухомий імобілізатор-змішувач.

До дискового кріплення імобілізатора 3 прикріплені сітчасті імобілізатори 5 ободами 4. Сітчасті імобілізатори 5 мають сектори проходу маси 6, які створюють гвинтову лінію 8 проходу маси по висоті реактора.

<u>Мікробіологічний реактор працює таким чином.</u> Гомогенізований і заздалегідь підігрітий до температури 40-42°С безпідстилковий гній вологістю (92±1)% подається через завантажувальний патрубок 2 в нижню частину реактора і поступово піднімається по його висоті, омиваючи диски сітчастого імобілізатора.

В анаеробних умовах відбувається метанове бродіння гною, і виділяється біогаз, який відводиться патрубком 5. Перебродженa маса витісняється і вивантажується до межі реактора через патрубок 3. Активна біологічна маса, яка осідає на дисках сітчастого імобілізатора, забезпечує стабільність швидкості ферментації, а подовжній рух імобілізатора-змішувача 6 забезпечує змішування маси, руйнування кірки і видалення надлишку біологічно активної маси. Осад, який утворився в процесі ферментації, періодично віддаляється до межі реактора через зливний патрубок 4.

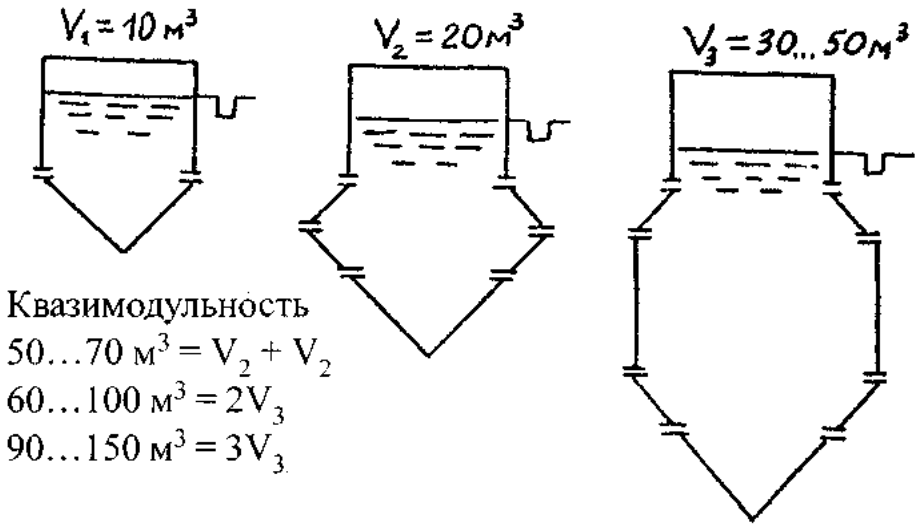


Рисунок 5 - Модульність мікробіологічних реакторів.

<u>Приведена конструкція має наступні переваги:</u>

- модульність, яка дозволяє з однакових конструкційних елементів монтувати реактори різних об'ємів;

- відсутність зон застою при будь-якій формі реактора за рахунок

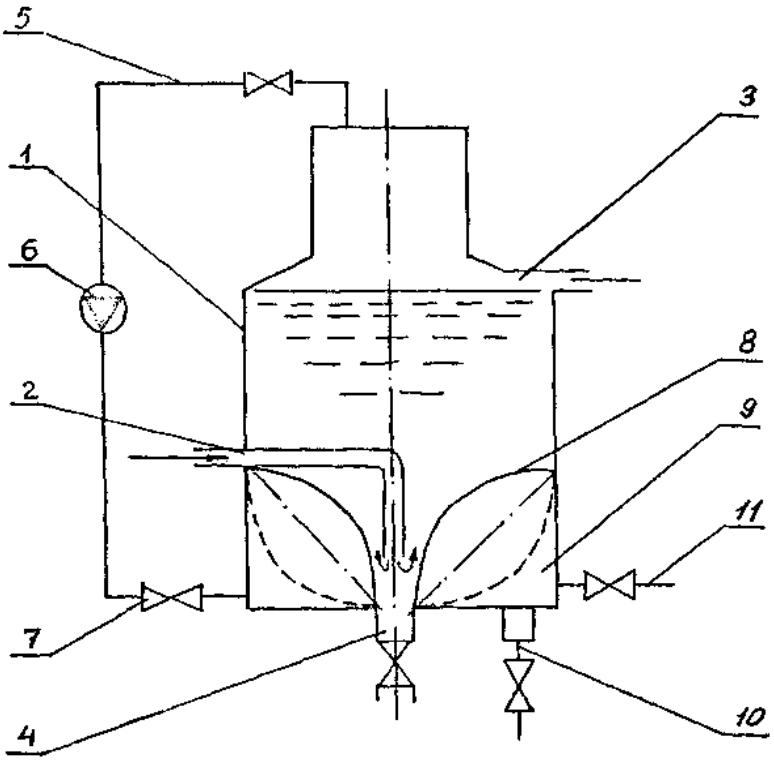
конструкційних особливостей зсуву, який підвищує технологічну надійність;

- неможливість транзитного проходу маси через робочий об'єм реактора, який покращує економічні ;

- зменшення матеріаломісткості змішувача в 12 разів і енергоємності в 1,5-2 рази порівняно з шнековими змішувачами.

6 Конструкція мікробіологічного реактора з вмонтованим газгольдером

Мікробіологічним реактором є циліндровий вертикально-розміщений корпус 1 (рис. 6), який оснащений завантажувальним патрубком 2, вивантажним патрубком 3, зливним патрубком 4, патрубком відведення біогазу 5, компресором 6 із зворотним клапаном 7.



1 - корпус; 2 - завантажувальний патрубок; 3 - вивантажний патрубок; 4 - зливний патрубок; 5 - патрубок відведення біогазу; 6 - компресор; 7 - зворотний клапан; 8 - еластична рухома мембрана; 9 - камера газгольдера; 10 - патрубок зливу конденсату; 11 - патрубок відбору біогазу.

Рисунок 6 - Принципова схема мікробіологічного реактора з вмонтованими газгольдерами і з еластичною мембраною.

В нижньому торці корпусу 1 розміщена еластична рухома мембрана 8, яка має

форму зрізаного перевернутого конуса і жорстко прикріплена до днища корпусу внутрішньої циліндрової поверхні. Еластична мембрана 8 відокремлює в об'ємі корпусу 1 камеру газгольдера 9, яка сполучена з патрубком 5, патрубком відбору біогазу 11 і оснащена патрубком зливу конденсату.

Мікробіологічний реактор працює таким чином.

При проходженні заздалегідь підготовленого безпідстилкового гною через об'єм реактора через патрубки 2, 3 біогаз, який утворився в анаеробних умовах, через патрубок 5 за допомогою компресора 6 подається в камеру газгольдера 9. При цьому еластична мембрана 8 переміщається з нижнього положення у верхнє.

Періодично через патрубок 11 проходить відбір біогазу на технологічні потреби і через патрубок 10 слив конденсату. Таким чином, в процесі експлуатації мембрана 8 постійно змінює своє положення, яке приводить до часткового перемішування маси. Осад, який осідав на мембрану 8, зрушується і періодично видаляється через зливний патрубок 4.

Приведена конструкція має наступні переваги:

- зменшення матеріаломісткості за рахунок розміщення в одному корпусі реактора і газгольдера;
- підвищення вибухонебезпечності.

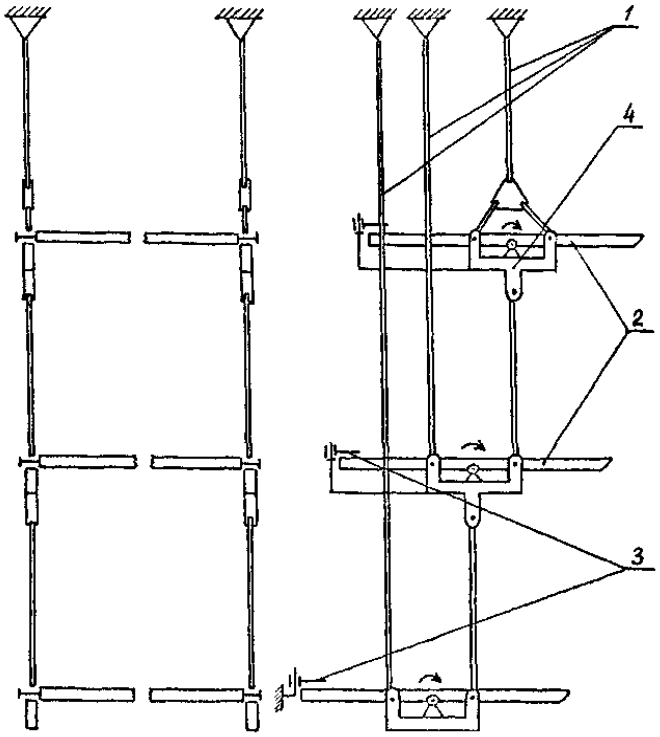
7 Оснащення для гідропонного вирощування зелених кормів

Автоматизовані роторно-конвеєрні установки для гідропонного вирощування зелених кормів на станах молочно-доїльного блоку, призначені для забезпечення вітамінними кормами молочно-товарної ферми на 800 голів. У зв'язку із зміною концепцій подальшого розвитку молочного скотарства в Україні виникла необхідність у виборі і розробці оснащення для молочно-товарної ферми на 75 голів.

За основу для розробки конструкційної схеми гідропонного оснащення вибрана модульна установка для вирощування зелених гідропонних кормів на стоках молочно-доїльного блоку, яка складається з модулів з несучими канатами і

поворотними ложками, системи живлення з пристроєм гідроочищення і системи фітовипромінювання (рис. 7).

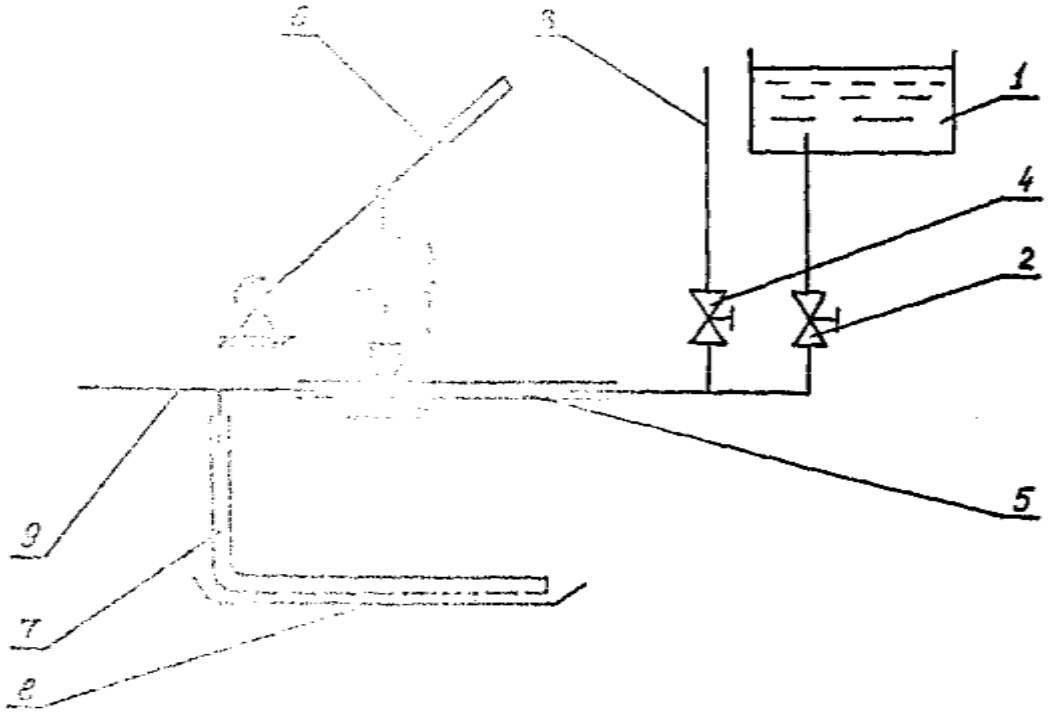
Модуль гідропонної установки (рис. 7) є прикріпленою до несучої балки або стелі конструкції, яка складається з несучих канатів 1 з підвісками 4, на яких закріплені з можливістю звернення гідропонні піддони 2, зафіксовані в горизонтальному положенні фіксаторами 4.



1 – канати; 2 – піддони; 3 - фіксатори; 4 - підвіска.

Рисунок 7 - Принципова схема модуля гідропонної установки с несучими накатами и зворотними піддонами.

Система живлення з пристроєм для гідроочищення (рис. 8) складається з ємкості для живильного розчину, яка сполучена через вентиль 2 з магістральним патрубком системи живлення 9, підключеним через вентиль 4 до патрубка подачі води для промивання з водогону. До магістрального патрубка системи живлення 9 підключені еластичні патрубки з перфорацією 7, які своєю перфорованою частиною розташовані у вегетативних ємкостях (піддонах) 8. Перед еластичними патрубками 7 на магістральному патрубку 9 встановлені еластичні патрубки пристрою гідроочищення з механізмом перетискання 6.



1 - ємкість для живильного розчину; 2 - вентиль живильного розчину; 3 - патрубок подачі води для промивання з водогону; 4 - вентиль; 5 - еластичний патрубок пристрою гідроочищення; 6 - механізм перетискання; 7 - еластичний патрубок з перфорацією; 8 - вегетативна ємкість (піддон); 9 - магістральний патрубок системи живлення.

Рисунок 8 - Принципова схема спрощеної системи забезпечення з пристроєм для гідроочищення.

<u>Принцип роботи модульної установки для вирощування зелених гідропонних кормів.</u>

На піддон 2 (рис. 7), зафіксований в горизонтальному положенні фіксаторами 3, закладають посівний матеріал. Періодично відповідно регламенту проводять полив живильним розчином з ємкості 1 (рис. 8) через еластичні патрубки з перфорацією 7. Для усунення забивання патрубка з перфорацією 7 при підключеному патрубку промивальної води 3 механізмом 6 його перетискають, а потім відпускають еластичний патрубок 5. При цьому проходить очищення перфорації за рахунок явища гідроудару.

По завершенню циклу вирощування піддони 3 (рис. 7) розфіксовуються і за рахунок зміщеного центру повертаються в початкове положення. При цьому проходить зісковзування зеленого гідропонного корму в транспортний засіб.

<u>Розроблена конструкційна схема має наступні переваги</u>:

- модульність, яка дозволяє монтувати в приміщенні будь-якої форми і розміру необхідну кількість піддонів;
- зменшення матеріаломісткості порівняно з установками стелажного або роторно-конвеєрного типу в 10-12 разів;
- зменшення трудомісткості зняття урожаю за рахунок використання поворотних піддонів;
- підвищення технологічної надійності за рахунок використання пристрою для гідроочищення.

8 <u>Технологічна схема оснащення для вермікомпостування</u>

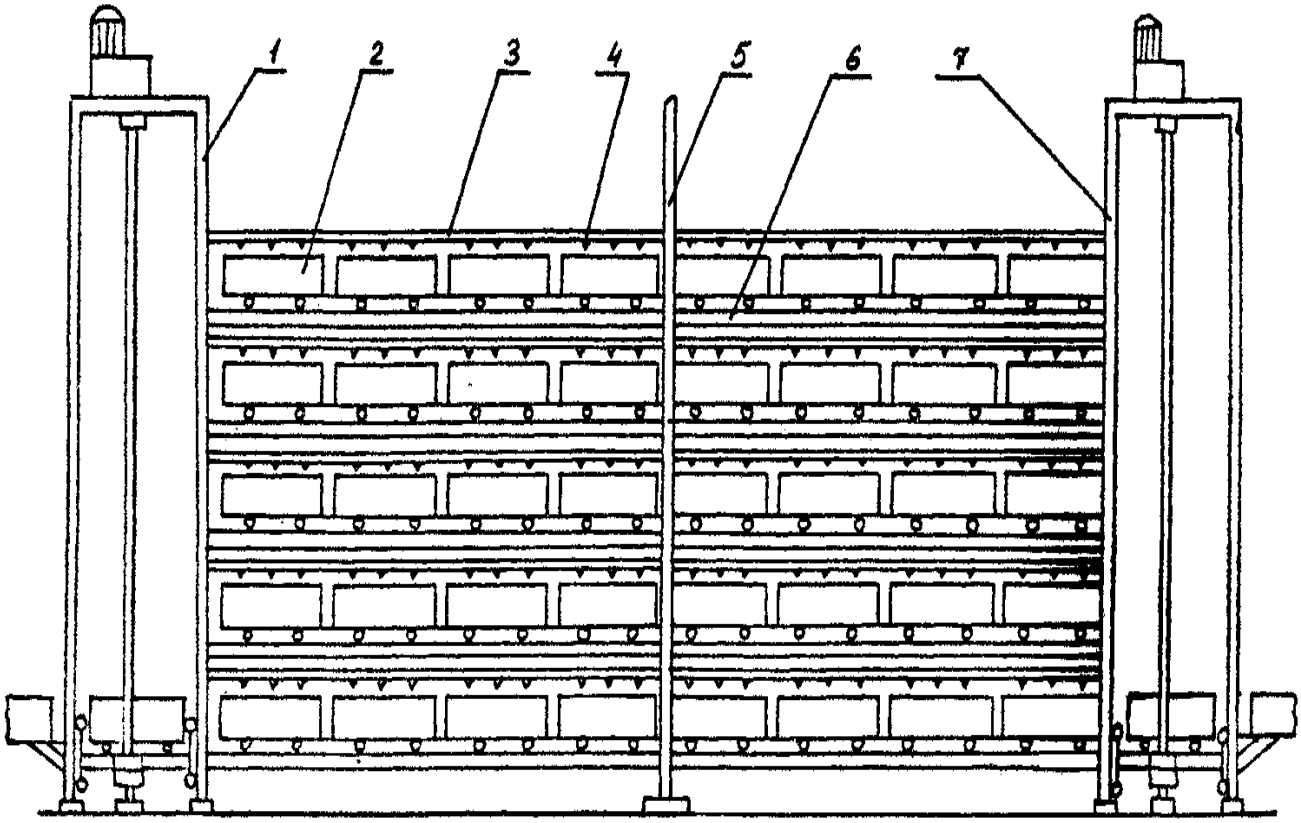
Переробку твердих відходів ферми рекомендується проводити вертікультивуванням в закритих приміщеннях. Ця технологія має ряд переваг над технологією вермікультивування на відкритих майданчиках:

- підвищується продуктивність переробки черв'яками компосту;
- підвищується якість біогумусу;
- з’являється можливість контролювати технологічні процеси;
- високий ступінь механізації і автоматизації.

Недоліком такої технології є значні додаткові енергетичні витрати для обігріву приміщень в холодний період року. Враховуючи те, що переробку рідких відходів проводять анаеробним бродінням, де виходить біогаз, який можна використовувати для обігріву приміщення, це збільшить ефективність виробництва біогумусу.

Верміінкубатор (рис. 9) є багатоярусною системою з рухомими ящиками 2, які мають можливість пересуватися по горизонтальних доріжках 6.

Верміїнкубатор оснащений навантажувачем рухомих ящиків 1, розвантажувачем червокомпоста з ящиків 7, а також водною магістраллю 3 з розпилювачами 4.



1 - навантажувач рухомих ящиків; 2 - рухомий ящик; 3 - водяна магістраль; 4 - розпилювач; 5 - проміжна опора; 6 - доріжка; 7 - розвантажувач компосту з ящиків.

Рисунок 9 - Принципова схема верміінкубатора.

<u>Установка для відділення черв'яків від субстрату</u>

Установка для відділення черв'яків від субстрату (рис. 10) складається з конвеєра 1, у верхній частині якого під перфорованим полотном розташований піддон 2 для збору окремих черв'яків, а під полотном - бункер - дозатор сирого біогумусу 3, освітлювальна камера 4 і термокамера 6. Установка оснащена також бункером нагромадження біогумусу 8, бункером нагромадження черв'яків 9 і теплогенератором 5.

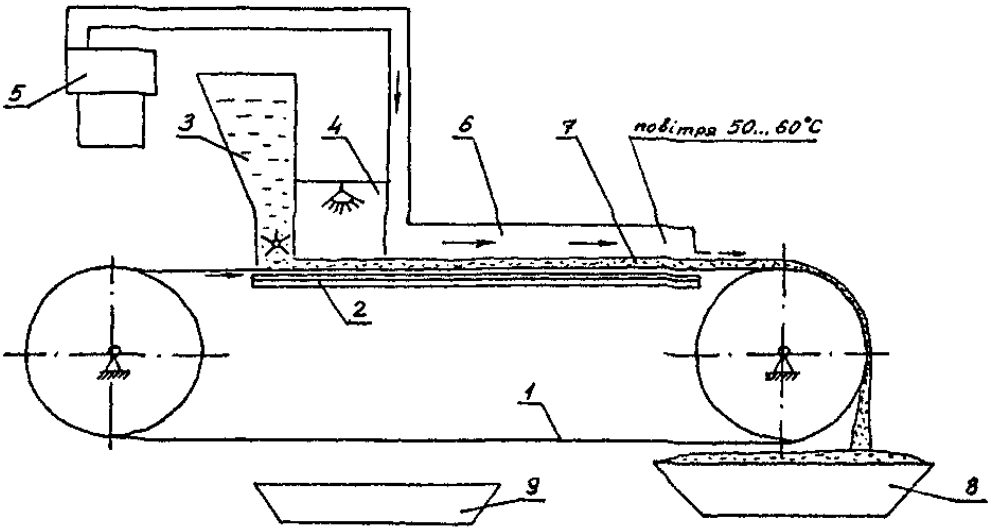
<u>Установка працює таким чином.</u>

Сирий біогумус з бункера-дозатора 3 подається на перфоровану стрічку конвеєра 1 і поступово проходить через освітлювальну камеру 4 і термокамеру 6, де піддається опромінюванню і продуванню нагрітим повітрям. При цьому

створюються дискомфортні умови для черв'яків, і вони залишають пласт біогумусу, переповзаючи в піддони 2.

<u>Приведена конструкція має наступні переваги:</u>

- повна механізація процесу відділення черв'яків від субстрату;
- зменшення енерговитрат за рахунок об'єднання операцій сушки і видалення;
- зменшення механічного травмування (менше 5%) черв'яків при відділенні від субстрату 7.

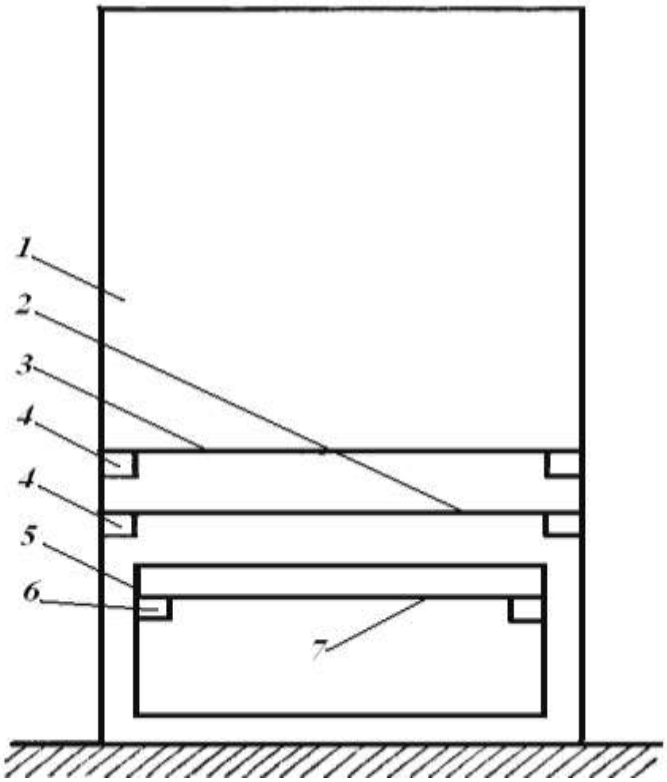


1 - конвеєр; 2 - піддон для збору окремих черв'яків; 3 - бункер-дозатор;
4 - освітлювальна камера; 5 - теплогенератор; 6 - термокамера; 7 - компост;
8 - бункер нагромадження біогумусу; 9 - бункер нагромадження черв'яків.

Рисунок 10 - Принципова схема установки для відділення черв'яків від субстрату.

9 Модуль для виробництва біологічного корму і вермікомпоста

Модуль дозволяє переробляти органічні відходи і отримувати біологічні корми. Конструкція модуля містить бункер-накопичувач 1, рухому верхню 2 і нижню 3 пластини, пази для їх установки 4, ячійку 5 з направляючими 6 для установки висувних решіток 7 (рис. 11).



1 – бункер-накопичувач; 2,3 – верхня і нижня рухома пластина; 4 – пази для встановлення пластин; 5 – ячійка; 6 – направляюча; 7 – видвіжна решітка.

Рисунок 11- Модуль для виробництва біологічного корму і вермікомпоста.

Модуль забезпечений бункером-накопичувачем з подвійним дном, виконаним у вигляді пластин, встановлених з можливістю переміщення їх в горизонтальній площині. Під бункером розташована висувна ячійка з розділяючими решітками.

Для забезпечення механізованого вивантаження, висувна ячійка виконана у вигляді короба, відкритого з верхнього і нижнього боку.

Застосування рухомого дна дозволяє порційно завантажувати ячійку. Конструкція ячійки без дна дозволяє встановлювати окремі решіта. Це спрощує вивантаження переробленої сировини (вермікомпоста) і черв'яків з частково переробленою сировиною.

<u>Модуль працює таким чином</u>: в бункер-накопичувач 1 на рухому нижню пластину 3 завантажується підготовлений компост, в заданому співвідношенні. В бункері-накопичувачі компост проходить стадію метанового бродіння і готується до переробки.

Для завантаження ячійки 5 підготовленим компостом в бункер-накопичувач

встановлюють рухому верхню пластину 2, потім виймають рухому нижню пластину 3 за допомогою рейкового механізму (рис. 12).

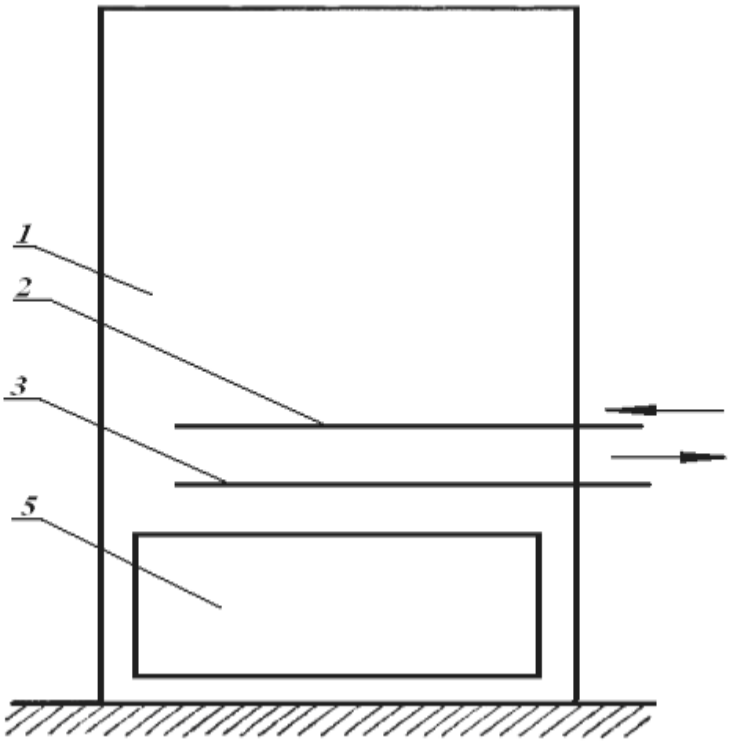


Рисунок 12 - Схема завантаження ячійки вермікомпостом.

Компост, що знаходиться між верхньою 2 і нижньою 3 пластинами, переміщається в ячійку 5. Зверху на компост поміщаються черв'яки, які переробляють компост. У міру поїдання компосту черв'яками ячійка 5 довантажується компостом з бункера-накопичувача 1. Безхребетні тварини переміщаються у верхню частину ячійки 5.

При заповненні ячійки переробленим компостом її розвантаження проводиться таким чином: по направляючим 6 (рис. 13) ячійки 5 вводиться відокремлююча решітка 7 за допомогою рейкового механізму. В цьому випадку черв'яки з сировиною, що переробляється, залишаються над відокремлюючій решітці 7, а вермікомпост – в нижній частині ячійки 5. Потім ячійка 5 висувається з бункера-накопичувача 1 рейковим механізмом. В зв'язку з тим, що ячійка 5 не має дна, то вермікомпост під дією гравітаційних сил вивантажується в транспортний засіб. Після вивантаження вермікомпосту ячійка 5 поміщається в бункер-накопичувач 1, відокремлююча решітка 7 виймається з ячійки (рис. 12). Безхребетні тварини переміщаються в нижню частину ячійки 5.

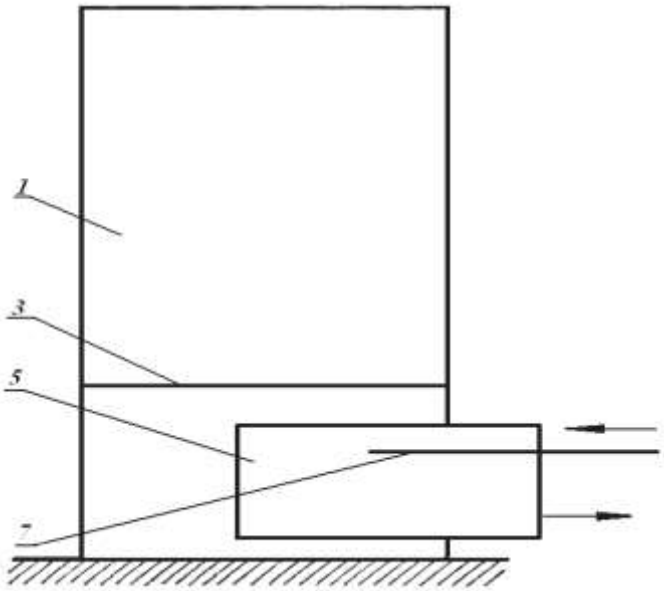


Рисунок 13 - Схема розвантаження ячійки модуля.

Далі робочий цикл повторюється. Із збільшенням кількості черв'яків необхідно здійснити їх вивантаження. Для цього після розвантаження вермікомпоста з ячійки 5 необхідно вийняти відокремлюючи решітки 7, при цьому черв'яки з частково переробленим компостом під дією гравітаційної сили перемістяться в збірний лоток, потім необхідно провести відділення черв'яків від субстрату в спеціальному пристрої.