

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра рослинництва
та садово-паркового господарства

АГРОТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ВЕРМИКУЛЬТУРИ

опорний конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти спеціальності 162 "Біотехнології та біоінженерія"
денної форми здобуття вищої освіти



МИКОЛАЇВ
2025

УДК 631.87:595.142

A26

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від « 11» листопада 2025 р. протокол № 3

Укладач:

Л. Г. Хоненко — канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет

—

Рецензенти:

В. В. Гамаюнова — д-р. с.-г. наук, професор, завідувачка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою, Миколаївський національний аграрний університет

Т. В. Пилипенко — канд. е. наук, заступниця директора з наукової роботи ДУ «МДСДС ІКОСГ НААН»

©Миколаївський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Модуль I. Теоретичні та практичні засади вермикультури	5
Лекція 1. Вплив вермикультури та біогумусу на родючість ґрунту.....	5
Лекція 2. Історія розвитку та сучасний стан вермикультивування.....	13
Лекція 3. Використання вермикультури в медицині, тваринництві та в якості продуктів харчування.....	19
<i>Перелік теоретичних питань по I модулю.....</i>	<i>24</i>
Модуль II. Біологічні та морфологічні особливості дощових черв'яків	25
Лекція 4. Класифікація дощових черв'яків.....	25
Лекція 5. Біологія і будова тіла дощового черв'яка.....	29
Лекція 6. Система розмноження та розвиток дощового черв'яка.....	33
<i>Перелік теоретичних питань по II модулю.....</i>	<i>35</i>
Модуль III. «Основні принципи та прийоми розведення дощових черв'яків»	36
Лекція 7. Субстрати для вермикультури.....	36
Лекція 8. Умови вирощування дощових черв'яків.....	41
Лекція 9. Шкідники дощових черв'яків і засоби боротьби з ними.....	48
Лекція 10. Основні типи вермисистем	54
Лекція 11. Способи отримання вермикомпосту і вермипрепаратів	59
Лекція 12. Приготування вермикомпосту на присадибних та дачних..... ділянках.....	70
<i>Перелік теоретичних питань по III модулю.....</i>	<i>77</i>
Глосарій.....	79
Список рекомендованої літератури	99
Додатки.....	100

ПЕРЕДМОВА

Навчальна дисципліна «Агротехнічні аспекти вермикультур» є важливою складовою освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів за спеціальністю 162 – «Біотехнології та біоінженерія». Дана дисципліна спрямована на формування у здобувачів вищої освіти системних знань про значення та роль компостних дощових черв'яків у процесах відновлення та підвищення родючості ґрунтів, оптимізації агроєкосистем і розвитку екологічно безпечних технологій у сільському господарстві.

У межах курсу вивчаються біологічні особливості представників родини дощових черв'яків, їх анатомо-фізіологічні характеристики, екологічні вимоги та адаптаційні можливості до різних умов середовища. Особлива увага приділяється промисловим і фермерським технологіям розведення компостних черв'яків, організації вермиферм, отриманню високоякісної біомаси та вермикомпосту (біогумусу) як цінного органічного добрива і біологічно активної сировини.

Метою курсу «Агротехнічні аспекти вермикультур» є надання майбутнім фахівцям ґрунтовних теоретичних знань і практичних навичок щодо оволодіння сучасними технологічними прийомами вирощування вермикультур, контролю та управління якістю вихідної продукції, а також формування методологічних підходів до дослідження та використання вермикультури в різних галузях сільського господарства, біотехнології та екології.

У процесі вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти набувають умінь аналізувати ефективність застосування вермикультури, оцінювати її вплив на агрофізичні, агрохімічні та біологічні властивості ґрунтів, а також обґрунтовувати доцільність використання біогумусу у рослинництві, тваринництві та органічному землеробстві і в медицині.

Основними завданнями курсу є:

- формування у виробників продукції вермикультури знань про основні фактори, що впливають на якість сировини та кінцевої продукції;
- вивчення теоретичних і практичних основ агротехнічних аспектів вирощування вермикультури у різних виробничих умовах;
- ознайомлення з методами підготовки субстратів, утримання, розмноження та збирання компостних черв'яків;
- підготовка кваліфікованих спеціалістів для сільськогосподарського виробництва та біотехнологічної галузі, здатних впроваджувати екологічно безпечні та ресурсозберігаючі технології.

Предметом навчальної дисципліни є технології вирощування вермикультури, а також закономірності росту і розвитку компостних дощових черв'яків залежно від умов утримання, складу субстрату, температурного режиму, вологості та інших агротехнічних факторів.

ЛЕКЦІЯ 1

ВПЛИВ ВЕРМИКУЛЬТУРИ ТА БІОГУМУСУ НА РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ

1. Ґрунт як основа кореневого живлення рослин
2. Роль дощових черв'яків у процесах ґрунтоутворення
3. Вплив вермикультури на формування структури та агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту
4. Агрохімічна, фізико-хімічна та агроекологічна характеристика біогумусу
5. Вплив органічного добрива «Біогумус» на урожайність польових культур

1. Ґрунт як основа кореневого живлення рослин. Ґрунт – це верхній пухкий і родючий шар земної поверхні, що сформувався впродовж тривалого часу внаслідок взаємодії живих організмів із компонентами неживої природи. Рослини, тварини, гриби та мікроорганізми разом із сонячною енергією, водою та вітром сприяють руйнуванню гірських порід. Паралельно з цим із відмерлих решток живих істот утворюється органічна складова ґрунту.

За своїм складом ґрунт є складною природною системою, що включає мінеральні частинки різного розміру, органічні речовини, ґрунтову воду та повітря. Властивості ґрунту значною мірою залежать від співвідношення цих компонентів, насамперед від розміру частинок і вмісту органіки. Саме тому існують різні типи ґрунтів. Наприклад, у піщаних ґрунтах розчини мінеральних солей легко просочуються вглиб, що полегшує ріст коренів. Натомість глинисті ґрунти щільніші, тому солі в них рухаються повільніше, оскільки міцно зв'язуються з ґрунтовими частинками.

Органічну частину ґрунту, яка утворюється внаслідок розкладання решток рослин і тварин, називають гумусом або перегноем. Саме гумус надає ґрунту темного кольору та визначає рівень його родючості. У його складі містяться важливі для рослин хімічні елементи – Нітроген, Фосфор, Сульфур, Калій, Кальцій, Магній, Ферум та інші. Крім того, гумус сприяє об'єднанню дрібних ґрунтових частинок у більші агрегати, що підвищує шпаристість ґрунту. Завдяки цьому поліпшується доступ повітря до кореневої системи та ґрунтових організмів.

Тип ґрунту значною мірою визначається вмістом гумусу. Найбільш родючими є чорноземи, які займають значні площі орних земель України. За запасами чорноземів наша держава входить до числа провідних країн світу. Зі збільшенням глибини ґрунтового профілю кількість гумусу зменшується, тому нижні шари мають світліше забарвлення. Під ґрунтом залягають гірські породи – граніт, вапняк та інші, з яких упродовж мільйонів років і формувалася ґрунт.

Важливе значення для кореневого живлення рослин має вміст води в ґрунті, адже поживні речовини засвоюються рослинами лише у розчиненому вигляді. Саме тому в умовах посушливого клімату, зокрема в пустелях, існування більшості рослин є неможливим. Водночас надлишкове зволоження також негативно впливає на рослини, оскільки призводить до нестачі кисню та відмирання коренів. Наявність повітря в ґрунті є необхідною умовою для дихання кореневої системи, тому розпушування ґрунту на полях, городах і в садах має велике практичне значення.

Родючість ґрунту тісно пов'язана з діяльністю живих організмів. Хоча гумус є основним джерелом поживних елементів, рослини не здатні безпосередньо засвоювати органічні сполуки. Їх перетворення на доступні мінеральні форми здійснюють ґрунтові мешканці – бактерії, гриби та дрібні тварини. Цей процес називають мінералізацією. Одночасно ґрунтові організми забезпечують постійне відновлення запасів гумусу, підтримуючи родючість ґрунтів.

Ґрунтові тварини, зокрема дощові черви, комахи та багатоніжки, розпушують і перемішують ґрунт, переносять органічні рештки з поверхні в глибші шари. Утворені ними ходи полегшують проникнення води й повітря. Особливу роль відіграють деякі мікроорганізми, наприклад бульбочкові бактерії на коренях бобових рослин, які здатні перетворювати атмосферний азот на сполуки, доступні для живлення рослин.

Таким чином, без різноманітного світу ґрунтових організмів існування ґрунту та підтримання його родючості було б неможливим. Постійне споживання поживних речовин рослинами без участі ґрунтових мешканців призвело б до швидкого виснаження ґрунтів. Саме тому як ґрунти, так і організми, що їх населяють, потребують охорони.

Руйнування ґрунтів часто є наслідком нераціональної діяльності людини: вирубування лісів, неправильного землеробства, надмірного випасання худоби, створення водосховищ. Однією з поширених проблем є засолення ґрунтів через неправильне зрошення, коли солі піднімаються на поверхню разом із ґрунтовими водами. Надлишок солей шкодить рослинам і робить ґрунт непридатним для обробітку. Негативний вплив мають і пестициди, які порушують ґрунтові екосистеми.

Для збереження та підвищення родючості необхідно впроваджувати ґрунтозахисні заходи: раціонально використовувати добрива, обмежувати застосування пестицидів, застосовувати ощадні способи обробітку ґрунту, створювати полезахисні лісосмуги. Охорона ґрунтів є спільною відповідальністю суспільства, адже від їхнього стану залежить продовольча безпека та екологічна стабільність.

2. Роль дощових черв'яків у процесах ґрунтоутворення. Вперше серед науковців помітив зв'язок між цими тваринами та родючістю ґрунту англійський натураліст Гілберт Уайт (1789 р.). Займався цим питанням і Чарлз

Дарвін, який опублікував роботу «Про утворення ґрунтового шару...», де виклав теорію перемішування червами різних шарів землі.

Своєю діяльністю дощові черв'яки забезпечують підвищення родючості ґрунту, поліпшують не тільки хімічний склад ґрунту, а також його структуру і фізичні властивості – покращують аерацію, пористість, водопроникність, вологоємність і дрібнозернистість. Вони переносять в нижні глибокі шари ґрунту перегній, перероблений в їхньому кишечнику з відмерлих рослин. Дощові черв'яки прискорюють повне розкладання органічних речовин у ґрунті та включення їх в біологічний кругообіг. Вони виконують одну з головних ролей розкладання рослин – торфоутворювачів.

Дощові черви впливають на ґрунт трьома способами:

По-перше, вони прокладають в землі ходи, що можуть сягати восьмиметрової глибини, враховуючи кількість черв'яків часом на 1 м² землі припадає до кількох кілометрів подібних ходів, які полегшують проникнення повітря та води до кореневої системи рослин. Окрім того ці ходи зменшують щільність ґрунту, що сприяє росту коренів.

По-друге, дощові черв'яки перемішують різні шари ґрунту виносячи його наверх з нижніх шарів і затягуючи рештки рослин на глибину.

По-третє, земля що пройшла через кишечник черв'яків збагачується біологічно активними мікроорганізмами.

Дощові черв'яки є кормом для багатьох тварин, що ведуть землерийний спосіб життя. У дощових черв'яків багато розчинного кремнію, якого не вистачає рослинам, тваринам і людині. При зникненні дефіциту кремнію рослини стають більш стійкими до вилягання, підвищується урожай і його якість, поліпшується самопочуття людей.

Біогумус що виробляється дощовими черв'яками має зернисту структуру, стійкий проти дії води, в ньому в десятки разів більше корисних для рослин речовин. Поживні речовини в ньому добре збалансовані по азоту, фосфору, калію і мікроелементам. Все поступово розчиняється і використовується рослинами. Володіє біогумус і бактерицидними властивостями, містить біостимулятори і ферменти. Внесення біогумусу в ґрунт або накопичення в ньому при активній життєдіяльності черв'яків веде до підвищення врожайності на 50–70%, причому весь урожай відповідає строгим санітарно-гігієнічним нормам.

Наявність ходів дощових черв'яків у ґрунті змінює її властивості. Черви створюють сприятливі умови для проникнення в ґрунт повітря та води, необхідні складові умови для життя бактерій і грибків, діяльність яких відіграє провідну роль у постачанні корневих систем вищих рослин необхідними для них речовинами: азотом, фосфором, калієм і ін.. Дощові черв'яки сприяють здійсненню суттєвої ланки в процесі кругообігу азоту, полегшуючи циркуляцію повітря в ґрунті і проникнення його в глибокі ґрунтові шари.

Порожнини, які проробляють дощові черв'яки, являють собою основні місця мешкання різних груп дрібних ґрунтових тварин, що беруть участь як в утворенні перегною, так і в його подальшій обробці.

Ґрунти, населені дощовими черв'яками, зазвичай рясно пронизані їх ходами. Стінки ходів черв'яки покривають шаром слизу і випорожнень, тому ці стінки з великими труднощами піддаються руйнуванню водою.

У степових посушливих районах рослинам необхідно добувати вологу з великих глибин і корінню, щоб досягти води, необхідно пробиватися через товщу абсолютно висохлого ґрунту. Як встановлено Г.Н. Висоцьким, коріння доростають до водоносних шарів, користуючись ходами черв'яків. На глибині 2 м немає ні одного кореня, який би пробив собі дорогу самотійно; вони йдуть всередині ходів дощових черв'яків. Часто коріння спаюються разом всередині цих ходів внаслідок здавлення навколишнім сухим ґрунтом.

Діяльність черв'яків забезпечує найважливіші фактори ґрунтової родючості – аерацію і дренаж. Ґрунти, що позбавлені черв'яків, недренуються і невентилуються, мають агрономічно дуже низьку якість.

Черв'яки не тільки дренують ґрунт, вони відіграють чималу роль у процесах перемішування його та винесення на поверхню. Після проходження ґрунту через кишечник черв'яків грудочки ґрунту викидаються у вигляді копролітів (від. грецьк. *kopros* - гній і *lithos* - камінь). Копроліти являють собою сферичні або подовжені грудочки землі розміром 1–5 мм. У свіжовиброшених копролітів гладка поверхня; вони можуть склеюватися один з одним у агрегати розміром до 20 мм і більше. Копроліти викидаються черв'яками у вигляді купок висотою 3–15 мм, що закривають зазвичай зовнішній отвір ходу черв'яка, хоча значна частина копролітів відкладається і в підземних ходах.

Перемішування шарів ґрунту йде не тільки завдяки винесенню частинок ґрунту з глибини на поверхню, але і за рахунок переміщення частинок з поверхневих шарів у глибину. Це може відбуватися шляхом стікання разом з водою розмоченого дощем гумусного шару по ходах дощових черв'яків, а також безпосередньо шляхом відкладання випорожнень в підземних ходах, часом на великій глибині. Слід зауважити, що перед згортанням в клубок при впадінні у сплячку в зимових та літніх камерах черв'яки обов'язково випорожнюють кишечник, причому це відбувається зазвичай неподалік від камер, тобто на значній глибині.

Таким чином, завдяки дощовим черв'якам відбувається перемішування шарів ґрунту. Заковтування черв'яками ґрунту і винесення його на поверхню являє собою безперервний процес утворення нового поверхневого шару, в якому частки ґрунту з різних глибин виявляються ретельно перемішаними один з одним.

3. Вплив вермикультури на формування структури та агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту. Дощові черв'яки відіграють важливу роль у трансформації ґрунту. Під час проходження ґрунтової маси через їхній травний тракт вона не лише переміщується, а й зазнає суттєвих

якісних змін. Ґрунт, який заковтує черв'як, у шлунку подрібнюється разом із листками та іншими рослинними рештками, а також піддається дії хімічно активних речовин, що виділяють залози різних відділів кишечника. У результаті утворюється дрібнодисперсна однорідна маса, з якої частина розчинених сполук всмоктується клітинами кишечника. Водночас сам черв'як засвоює лише незначну частину цих речовин, виконуючи роль як споживача, так і продуцента гумусу.

Особливо важливими є непрямі наслідки діяльності дощових черв'яків, пов'язані зі збагаченням ґрунту органічними сполуками. Хімічні дослідження показують, що у випорожненнях черв'яків накопичуються аміак, нітрати, фосфорні сполуки, а також кальцій і магній, що підвищує родючість ґрунту.

Значну роль відіграє й накопичення кальцію в кишечнику черв'яків у формі біогенного кальциту. Наявність цієї сполуки сприяє нейтралізації надлишкової кислотності ґрунту та позитивно впливає на його структурні характеристики.

Найважливішим результатом діяльності дощових черв'яків є формування зернистої структури ґрунту. Аналіз копролітів свідчить, що порівняно з вихідним матеріалом вони містять більше дрібних, пилюватих частинок. Проте ці частинки перебувають у складі стійких агрегатів і виявляються лише після штучного руйнування структури. Окремі грудочки випорожнень можуть з'єднуватися між собою, утворюючи досить великі скупчення неправильної форми. Характерною ознакою таких агрегатів є висока водостійкість — здатність протистояти розмиванню водою. Ймовірно, це зумовлено наявністю каркаса з нерозкладених рослинних волокон, а також цементацією ґрунтових частинок кристалами оксиду кальцію та його карбонатів.

Отже, діяльність дощових черв'яків суттєво покращує структуру ґрунту, надаючи їй зернистості, а також змінює його хімічний склад, що позитивно позначається на родючості та екологічній стійкості ґрунтових екосистем.

Вплив дощових черв'яків на біологічну активність ґрунтів. Дощові черв'яки є одним із ключових біологічних чинників, що визначають рівень біологічної активності ґрунтів. Їхня життєдіяльність безпосередньо впливає на чисельність і різноманіття ґрунтових мікроорганізмів, а також на інтенсивність біохімічних процесів у ґрунтовому середовищі.

Під час живлення дощові черв'яки споживають ґрунт разом із органічними рештками, мікроорганізмами та грибами. Проходячи через кишечник, органічна речовина подрібнюється, збагачується ферментами та слизом, що створює сприятливі умови для активного розвитку бактерій і мікроскопічних грибів. У результаті у випорожненнях черв'яків значно зростає мікробіологічна активність, зокрема інтенсивність процесів мінералізації та гуміфікації органічних сполук.

Діяльність дощових черв'яків сприяє рівномірному розподілу органічної речовини в ґрунтовому профілі. Завдяки цьому активізується робота ґрунтової мікрофлори не лише у верхніх шарах, а й на більшій глибині. Крім того, ходи,

які прокладають черв'яки, покращують аерацію та водний режим ґрунту, що є важливою умовою для життєдіяльності аеробних мікроорганізмів.

Важливим наслідком присутності дощових черв'яків є стимулювання ферментативної активності ґрунту. У зонах скупчення копролітів підвищується активність ферментів, відповідальних за розклад органічних сполук і колообіг азоту, фосфору та вуглецю. Це прискорює перетворення поживних елементів у доступні для рослин форми.

Отже, дощові черв'яки виступають біологічними регуляторами ґрунтових процесів, підвищуючи мікробіологічну та ферментативну активність ґрунтів. Їхня роль є надзвичайно важливою для підтримання родючості, стабільності та екологічної рівноваги ґрунтових екосистем.

4. Агрохімічна, фізико-хімічна та агроекологічна характеристика біогумусу. Біогумус – це високоякісне органічне добриво, утворене внаслідок переробки органічних відходів дощовими черв'яками та супутньою мікрофлорою. За своїми властивостями він суттєво перевершує традиційні органічні добрива й відіграє важливу роль у підвищенні родючості ґрунтів та екологічній безпеці агроландшафтів.

Агрохімічна характеристика біогумусу. З агрохімічної точки зору біогумус є концентрованим джерелом поживних елементів, доступних для рослин. У його складі містяться основні макроеlementи – Нітроген, Фосфор і Калій – у формах, що легко засвоюються кореневою системою. Крім того, біогумус багатий на Кальцій, Магній, Сульфур та широкий спектр мікроелементів (Ферум, Манган, Цинк, Купрум, Бор, Молібден). Поживні речовини в біогумусі перебувають у збалансованому співвідношенні та вивільняються поступово, що зменшує втрати елементів живлення і забезпечує пролонговану дію добрива.

Фізико-хімічна характеристика біогумусу. Біогумус характеризується високим умістом гумусових речовин, які формують стабільну зернисту структуру. Це сприяє покращенню агрономічно цінних властивостей ґрунту – підвищенню пористості, водопроникності та вологостійкості. Реакція ґрунтового розчину біогумусу, як правило, близька до нейтральної, що робить його придатним для більшості сільськогосподарських культур. Гумінові та фульвокислоти, що входять до його складу, активізують іонний обмін у ґрунті, сприяють зв'язуванню токсичних сполук і важких металів, а також підвищують буферну здатність ґрунтів.

Агроекологічна характеристика біогумусу. З агроекологічної точки зору біогумус є екологічно безпечним продуктом. Він не містить патогенних мікроорганізмів, насіння бур'янів і шкідливих домішок, характерних для недостатньо перепрілого гною. Біогумус стимулює розвиток корисної ґрунтової мікрофлори, підвищує біологічну активність ґрунтів і сприяє відновленню їх природної родючості. Його застосування зменшує потребу у мінеральних добривах і пестицидах, що позитивно впливає на стан довкілля та якість сільськогосподарської продукції.

Таким чином, біогумус поєднує в собі високі агрохімічні показники, сприятливі фізико-хімічні властивості та значну агроекологічну цінність. Його використання є ефективним і безпечним шляхом підвищення врожайності, збереження родючості ґрунтів і сталого розвитку агросистем.

6. Вплив органічного добрива «Біогумус» на урожайність польових культур. Науковим і виробничим дослідженням встановлено високу ефективність біогумусу:

- швидко відновлює природну родючість ґрунту, покращує його структуру та здоров'я;
- скорочує терміни проростання насіння, прискорює ріст і цвітіння рослин, скорочує терміни дозрівання плодів на 2–3 тижні;
- забезпечує міцний імунітет у рослин, підвищуючи їх стійкість до стресових ситуацій, несприятливих погодних умов, бактеріальних і гнильних хвороб;
- значно підвищує врожайність і покращує смакові якості вирощуваної продукції;
- зв'язує в ґрунті важкі метали та радіонукліди, не дає рослинам накопичувати нітрати, не володіє інертністю дії;
- забезпечує стабільний високий екологічно чистий урожай.

У західних країнах біогумус розділяють на 3 фракції за величиною гранул:

- дуже дрібна (муль) – гранули до 0,1 мм (найдрібніша фракція біогумусу (або гумусове борошно));
- дрібна (модер) – гранули 0,3–0,7 мм (м'яка фракція біогумусу);
- груба (мор) – гранули 0,7 мм (найкрупніша фракція біогумусу).

Дуже дрібна фракція, або гумусове борошно, під час внесення у ґрунт відразу ж розчиняється і засвоюється рослинами. Її використовують за необхідності «лікування» рослин і для отримання швидкого ефекту. Дрібну фракцію використовують для підживлення городніх, парникових і оранжерейних культур (овочі, квіти). Третю фракцію використовують у рослинництві, городництві і садівництві.

У нашій країні підсушений біогумус розділяють просіюванням на 3 фракції, які значно добірніші:

- дуже дрібна фракція – гранули до 1 мм;
- дрібна – гранули до 2 мм;
- добірна – гранули до 3 мм.

Використання біогумусу на добриво забезпечує високу ефективність за умов дотримання технологічної дисципліни працівниками і фахівцями, зайнятими виробництвом сільськогосподарської продукції. Дослідження, виконані в Україні, у США, свідчать про високу ефективність біогумусу. Зокрема, кукурудза дає приріст урожаю до 30–50%, пшениця – до 20, буряк цукровий – до 20, картопля – 20–30, овочі – до 30%.

По чутливості на біогумус рослини підрозділяють на:

- високочутливі, багатих вуглеводами; сюди відносяться картопля, морква, буряк (кормова, цукрова і столова); застосування біогумусу під ці культури забезпечує приріст урожаю до 35 % і більше;

- помірночутливі; у цю групу віднесені всі зернові культури (озима і ярова пшениця, жито, ячмінь, овес, рис, просо, гречка, кукурудза на зерно, сорго); на біогумус вони реагують досить добре, і приріст урожаю складає до 25 % і більше;

- середньочутливі - бобові культури (горох, кормові боби, нут, соя, чечевиця, буркун, люцерна, тригонелла, еспарцет та ін). Реакція на біогумус задовільна, приріст урожаю до 15 %;

- слабочутливі - олійні і ефіромасляні культури (соняшник, ріпак, гірчиця, коріандр і ін.); реагують на біогумус слабо. По цій групі потрібні додаткові дослідження умов, доз, термінів і способів застосування біогумусу, при яких його використання буде ефективним.

Проведені А. Шонієм дослідження з вивчення ефективності використання органічних добрив «Біогумус» під пшеницю озиму, кукурудзу на зерно та силос, помідори, моркву, картоплю, капусту та огірки показали, що урожайність цих культур збільшувалась у середньому на 27–65%.

М. Шикун, В. Фантух, В. Науменко досліджували ефективність застосування органічного добрива «Біогумус» в ґрунтозахисному землеробстві. Вивчали його вплив на поліпшення родючості сірих лісових ґрунтів і встановили, що внесення 5–8 т/га органічного добрива «Біогумус» рівнозначне внесенню 25–35 т/га гною. Низка авторів відзначають особливо велику роль органічного добрива «Біогумус» у ґрунтозахисному і біологічному землеробстві.

Результати досліджень С. Гармаш, А. Кулика показали, що внесення органічних добрив «Біогумус», виготовлених методом вермикультивування із соняшникового лушпиння, у дозі 6 т/га забезпечило збільшення врожайності томатів на 77 ц/га.

Виконані Г. Юхимчик польові дослідження з вивчення впливу різних доз «Біогумусу» (3,0; 6,0 та 9,0 т/га), внесеного під передпосівну культивування за вирощуванні буряку столового сорту «Бордо» та моркви сорту «Вітамінна», показали, що оптимальною дозою органічного добрива «Біогумус» для буряку столового є 6 т/га, для моркви – 3 т/га, приріст врожаю коренеплодів відповідно складав 51,9% та 43,4% порівняно з контролем. Встановлено, що найбільш ефективною дозою органічного добрива «Біогумус» під капусту є 6 т/га з максимальним приростом врожаю 38,0%.

Збільшення дози органічного добрива «Біогумус» до 9 та 12 т/га суттєво не впливало на величину врожайності.

ЛЕКЦІЯ 2

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВЕРМИКУЛЬТИВУВАННЯ

1. Розвиток вермикультури в античні часи
2. Вермикультура в епоху Середньоріччя
3. Розвиток вермикультури в епохи Відродження і Просвітництва
4. Розвиток вермикультури в 20 столітті
5. Розвиток вермикультивування в Україні

Ефективним і екологічно безпечним методом утилізації різних відходів (тваринництва, рослинництва, побутових і промислових) є метод вермикультивування.

Метод вермикультивування дає можливість трансформувати різні відходи, які до цього були основними забруднювачами навколишнього середовища, з одного боку, в повноцінний білок тваринного походження, придатний для використання у годівлі тварин та харчуванні людей (черв'ячна біомаса), а з іншого боку – у зернисте гумусне добриво (біогумус). На компост за допомогою дощових черв'яків переробляють навіть відходи, які важко піддаються утилізації – відходи целюлозно-паперової промисловості.

1. Розвиток вермикультури в античні часи. Ідея використання дощових черв'яків для переробки гною й інших органічних відходів з метою одержання цінного органічного добрива і білкового корму не є новою. Перші повідомлення про корисність дощових черв'яків сягають глибокої давнини. Знання про черв'яків були відомі ще в Стародавній Греції та Римі. Арістотель вважав, що черв'як є "кишечником землі" (*intestina terrae*), підкреслюючи їхню роль в обробі ґрунту. Пліній Старший в основному описував їх роль в утворенні родючого ґрунту (розпушування, аерація). Перші спроби використання дощових черв'яків відносяться також до часів Стародавнього Єгипту. Перероблений дощовими черв'яками намул річки Ніл використовували для вирощування сільськогосподарських культур. Єгиптяни обожнювали дощового черв'яка, вважали його священною твариною і забороняли вивозити із країни.

2. Вермикультура в епоху Середньовіччя. Вермикультура, як цілеспрямоване розведення черв'яків для отримання біогумусу, не мала значного розвитку в Середньовіччі; це переважно антична практика, що згадується Плінієм, але вона була майже втрачена з падінням Римської імперії, відновившись і набувши наукового підґрунтя лише в Новий час (18–19 ст.) завдяки роботам Дарвіна та інших вчених, хоча черв'яки завжди жили в ґрунті, їх свідоме культивування зародилося значно пізніше.

В епоху Середньовіччя (з V до XV ст.) та перехідний період до Раннього Нового часу (XVI–XVII ст.) дощових черв'яків застосовували в народній медицині для лікування різних хвороб. В китайській медицині використовували порошок з черв'яків для лікування атеросклерозу, європейська народна

медицина рекомендувала застосовувати для загоєння ран, лікування туберкульозу та раку, а рідину з черв'яків – від катаракти.

Основний акцент робився на традиційних методах землеробства (переліг, внесення гною, сидерати), а не на високоефективних біотехнологіях, як зараз. Не було розуміння фізіології червів, хімії біогумусу та їхнього реального впливу на родючість ґрунту на системному рівні. Селяни інтуїтивно розуміли, що черв'яки корисні для ґрунту, але не культивували їх навмисно. Іноді про черв'яків згадували в аграрних трактатах, але переважно як частину природного ґрунтоутворення, а не як об'єкт контрольованого розведення.

3. Розвиток вермикультури в епохи Відродження і Просвітництва.

Вермикультура як сучасна наука і практика почала відроджуватися та розвиватися лише в епохи Відродження та Просвітництва. Думка про позитивну роль дощових черв'яків у ґрунтоутворенні була вперше висловлена англійським натуралістом Гілбертом Байтом (1789 р.). У 1798 р. Готхард опублікував книгу «О разведении червей». Він рекомендував згодовувати дощових черв'яків курям, від чого «...вони ставали плідними і міцними».

Перші експерименти були проведені Ч. Дарвіном (1831 р.), в яких він дослідив і визначив величезне значення діяльності черв'яків у формуванні родючості ґрунтів, зокрема розкрив питання про адаптацію черв'яків до умов довкілля в доповіді на тему: «Про утворення ґрунтового шару». У 1837 р. він розробив теорію, згідно з якою частки ґрунту весь час виносяться дощовими черв'яків з глибини на поверхню, завдяки чому предмети, що лежать на землі, виявляються через кілька років на глибині 6–10 см.

4. Розвиток вермикультури в 20 столітті. Розвиток вермикультури у 20 столітті був періодом поступового усвідомлення та наукового обґрунтування, перетворившись з традиційного сільськогосподарського інструменту на екологічну технологію, що фокусується на виробництві біогумусу, переробці відходів, а також у вивченні фізіології черв'яків, особливо червоного каліфорнійського черв'яка, що стало основою для сучасного промислового вермирозведення та розуміння «зеленої» економіки.

Дослідження, як-от праці Ф.І. Поліна (1920-ті), почали розкривати роль дощових черв'яків у формуванні родючості ґрунту, що стало першим кроком до наукового підходу.

У 30-ті роки ХХ століття американським фермером і ветеринарним лікарем Барретом в Каліфорнії були розпочаті спроби вирощування черв'яків промисловим способом у дерев'яних ящиках та траншеях, а наприкінці 1940 р. в США були створені перші господарства зі штучного розведення черв'яків, які використовувались як наживка для лову риби.

Основоположником промислового вермикультивування в США вважають Томаса Джейсона Барретта (1884–1975), за професією лікаря-остеопата. У роки першої світової війни він служив в 3-ій інженерних військах США в якості картографа. Близько трьох років працював лаборантом по фізіології рослин в Каліфорнійському Технологічному інституті. Окрім того, Доктор Барретт

відомий як співробітник журналів «Дайджест» і «Органічне садівництво», енциклопедії «Британіка» і ряду інших популярних видань. Барретт – автор бестселерів: «Одомашнення дощового черв'яка», «Приборкання Earthworm» (1947), «Дощові черв'яки: інтенсивне культивування та використання в біологічній обробці ґрунту», «Дощові черв'яки: їх інтенсивне розмноження і використання в біологічному ґрунтового потенціалі» (1948 р), «Садовий ніж» та ін.

Томасу Дж. Барретту було більше 50, коли він почув від Джорджа Олівера, з яким дружив, історію про ферму Джорджа Шеффілда, діда Олівера. Впродовж 60 років (1830–1890) його ферма площею 64 га процвітала завдяки використанню дощових черв'яків. Ця історія надихнула Барретта розпочати дослідження дощових черв'яків і технологій обробітку ґрунту.

У 1936 році він організував ферму «Earthmaster Farms» в штаті Каліфорнія. «Дощові черв'яки – творці ґрунту, все інше – рослини, тварини, людина і бактерії – є їжею для черв'яків, функція яких полягає у змішуванні живої матерії з мінеральними частинками і в круговороті речовин. Проблема, що стоїть перед сучасною цивілізацією, на сьогодні полягає у відновленні ґрунту для виробництва продуктів харчування. У природі цей процес йде дуже повільно, і потрібно від 500 до 1000 років для створення ґрунтового шару завтовшки 1 дюйм. При сприятливих умовах за допомогою черв'яків це можна зробити за п'ять років», – писав доктор Барретт, який продовжив розробку технології вермикультивування. Його книги з рекомендаціями, ілюстраціями, схемами та планами стали керівництвом до дії для тисячі фермерів, а нариси про «Earthmaster Farms» з'являлися в багатьох провідних газетах і журналах у всьому світі.

50-ті роки стали початком зародження вермикультивування (промислового розведення черв'яків) як біотехнологічного напрямку сільськогосподарської науки. У 1950-х рр. вермикультивування оформилося як самостійна галузь. У 1959 році на основі дощового черв'яка було виведено червоного каліфорнійського гібрида, який відзначався надзвичайно високою плодючістю, довшою тривалістю життя та придатністю до промислового вирощування. Саме цей вид став основою більшості сучасних вермигосподарств.

Подальший розвиток технології відбувався у 1970–1980-х роках завдяки науковим дослідженням у США, Італії, Великій Британії та інших країн. Було доведено, що біогумус позитивно впливає на проростання, ріст і розвиток широкого спектра рослин, а також може слугувати ефективним регенератором деградованих ґрунтів.

У 80-і роки було випущено брошури для маленьких садових товариств у співпраці з професором Клайвом Едвардсом, який перший в Англії звернув серйозну увагу на проблеми вермикомпостування. У 1986 році в науковій і технічній літературі з'явилися ще декілька доповідей на цю тему. Однією з них була доповідь К.А. Хендрека (К.А. Handreck) «Вермикомпост як компонент

грунтосуміші для вирощування розсади», що вийшла в жовтні в журналі Rio-Cycle.

Впродовж п'яти років (1993–1998) в лабораторії екології ґрунтів в університеті штату Огайо проводили науково-дослідну роботу згідно програми по темі «Біогумус і його вплив на ріст рослин». Зокрема, досліджували вплив біогумусу на проростання і ріст та розвиток квітів і сільськогосподарських рослин. Додавання невеликої кількості біогумусу в суміші для посадки рослин призводило до значного прискорення росту рослин.

У 1980 р. у США уже діяло понад 1500 великих спеціалізованих господарств з переробки різних відходів методом вермикультивування і на їх базі було організовано фірми, які продавали біогумус, черв'яків та консультували фермерів з питань організації вермикомпостування відходів.

До кінця ХХ століття у США діяли тисячі спеціалізованих підприємств, які займалися переробкою відходів за допомогою черв'яків і реалізацією біогумусу та вермикультури. Нині метод вермикультивування набув широкого розповсюдження у багатьох країнах світу – Китаї, Японії, Філіпінах, Австралії, у Франції, Італії, Німеччині, Швейцарії та ін.

Із країн Східної Європи першою почала займатись вермикультивуванням у 1985 р. Угорщина. У Німеччині було створено Об'єднання сприяння розвитку вермикультури, яке працювало у тісному контакті з Міністерством охорони навколишнього середовища. Воно надавало допомогу в проведенні наукових досліджень з вермикультури, у вивченні придатності різних відходів для розведення черв'яків, сприяло розширенню сфери використання вермикомпосту.

Японія у 1985 році на придбання технології вермикультивування у США витратила понад 1 млрд доларів. Сьогодні японці вирішили свої проблеми в галузі одержання екологічно чистих та ефективних добрив. Крім того, з біомаси черв'яків отримують дорогоцінні фармацевтичні препарати для лікування ряду захворювань.

6. Розвиток вермикультивування в Україні. Вермикультивування в Україні, хоч і не є масовим, демонструє поступовий розвиток, особливо на фоні пошуку ефективних методів переробки органічних відходів та виробництва біогумусу, але стикається з проблемами недостатньої інфраструктури та обізнаності, хоча потенціал великий завдяки багатим сільськогосподарським ресурсам, а успішні проєкти зосереджені в руках ентузіастів та фермерів, що шукають екологічні рішення.

Перші спроби щодо розведення дощових черв'яків для промислових потреб та одержання біогумусу з'явилися у 1989 році на Прикарпатті, коли з Польщі було завезено 7 млн каліфорнійських черв'яків у село Локитка Тлумацького району Івано-Франківської області. Друга партія – 10 млн шт. надійшла з Угорщини від фірми «Біотряд» у господарство ім. Дзержинського Снятинського району Івано-Франківщини. Так почалась вітчизняна історія їх культивування в умовах господарства. Очолювала це впровадження Наталія

Колісник. Вона провела величезну роботу з розвитку вермикультивування. Але це потребувало наукового досвіду розробки різних технологій, економічного обґрунтування розмірів вермигосподарств, організації дослідної роботи.

Для об'єднання зусиль на базі обласного підприємства «Сільгоспхімії» та Української сільгоспакадемії у вересні 1989 року була створена асоціація «Біоконверсія». До її складу увійшло понад 300 спільних підприємств, центрів, філіалів, фермерських господарств більшості областей України, Росії, Прибалтики, Білорусії, Молдови.

Асоціація «Біоконверсія» стала центром пропаганди промислового вермикультивування. Вченими розроблені ТУ на біогумус і вермикультуру, технологію виробництва біостимуляторів росту рослин нового покоління «Вермибіомаг», «Вермийодіс», «Вермистим».

За розробку і впровадження «Української системи переробки органічних відходів «Біокотех» дев'ятьом ученим асоціації присуджена Державна премія у галузі науки і техніки за 1996 рік. Проте розвиток вермикультивування в Україні ще не настав.

Проведені фахівцями асоціації наукові дослідження і виробнича практика свідчать, що за рахунок трансформації органічних відходів у біогумус можна значно підвищити врожайність сільгоспкультур. Біогумус з успіхом використовують для реанімації ґрунтів, очищення від радіонуклідів, важких металів, залишків пестицидів. Найбільш раціональним способом отримання кормового білкового продукту є подрібнення черв'яка і ретельне змішування отриманої маси з наповнювачем (розсипний комбікорм та ін.).

У цілому в останні 20 років значно зросла зацікавленість до дощових черв'яків як до унікального і поновлюваного природного «інструменту» для біопереробки органічних відходів з метою отримання екологічно безпечного добрива, а також сировини для кормових, харчових білкових добавок і лікувально-профілактичних препаратів.

Розвиток вермикультивування в Україні є надзвичайно актуальним з огляду на сучасний стан ґрунтових ресурсів. Впродовж останніх декілька десятиліть у країні спостерігається стійка тенденція до зниження вмісту гумусу, внаслідок чого значна частина орних земель втратила від 15 до 40 % цієї життєво важливої органічної складової. Основними причинами деградації ґрунтів є тривале незбалансоване застосування мінеральних добрив, пестицидів та інших агрохімікатів, що призвело до руйнування природної ґрунтової структури. У результаті ґрунт поступово перетворюється на індіферентну масу, нездатну ефективно вбирати та утримувати вологу, знижується його біологічна активність, а також різко зростає ризик водної й вітрової ерозії.

У цих умовах вермикультивування розглядається як перспективний та екологічно доцільний напрям відновлення родючості ґрунтів. Використання продуктів життєдіяльності дощових черв'яків сприяє збагаченню ґрунту гуміновими речовинами, активізації корисної мікрофлори та покращенню агрофізичних властивостей ґрунтів без негативного впливу на довкілля.

Нині у багатьох країнах світу, зокрема в Італії, Угорщині, Польщі, Японії, Китаї, Індії, США та державах Африки, штучне розведення дощових черв'яків поставлено на промислову основу. Основною метою таких технологій є ефективна утилізація органічних відходів і виробництво екологічно безпечних органічних добрив. Для вермикомпостування використовують широкий спектр сировини: відходи рослинництва і тваринництва, побутові та харчові залишки, деякі промислові органічні відходи, а також осади стічних вод після відповідної підготовки.

Продукти життєдіяльності дощових черв'яків – біогумус і черв'ячна біомаса – у низці країн стали важливим комерційним ресурсом. Вони реалізуються не лише на внутрішньому ринку, а й експортуються, що свідчить про високий попит на органічні добрива та біологічні продукти. Для України впровадження і розвиток вермикультивування відкриває можливості не лише для покращення екологічного стану агроландшафтів, а й для формування нового сегмента аграрного бізнесу з високою доданою вартістю.

Застосування технології вермикультивування дає змогу створити замкнуті безвідходні технології аграрного виробництва з метою одержання екологічно чистої сільгосппродукції.

Крім того, фахівці в галузі охорони довкілля та економісти вказують, що вирощування каліфорнійських червоних черв'яків – не тільки «екологічно корисна», а й високоприбуткова справа. У більшості країн світу вермикультивування проводиться за рахунок пільгових кредитів чи допомоги держави.

Широкий розвиток вермикультивування дозволить без істотних витрат переробляти усі органічні відходи сіл, селищ і міст у біогумус, очистити середовище, яке оточує нас, шляхом заміни біогумусом частини хімічних добрив, вирощувати чисту сільгосппродукцію, оживити хворі ґрунти, відновити їх родючість, очистити від шкідливих речовин і радіонуклідів, а також виробляти високоцінний кормовий білок.

ЛЕКЦІЯ 3

ВИКОРИСТАННЯ ВЕРМИКУЛЬТУРИ В МЕДИЦИНІ, ТВАРИННИЦТВІ ТА В ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

1. Кормова і харчова цінність дощових черв'яків
2. Використання дощових черв'яків в народній медицині різних країн
3. Застосування вермикультури в тваринництві

1. Кормова і харчова цінність дощових черв'яків. Однією з найгостріших проблем сучасного аграрного виробництва та харчової безпеки залишається дефіцит білка. Її актуальність зумовлена як потребами людини, так і потребами тваринництва. На відміну від рослин, які здатні синтезувати амінокислоти з неорганічних азотовмісних сполук, організм людини і тварин не має такої можливості. Тому повноцінні білки вони змушені отримувати виключно з їжею або кормами.

Характерною особливістю білкового обміну є те, що нестачу енергії в раціоні ще можна частково компенсувати зменшенням фізичної активності. Водночас біологічних механізмів, які дозволяли б знизити потребу в білку без шкоди для організму, не існує. Білковий дефіцит у людини призводить до зниження працездатності, ослаблення імунітету та підвищеної захворюваності. У тварин нестача білка негативно впливає на ріст, розвиток і продуктивність, не дозволяє реалізувати генетично зумовлений потенціал, погіршує відтворювальні функції та загальний стан здоров'я.

Ситуація ускладнюється тим, що з підвищенням рівня продуктивності сільськогосподарських тварин їхня потреба в білку зростає. Також вона істотно збільшується в умовах стресу, під час захворювань і в період відновлення. Уже в середині ХХ століття стало очевидно, що задовольнити зростаючі потреби людства і тваринництва в білку традиційними методами є вкрай складно. Так, наприклад, у 1980-х роках забезпеченість тваринницької галузі кормовим білком становила лише близько 70–75 %. Такий дефіцит спричиняв зниження продуктивності тварин на 30–35 %, значне зростання собівартості продукції та збільшення витрат кормів майже в півтора рази.

Важливо підкреслити, що проблема білкового забезпечення полягає не лише в його кількісному надходженні. Не менш суттєвим є якісний склад білка, зокрема наявність незамінних амінокислот у оптимальному співвідношенні. Саме амінокислотний баланс визначає біологічну цінність кормів.

Традиційно основним джерелом білка в раціонах тварин є зерно злакових культур. Однак злаки містять порівняно невелику кількість білка, а їх амінокислотний склад є неповноцінним через дефіцит лізину, метіоніну та інших незамінних амінокислот. Більш повноцінними є корми тваринного походження – м'ясо-кісткове, рибне, кров'яне борошно, молочні продукти, яйця, жири, пір'я та інкубаторські відходи. Вони забезпечують організм тварин не лише високоякісним білком, а й кальцієм, фосфором та іншими

мінеральними речовинами. Проте такі корми є дефіцитними, дорогими у виробництві та часто обмеженими у використанні.

Найпоширенішим у світі способом балансування раціонів за білком є додавання соєвого шроту або соєвого борошна. Соевий білок за своєю біологічною цінністю близький до білків тваринного походження. Водночас вирощування сої є трудомістким, урожайність у багатьох регіонах залишається нестабільною, що зумовлює високу вартість цієї сировини.

У цьому контексті особливу увагу привертає білок, отриманий з дощових черв'яків. Вони характеризуються високим вмістом повноцінного білка з добре збалансованим амінокислотним складом, швидким приростом біомаси та здатністю переробляти органічні відходи. Використання дощових черв'яків як альтернативного джерела кормового білка відкриває перспективи зниження собівартості кормів, підвищення їх поживної цінності та одночасного вирішення екологічних проблем. Розглядаючи можливості використання вермикультури в тваринництві, доцільно брати до уваги, що 1 т органічної їжі, при переробці її черв'яками дає крім 600 кг гумусового добрива 100 кг біомаси.

Суха речовина тканин черв'яків становить 17–23%. Вміст протеїну (сирого) досягає 60%, ліпідів – 6–9, азотних екстрактивних речовин – 7–16%. Тканини дощового черв'яка містять чималу кількість довголанцюжкових жирних кислот, що має велике значення, так як тварини, що не мають рубця, не можуть синтезувати ці незамінні сполуки. Також містять у собі широкий діапазон вітамінів (табл. 3.1). і збагачені нікотиновою кислотою, яка є цінним компонентом якісних тваринних кормів

Таблиця 3.1. Вітамінний склад тканин дощового черв'яка

Вітаміни	Склад
Ніацин	358 мг/кг
Рибофлавін (В ₂)	147 мг/кг
Пантотенова кислота (В комплекс)	16 мг/кг
Тіамін (В ₁)	15 мг/кг
Пиридоксін (В ₆)	2 мг/кг
Вітамін В(12)	4 мг/кг
Фолієва кислота	0.5 мг/кг

З тіла черв'яків після відповідної обробки отримують білкове борошно (кормову добавку), яке за своїм амінокислотним складом близьке до м'яса тварин та риби, а інколи й перевершує їх за вмістом незамінних амінокислот (за винятком гліцину), і широко використовується як високоякісний корм для сільськогосподарських тварин та птиці для підвищення їхньої продуктивності.

Таблиця 3.2. Вміст незамінних амінокислот у г на 100 г тканини дощового черв'яка і рекомендований FAO і BOOЗ їх вміст для тваринних кормів (за Edwards, 1985; Guerrero, 2004)

Амінокислоти	Рекомендації FAO і BOOЗ	Середні дані для дощових черв'яків	Рибне борошно
Аргинін	-	6,0	3,9
Цистеїн	2,0	1,5	0,8
Гистидін	-	2,6	1,5
Ізолейцин	4,0-4,2	4,3	3,6
Лейцин	4,8-7,0	7,2	5,1
Лізин	4,2-6,5	6,8	6,4
Метіонін	2,2	2,0	1,8
Фенілаланін	2,8	3,8	2,6
Треонін	2,8-4,0	5,2	2,8
Триптофан	1,0-1,4	1,4	
Тирозін	2,8	3,2	1,8
Валін	4,2-5,1	4,7	3,5

Найбільш важливим компонентом тваринних кормів є така амінокислота як лізин, а також комбінації таких амінокислот: метіонін + цистеїн і фенілаланін + тирозін.

2. Використання дощових черв'яків в народній медицині різних країн. Вермикультивування є сучасною біотехнологією, яка дає змогу не лише ефективно утилізувати органічні відходи рослинного походження, а й отримувати цінну біомасу тваринного походження та широкий спектр біологічно активних речовин. Саме ці властивості зумовлюють зростаючий інтерес до дощових черв'яків як перспективного об'єкта для медичних і фармакологічних досліджень.

Тканини та органи дощових черв'яків містять велику кількість біологічно активних сполук, що проявляють високу фізіологічну активність навіть у малих концентраціях. До таких речовин належать ферменти, вітаміни, пептиди, амінокислоти, гормоноподібні сполуки, антибактеріальні та імуномодулювальні компоненти. Завдяки цьому дощові черв'яки розглядаються як перспективне поновлюване джерело сировини для створення лікарських препаратів, харчових і біологічно активних добавок.

Використання тварин у лікувальних цілях має давню історію. У народній медицині різних народів світу здавна застосовували найрізноманітніших представників тваринного світу – від морських безхребетних до ссавців. Біологічно активні речовини тваринного походження, хоча й поступаються за різноманітністю рослинним, відігравали важливу роль у лікуванні запальних, інфекційних і хронічних захворювань.

Особливе місце серед таких засобів займають дощові черв'яки. У традиційній медицині Китаю, Кореї, Японії та деяких країн Південно-Східної Азії препарати на основі висушених або екстрагованих черв'яків використовували для лікування гарячки, судом, захворювань дихальної та серцево-судинної систем, а також для покращення кровообігу. У Китаї дощових черв'яків (під назвою «ді лун») застосовували як засіб для зниження температури тіла, зняття спазмів і поліпшення прохідності судин.

У країнах Європи в народній медицині дощових черв'яків використовували значно обмеженіше, проте відомі випадки застосування настоїв і порошків із черв'яків для лікування ревматизму, шкірних захворювань, ран і запалень. У деяких регіонах їх вважали ефективним засобом для відновлення сил після тяжких хвороб.

Сучасна наука підтверджує наявність у дощових черв'яків унікальних ферментів і пептидів, зокрема речовин з антикоагулянтними, протизапальними, антибактеріальними та тромболітичними властивостями. Це відкриває перспективи використання черв'ячної біомаси у виробництві лікарських препаратів для лікування серцево-судинних захворювань, порушень згортання крові, запальних процесів і зниженого імунітету.

Важливою перевагою дощових черв'яків як джерела медичної сировини є їх поновлюваність і технологічність. Вони легко культивуються у промислових умовах із використанням різноманітних органічних відходів, швидко розмножуються та мають високий коефіцієнт біоконверсії органічної речовини у власну біомасу. Це робить їх економічно вигідним і екологічно безпечним об'єктом для біотехнологій.

Таким чином, дощові черв'яки є унікальним природним ресурсом, який поєднує можливості утилізації органічних відходів із перспективами створення нових медичних і профілактичних засобів. Досвід народної медицини різних країн та сучасні наукові дослідження свідчать про значний потенціал використання дощових черв'яків у системі охорони здоров'я людини.

Широкий спектр біологічно активних речовин у тканинах і органах дощових черв'яків робить цей об'єкт дуже перспективним для біотехнологічних розробок у XXI столітті.

3. Застосування вермикультури в тваринництві. Науковими дослідженнями у США і Великобританії було встановлено, що деякі види дощових черв'яків-епігеїв, такі як *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Perionyx excavatus*, *Eudrilus eugeniae* і *Dendrobaena veneta*, можна використовувати не тільки для перероблення ряду органічних відходів: осадів стічних вод, гною тварин, харчових відходів і органівмісних промислових відходів в органічне добриво біогумус (вермикомпост), але і як поновлюване джерело повноцінного тваринного кормового білка (Hartenstein та ін., 1979; Edwards, 1983, 1985; Edwards, Niederer, 1988, 2011).

Використання біомаси черв'яків може вирішити проблему одержання повноцінного білка для збалансування кормових раціонів тварин, птахів, риби,

хутрових звірів, а також білкової добавки, яка має лікувально-профілактичні властивості. Адже у природі немає такого потужного джерела повноцінного білка, який відтворюється промисловим способом, тому що біомаса черв'яків складається на 56–72% з білка і 12% жирів.

Масштабне виробництво біомаси дощових черв'яків і використання цього поновлюючого біоресурсу для одержання високоякісних білково-вітамінних кормових преміксів для птахівництва, тваринництва та рибництва є актуальною проблемою сьогодення. Це дозволить збільшити виробництво кормової та харчової продукції за зниження її собівартості. Жоден гектар найродючіших земель не може зрівнятися за продуктивністю білка з тим, на якому вирощують дощових черв'яків. Якщо гектар пшениці за помірного клімату дає 350 кг білка, зернової кукурудзи – 390 кг, конюшини – понад 1000 кг, люцерни – 1500 кг (В. Б. Толстоусов, 1987), то гектар поверхні культивування черв'яків дає в рік 400 центнерів білкового борошна (за 5 % вологості) із вмістом 67 % ($\pm 5\%$) білка (А. М. Ігонін, 1986).

Вміст води в тілі дощових черв'яків (за даними І. П. Мельника, І. Холодової, Г. Петрової та ін.), залежно від виду і умов, становить від 80 до 87 %. Виготовлений із дощових черв'яків порошок містить 61–62 % білків – більше, ніж рибне борошно (61 %), м'ясне борошно (60 %), білковий концентрат сої (45 %) або сухі дріжджі (44 %).

Біомасу черв'яків і продукти її переробки широко застосовують у тваринництві. За переробки черв'яками 1 тонни субстрату одержують приблизно 600 кг біогумусу і близько 100 кг біомаси черв'яків. Тіло черв'яка містить майже всі амінокислоти, у т. ч. такі біологічно цінні як лізин і метіонін. Крім того, біомаса черв'яків багата на ферменти, вітаміни і корисні мікроелементи.

Біомаса черв'яків – ефективна їжа для курей, індиків, морської і прісноводної риби. За даними різних авторів, вона містить до 60–80 % протеїну, 9 % ліпідів і 7–16 % азотних екстрактних речовин.

За даними Інституту біології АН Киргизстану, при годуванні черв'яками прискорюється ріст і розвиток каченят. Добавка 1% черв'яків до основного раціону, що містить 65% зерна, 18% соєвих бобів, 8% пшеничних висівків, 8% порошку шкаралупи, 1 % мінеральних речовин, сприяла збільшенню виходу яєць на 25%, їх ваги – на 22%, підвищенню вмісту білка – на 6,6 %.

Введення в раціон дійних корів 0,5 кг свіжих черв'яків (з розрахунку на одну голову) протягом 90 днів збільшило надій молока на 22%.

При додаванні 15% живих черв'яків до раціону риби приріст становив 33,5%.

Додавання біомаси черв'яків в раціон сільськогосподарських тварин сприяє збільшенню виходу продукції і поліпшенню її якості.

Перелік теоретичних питань по I модулю

1. Що таке ґрунт?
2. Що таке гумус?
3. Від чого залежить родючість ґрунту?
4. Яка роль живих організмів у процесах ґрунтоутворення?
5. Які дії людини і чому негативно впливають на родючість ґрунтів?
6. Як захищають ґрунти від руйнування?
7. У якому середовищі мешкають малощетинкові черви? Як вони пристосовані до життя в таких умовах?
8. Вплив вермикультури на агрохімічні показники родючості ґрунту.
9. Агрохімічна, фізико-хімічна та агроекологічна характеристика біогумусу.
10. Історія вермикультивування в Північній і Південній Америці.
11. Історія вермикультивування в Західній Європі.
12. Історія вермикультивування в Південно-Східній Азії.
13. Історія вермикультивування в країнах Центральної Східної Європи.
14. Історія вермикультивування в Україні.
15. Кормова і харчова цінність дощових черв'яків.
16. Застосування вермикультури у харчуванні людини.
17. Використання дощових черв'яків в народній медицині різних країн.
18. Застосування вермикультури в тваринництві.
19. Клітинні механізми захисту дощових черв'яків.
20. Гуморальні механізми захисту дощових черв'яків.
21. Методи кількісного і якісного визначення спектру БАР.
22. Охарактеризуйте біологічні особливості вермикультури.
23. Охарактеризуйте терапевтичні властивості дощових черв'яків?
24. Біотехнологічні прийоми в подоланні сировинних та енергетичних проблем людства

МОДУЛЬ II БІОЛОГІЧНІ ТА МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ

ЛЕКЦІЯ 4

КЛАСИФІКАЦІЯ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ

1. Класифікація дощових черв'яків по типу харчування
2. Екологічна (екотопічна) класифікація

У світі є п'ять великих таксономічних родин дощових черв'яків: *Moniligastridae*, *Megascolecidae*, *Eudrilidae*, *Glossoscolecidae* і *Lumbricidae* (Jamieson, 1971). Дощові черв'яки – це відносно великі безхребетні тварини, які відіграють ключову роль у функціонуванні ґрунтових екосистем. Вони належать до класу малощетинкових *Oligocheta* (Олігохета) типу кільчастих (Аннеліда) черв'яків. Більшість видів є представниками родини Люмбрицид (*Lumbricidae*), яка включає близько 180 видів черв'яків, але найбільш розповсюджені 15–16 видів. Така систематична належність відображає як морфологічні особливості, так і еволюційне походження цієї групи організмів.

1. Класифікація дощових черв'яків по типу харчування. Дощові черв'яки є сапрофагами і на підставі особливостей їх *способів харчування* вони можуть бути поділені на дві групи: детритофаги і геофаги (Lee, 1985).

Детритофаги годуються на поверхні або поблизу поверхні ґрунту. Вони харчуються в збагаченому органікою ґрунтовому горизонті, поїдаючи в основному залишки рослин і відмерлі коріння або екскременти ссавців. Таких черв'яків називають творцями гумусу, вони включають в себе дві форми: епігеїки і анецики. Такі види, як *Perionyx excavatus*, *Eisenia fetida*, *Eudrilus eugeniae*, *Lampito mauritii*, *Polypheretima elongata*, *Octochaetona serrata* і *Octochaetona surensis*.

Черви-геофаги, живуть і харчуються глибоко під поверхнею землі, поглинаючи велику кількість ґрунту, багатою органікою. Їх зазвичай називають споживачами гумусу, і вони являють собою дощових черв'яків ендеміків. Два типових представника таких черв'яків – *Octochaetona thurstoni* і *Metaphire posthuma*.

Трофічна класифікація. Залежно від характеру живлення дощових черв'яків поділяють на три основні трофічні групи:

- фітофаги, які живляться переважно рослинними рештками, опадом листя та органічним детритом;
- геофітофаги, що споживають як рослинні рештки, так і ґрунт із включеннями органічної речовини;
- геофаги, раціон яких складається переважно з мінеральної частини ґрунту з домішками гумусу.

Такий поділ є умовним, оскільки в природних умовах тип живлення може змінюватися залежно від доступності органічних ресурсів і властивостей ґрунту.

2. Екологічна (екотопічна) класифікація. Найбільш поширеною та практично значущою є класифікація дощових черв'яків за умовами їх існування в ґрунтовому профілі. Д. Е. Вільке запропонував екологічний поділ родини *Lumbricidae*, згідно з яким він виокремив кілька груп. До першої належать види, що мешкають на поверхні ґрунту, до другої – види, які живуть у гумусовому горизонті. Черв'яки, що населяють гумусовий горизонт ґрунту, у свою чергу поділяються на види, які мігрують у глибші шари під час діпаузи, та на види, що не мають фази діпаузи і постійно мешкають у вологих ґрунтах. В окрему групу об'єднано великі види, які прокладають у ґрунті глибокі вертикальні ходи. Схема, запропонована Д. Е. Вільке, була прийнята багатьма дослідниками. Буше (1977) надав більш детальну характеристику форм, виділених Вільке, відмовившись від поділу «внутрішньогрунтових» черв'яків (*endogeics*) на дві групи. Він запропонував поділ дощових черв'яків на три екологічні типи: *epigeics*, *anecics* і *endogeics* (епігеїки, анецики та ендегеїки). Відповідно до цього підходу виділяють три основні екологічні групи дощових черв'яків.

Епігеїки (від грец. *epigeios* (*epi* – на поверхні та *gaia* – земля) – «той, що живе на поверхні») – група черв'яків, що мешкають переважно в органічних горизонтах ґрунту або безпосередньо на його поверхні – у рослинному опаді, компості, гної та інших органічних відходах; еквівалентна “мешканцям підстилки”. Вони не утворюють постійних глибоких нір і майже не проникають у мінеральні шари ґрунту. До цієї групи належать найбільш відомі компостні види: *Lumbricus rubellus*, *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Eiseniella tetraedra* та інші. Епігеїки характеризуються високою швидкістю росту, інтенсивним розмноженням і здатністю ефективно переробляти органічні субстрати, що робить їх основними об'єктами вермикомпостування і вермикультивування в усьому світі. У функціональному відношенні вони є фітофагами та активними гумусоутворювачами.

Анецики (*Anecis*, французьке *anéciques* від грецької *anekas* – досягати поверхні) – це група черв'яків, які створюють глибокі постійні вертикальні нори, що можуть досягати значної глибини; еквівалентна групі “глибокорийних”, “норники”. Вони живляться рослинним опадом, затягуючи його з поверхні ґрунту вглиб своїх ходів. Саме ця група відіграє важливу роль у вертикальному перемішуванні ґрунтових шарів і формуванні стабільної ґрунтової структури. Це черв'яки великого розміру, у яких порівняно довший життєвий цикл, невисока швидкість росту і розмноження. Їх можна використовувати для вермикомпостування, але у поєднанні з черв'яками-епігеїками. До цієї екологічної групи можуть бути включені такі види: *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea trapezoides*, *Allolobophora longa*.

Ендогеїки (*Endogean, endogées*, з грецької *endon* – всередині та *gaia* – земля) – група черв'яків, що мешкають у товщі мінерального ґрунту, де живляться ґрунтом, збагаченим органічною речовиною. Вони утворюють розгалужену систему горизонтальних ходів і значною мірою впливають на агрегатний склад ґрунту, його пористість та мікроструктуру. Ендогеїки – єдині види дощових черв'яків, які фактично живляться великою кількістю ґрунту. Вони рідко виповзають на поверхню землі. Ці види черв'яків ніколи не використовують для вермикомпостування. До цієї екологічної групи належать такі види дощових черв'яків як *Aporrectodea rosea*, *Allolobophora caliginosa*, *Octolasion cyaneum*.

Таблиця 4.1. Загальна характеристика морфо-біологічних особливостей екологічних груп дощових черв'яків

Групи	Гнойові (компостні) черв'яки	Підстилкові черв'яки	Глибокаторові черв'яки
	Наземні мешканці, епігенні види	Неглибоке риття, ендемічні види, горизонтальні ходи	Глибокі вертикальні ходи та нори,
Представники			
Приклади	- Гнойовий черв'як (<i>Eisenia fetida</i>) - Європейський дощовий черв'як (<i>Lumbricus rubellus</i>)	- Білокінецьний черв'як (<i>Octolasion lacteum</i>) - Звичайний польовий черв'як (<i>Allolobophora caliginosa</i>)	- Дощовий черв'як наземний, або звичайний (<i>Lumbricus terrestris</i>) - Чорноголовий черв'як (<i>Allolobophora longa</i>)
Колір	Повністю коричнювато-червоний	Біло-сірий	Червонувато-коричневий, голова темніша
Природне середовище	- У прошарках підстилки, особливо на пасовищах, у лісах та компості - Рідко зустрічаються на орних землях через відсутність постійних шарів підстилки	- Верхній шар ґрунту (5–40 см), гумусні мінеральні ґрунти - Переважно горизонтальні, непостійні нори - Молоді особини, як правило, знаходяться у верхніх шарах у клубках коренів рослин	- Усі шари ґрунту, 3–4 метри глибини - Проводять все життя у вертикальних, міцних норах (діаметр 8–11 мм) - Важливі для сільськогосподарських ґрунтів
Розмір	Малий, 2–6 см завдовжки	Малий, до 18 см завдовжки	Великий, як правило, 15–45 см
Харчові звички	Харчуються дрібними частинами рослин, що знаходяться на поверхні ґрунту	Харчуються частинами рослин, що знаходяться у верхньому шарі ґрунту	Стягують великі частини рослин у нори, де вони живуть
Розмноження	Посилене, 100 коконів за рік	Обмежене, 8–12 коконів на рік	Обмежене, 8–12 коконів на рік
Тривалість життя	Коротка, 1–2 роки	Середня, 3–5 років	Довга, 4–8 років
Чутливість до світла	Слабка	Висока	Помірна

Генетичні та цитологічні особливості. Дослідження представників роду *Eisenia* показали наявність певних цитогенетичних відмінностей між видами. Для більшості досліджених видів характерне базове хромосомне число $x = 18$, тоді як у *Eisenia fetida* гаплоїдний набір становить 11 хромосом. Незважаючи на цю особливість, вона не стала підставою для перегляду систематичного положення виду, що свідчить про широку генетичну варіабельність у межах роду.

Таким чином, класифікація дощових черв'яків базується на поєднанні систематичних, трофічних, екологічних і генетичних ознак. Такий комплексний підхід дозволяє універсально описувати їх роль у ґрунтових екосистемах, оцінювати перспективність окремих видів для вермикюльтури та ефективно використовувати їх у сільському господарстві, екології й біотехнологіях.

ЛЕКЦІЯ 5

БІОЛОГІЯ І БУДОВА ТІЛА ДОЩОВОГО ЧЕРВ'ЯКА

1. Зовнішня будова дощового черв'яка
2. Внутрішня будова дощового черв'яка

Дощові черв'яки належать до класу малощетинкових (*Oligochaeta*) типу кільчастих черв'яків (*Annelida*), які характеризуються сегментованою будовою тіла та наявністю щетинок, що забезпечують пересування у ґрунті. Вони є одними з найважливіших представників ґрунтової фауни та відіграють ключову роль у формуванні структури ґрунту, процесах гумусоутворення і кругообігу поживних речовин у природних екосистемах.

Більшість видів дощових черв'яків, поширених у помірних широтах, належать до родини *Lumbricidae*. Ця родина об'єднує близько 180 відомих видів, однак у природних умовах найчастіше трапляється лише 15–16 з них. Саме ці види формують основну біомасу дощових черв'яків у ґрунтах Європи та Північної Америки і є найкраще вивченими з екологічної та фізіологічної точок зору.

Попри значне видове різноманіття, не всі дощові черв'яки придатні для розведення в штучних умовах. Більшість видів має вузьку екологічну спеціалізацію, потребує специфічних ґрунтово-кліматичних умов і погано адаптується до обмеженого простору та зміненого субстрату. Лише окремі види здатні ефективно розмножуватися, швидко нарощувати біомасу та стабільно існувати в умовах вермикультивування.

Саме ці біологічні особливості визначають відбір обмеженої кількості видів дощових черв'яків, які використовуються в штучних системах для переробки органічних відходів, виробництва біогумусу та отримання високобілкової біомаси. Здатність таких черв'яків швидко пристосовуватися до контрольованих умов утримання робить їх перспективним об'єктом для екологічного землеробства та біотехнологій.

1. Зовнішня будова дощового черв'яка. Тіло дощового черв'яка має видовжену, циліндричну форму і чітко поділене на велику кількість майже однакових сегментів (кілець), які послідовно розміщені один за одним уздовж усієї довжини тіла. Така сегментованість є характерною ознакою кільчастих черв'яків і забезпечує високу гнучкість та ефективність руху в ґрунтовому середовищі. Кількість сегментів може змінюватися залежно від виду та віку особини.

Пересування дощового черв'яка здійснюється завдяки наявності спеціальних щетинок, розташованих на кожному сегменті тіла. Щетинки зібрані в невеликі пучки і виконують опорну функцію, закріплюючи окремі ділянки тіла в ґрунті під час руху. Координована робота щетинок у поєднанні зі

скороченням м'язів дозволяє черв'яку ефективно повзати, рити ходи та утримуватися в субстраті.

Зовні тіло вкрите добре розвиненим шкірно-м'язовим мішком, який є важливим елементом будови та рухової системи. Він складається з кількох шарів: зовнішнього епітелію (шкіри), вкритого тонкою кутикулою, шару кільцевих м'язів та шару поздовжніх м'язів. Скорочення кільцевих м'язів призводить до видовження тіла, тоді як скорочення поздовжніх – до його вкорочення і потовщення. Завдяки чергуванню роботи цих м'язових шарів забезпечується хвилеподібний рух, характерний для дощових черв'яків.

Шкіра черв'яка постійно зволожується слизом, який зменшує тертя під час руху та запобігає висиханню тіла. Крім того, через вологу поверхню шкіри відбувається газообмін, оскільки дихальної системи у дощових черв'яків немає. Таким чином, зовнішня будова дощового черв'яка тісно пов'язана з його способом життя та пристосуванням до існування у ґрунті.

2. Внутрішня будова дощового черв'яка. Внутрішня будова дощового черв'яка є достатньо складною і добре пристосованою до його способу життя у ґрунті (рис.5.1).

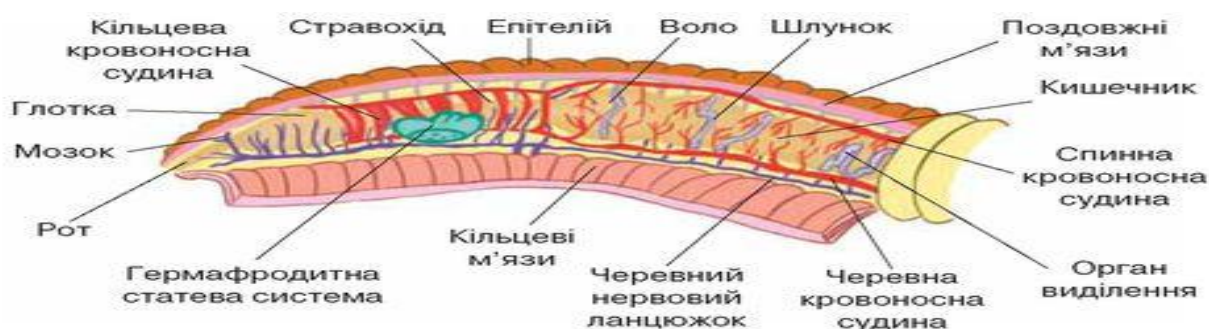


Рис. 5.1. Внутрішня будова дощового черв'яка

Органи і системи органів розміщені сегментарно та узгоджено між собою, що забезпечує ефективне живлення, рух, дихання і розмноження.

Опорно-рухова система. Під шкіряним епітелієм дощового черв'яка (як і у нереїса) є два шари м'язів (зовнішній – кільцеві, а внутрішній – поздовжні), що разом з епітелієм утворюють його шкірно-м'язовий мішок. Під шкірно-м'язовим мішком є порожнина тіла, яка поділена перегородками на сегменти.

За допомогою м'язів дощовий черв'як може повзати і прокладати ходи у ґрунті. При цьому він із силою надавлює переднім кінцем тіла на поверхню ґрунту і протискується в нього, а порожнина тіла виконує опорну функцію.

Дощовий черв'як має вторинну порожнину тіла – целом, яка є важливою анатомо-фізіологічною особливістю кільчастих черв'яків. Целом утворюється в процесі ембріонального розвитку з мезодерми і являє собою систему замкнених порожнин, розділених між собою перегородками відповідно до сегментів тіла.

Порожнина целома заповнена целомічною рідиною, яка виконує низку життєво важливих функцій. Вона слугує внутрішнім гідростатичним скелетом, забезпечуючи підтримку форми тіла та сприяючи ефективному пересуванню

черв'яка за рахунок узгодженої роботи м'язів. Завдяки цьому дощовий черв'як може легко змінювати довжину і товщину тіла, рити ґрунт і пересуватися в ньому.

Крім опорної функції, целом відіграє важливу роль у транспорті поживних речовин, газів та продуктів обміну між внутрішніми органами. Целомічна рідина також бере участь у процесах виділення, оскільки тісно пов'язана з роботою видільної системи – метанефридіїв. У ній можуть накопичуватися продукти обміну, які згодом виводяться з організму.

Целом забезпечує просторове розміщення внутрішніх органів, зменшує тертя між ними під час руху та скорочень тіла, а також створює умови для їх нормального функціонування і розвитку. Завдяки наявності вторинної порожнини тіла дощові черв'яки мають більш високий рівень організації порівняно з тваринами, що мають первинну порожнину або взагалі її не мають.

Видільна система представлена метанефридіями, які розташовані майже в кожному сегменті тіла. Вони виводять з організму надлишок води та продукти обміну, підтримуючи сталість внутрішнього середовища.

Травна система дощового черв'яка складається з кількох відділів, які суттєво відрізняються виконуваними функціями. Ротовий отвір веде в передню кишку, яка складається з глотки (розширення з м'язовими стінками, які пресують ґрунт, що містить поживні речовини, і допомагають його заковтнути; у глотку відкриваються травні залози), тонкого стравоходу (по якому їжа надходить у наступну частину травної системи), вола (розширення стравоходу, де накопичується і змочується їжа) та шлунка (розширення, в якому їжа подрібнюється). Із шлунка їжа потрапляє в середню кишку. У стінках середньої кишки є багато залозистих клітин, які виробляють травні ферменти. Під дією цих ферментів їжа остаточно перетравлюється, а поживні речовини всмоктуються в стінки кишечника і потрапляють у кров. Кров транспортує поживні речовини до всіх частин організму тварини.

Для живлення дощовий черв'як постійно пропускає через свою травну систему ґрунт. Окрім того, він може затягувати рештки рослин, зокрема опале листя, під землю, де воно розкладається і стає придатним для поїдання черв'яком.

Кровоносна система дощового черв'яка є замкненою, що характерно для всіх представників типу кільчастих червів. Кров рухається виключно по судинах і не виливається безпосередньо в порожнину тіла. Основними елементами системи є спинна і черевна кровоносні судини, які тягнуться вздовж усього тіла та з'єднані між собою численними кільцевими судинами в кожному сегменті.

На відміну від багатощетинкових червів, у малощетинкових відсутнє єдине серце як окремий орган. Рух крові забезпечується ритмічними скороченнями м'язових стінок кільцевих судин, особливо добре розвинених у передніх сегментах тіла. Саме ці судини виконують функцію своєрідних «сердець», проштовхуючи кров по судинному руслу. Кров дощового черв'яка

містить дихальні пігменти, що сприяють ефективному перенесенню кисню і вуглекислого газу, а також транспортує поживні речовини і продукти обміну.

Дихальна система як окрема анатомічна структура у дощового черв'яка відсутня. Газообмін здійснюється через усю поверхню тіла, вкриту тонкою і постійно вологою шкірою. Кисень розчиняється у вологому слизовому шарі і дифундує в кровеносні капіляри, тоді як вуглекислий газ виводиться назовні тим самим шляхом. Саме тому дощові черв'яки надзвичайно чутливі до пересихання ґрунту і потребують достатнього рівня вологості для нормального існування. Поширене явище масового вивовзання дощових черв'яків на поверхню ґрунту після сильних дощів пояснюється нестачею кисню в затоплених нірках, коли газообмін у ґрунті різко погіршується.

Нервова система дощового черв'яка за загальним планом будови подібна до нервової системи багатощетинкових червів, зокрема нереїса. Вона складається з добре розвинених надглоткових (мозкових) вузлів, розташованих у передньому кінці тіла, які виконують функцію центрального керівного центру. Від них відходять нервові тяжі, що формують навкологлоткове нерве кільце і з'єднуються з черевним нервовим ланцюжком. Черевний нервовий ланцюжок простягається вздовж усього тіла і складається з послідовно розміщених гангліїв у кожному сегменті. Така будова забезпечує координацію рухів, регуляцію роботи внутрішніх органів та здатність черв'яка реагувати на механічні, світлові, хімічні й температурні подразники.

Таким чином, поєднання особливостей зовнішньої та внутрішньої будови формує єдину, добре узгоджену біологічну систему, яка дозволяє дощовому черв'якові успішно існувати у ґрунті, виконувати важливу екологічну функцію та відігравати значну роль у процесах ґрунтоутворення і підтримання родючості ґрунтів.

ЛЕКЦІЯ 6

СИСТЕМА РОЗМНОЖЕННЯ ТА РОЗВИТОК ДОЩОВОГО ЧЕРВ'ЯКА

1. Особливості будови полової системи дощових черв'яків
2. Розмноження і розвиток дощових черв'яків
3. Ембріональний розвиток зародку дощових черв'яків



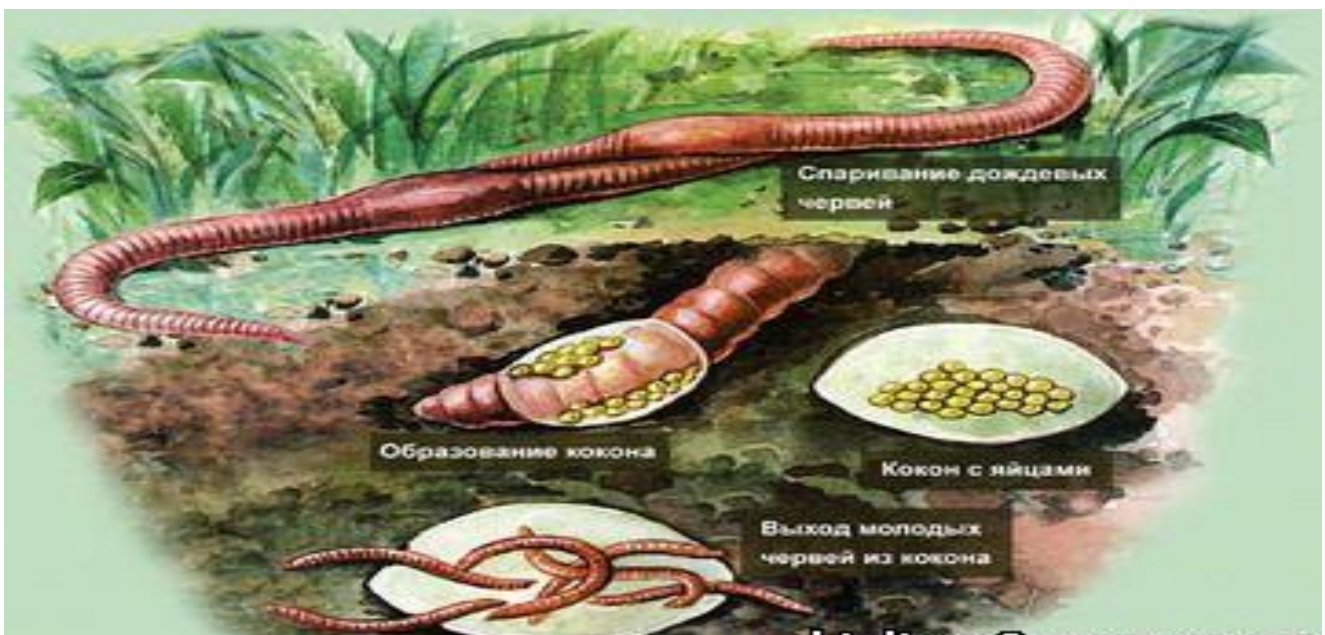
1. Особливості будови полової системи дощових черв'яків

Дощові черви – гермафродити. Статева система складається з жіночих понад (яєчників), що являють собою комплекс статевих клітин, оточених епітелієм, і чоловічих понад (сім'яників), що лежать усередині містких мішків.

Статеві залози у олігохет зосереджені у передніх сегментах тіла. Насінники (дві пари) розташовані в 10-му і 11-му сегментах тіла і прикриті трьома парами насінневих мішків. У насінневих мішках накопичується сперма, яка впливає з сім'яників. Тут відбувається дозрівання сперматозоїдів. Спермії надходять в миготливі воронки сім'яприймачів. Сім'яприймачи зливаються попарно з лівої і правої сторін тіла, і утворюються два поздовжніх канали, що відкриваються парними чоловічими статевими отворами на 15-му сегменті тіла.

Жіноча статева система представлена парою яєчників, розташованих на 13-му сегменті, парою яйцеводів з воронками, що відкриваються статевими отворами на 14-му сегменті. У 13-му сегменті діссіпіменти утворюють яйцеві мішки, що прикривають яєчники і воронки яйцепроводів. До жіночої статеві системи належать ще особливі шкірні випячування на 9-му і 10-му сегментах – дві пари сім'язбірників з отворами на черевній стороні тіла.

2. Розмноження і розвиток дощових черв'яків (рис.6.2).



У статевозрілих дощових черв'яків розвивається залозистий поясок на 32–37-му сегментах. У період розмноження спочатку всі особини стають ніби самцями, так як у них розвинені тільки насінники. Черви з'єднуються головними кінцями назустріч, при цьому поясок кожного черв'яка розташовується на рівні сем'язбірників іншого черв'яка. Поясок виділяє слизову «муфту», що сполучає двох черв'яків. Таким чином, черви об'єднані двома перев'язами з слизових муфт в області їх пасків. З чоловічих отворів обох черв'яків виділяється сперма, яка по особливих борозенках на черевній стороні тіла надходить в сем'язбірник іншої особини. Обмінявшись чоловічими статевими продуктами, черви розходяться. Через деякий час у черв'яків дозрівають яєчники і всі особини стають ніби самками. «Муфта» з області паска сповзає до переднього кінця тіла завдяки перистальтичним рухам тіла черв'яка. На рівні 14-го сегмента в муфту потрапляють яйцеклітини з жіночих статевих отворів, а на рівні 9–10-го сегментів виприскується «чужа» насіннева рідина. Так відбувається перехресне запліднення. Потім муфточка сповзає з головного кінця тіла і замикається. Утворюється яйцевий кокон з яйцями, що розвиваються. Кокон дощових черв'яків за формою нагадує лимончик жовто-бурого кольору; розміри його 4–5 мм в діаметрі. Розвиток у олігохет протікає без метаморфозу, тобто без личинкових стадій. З яєчного кокона вилупляються маленькі черв'ячки, схожі на дорослих. Такий прямий розвиток без метаморфозу виник у олігохет у зв'язку з переходом до життя на суші або внаслідок перебування в прісних водоймах, які нерідко пересихають.

3. Ембріональний розвиток зародку дощових черв'яків.



Ембріональний розвиток зародка олігохет протікає, як і у більшості поліхет, по спіральному типу дроблення і з телобластичною закладкою мезодерми.

Безстатеве розмноження відомо в деяких родин прісноводних олігохет. При цьому відбувається поперечний розподіл черв'яка на кілька фрагментів, з яких потім

розвиваються цілі особини, або шляхом диференціації черв'яка на ланцюжок з коротких дочірніх особин. Надалі цей ланцюжок розпадається. У дощових черв'яків вкрай рідко спостерігається безстатеве розмноження, зате добре виражена здатність до регенерації. Перерізаний черв'як, як правило, не гине, а кожна його частина відновлює відсутні кінці. Найбільш легко черв'як відновлює задній кінець тіла. Головний кінець тіла відновлюється рідко.

Перелік теоретичних питань для II модуля

1. Зовнішня будова дощових черв'яків.
2. Внутрішня будова дощових черв'яків.
3. Поясніть еволюцію діагностичних ознак систематики дощових черв'яків.
4. Класифікація дощових черв'яків.
5. Види компостних черв'яків, що використовуються в вермііндустрії.
6. Види дощових черв'яків помірного клімату.
7. Види дощових черв'яків тропічного клімату.
8. Охарактеризуйте біологічні особливості дощового черв'яка.
9. Назвіть систему розмноження та розвиток дощового черв'яка.
10. Опишіть життєвий цикл дощового черв'яка *Eisenia foetida*.
11. Назвіть особливості будови полової системи дощових черв'яків.
12. Опишіть процес запліднення дощових черв'яків.
13. Як відбувається розмноження і розвиток дощових черв'яків.
14. Опишіть ембріональний розвиток зародку дощових черв'яків.
15. Поясніть поняття внутрішня і зовнішня будова дощового черв'яка.
16. Як відбувається процес дихання дощових черв'яків ?
17. Яку роль відіграє шкірно-м'язовий мішок у процесі пересування дощових черв'яків.
18. Поясніть особливості будови травної та кровоносної і видільної систем дощових черв'яків.
19. Яку роль відіграє целом у організмі дощових черв'яків

МОДУЛЬ III

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ТА ПРИЙОМИ РОЗВЕДЕННЯ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ

ЛЕКЦІЯ 7

СУБСТРАТИ ДЛЯ ВЕРМІКУЛЬТУРИ

1. Агроєкологічні вимоги до поживного субстрату
2. Види субстрату, їх компоненти
3. Ферментація субстрату

1. Агроєкологічні вимоги до поживного субстрату. Підготовка субстрату є однією з основних ланок у технологічному циклі вермикомпостування. Субстрат для черв'яків має подвійне значення:

- по-перше, це середовище для існування;
- по-друге, це корм, завдяки якому забезпечується певний рівень їх життєдіяльності.

Тому від виду субстрату і співвідношення його окремих компонентів та багатьох інших факторів залежить загальний стан популяції черв'яків, інтенсивність перероблення відходів, розмноження і нагромадження біомаси черв'яків, властивість і кількість біогумусу.

Поживний субстрат є ключовим елементом агроєкосистеми, оскільки він забезпечує рослини водою, елементами мінерального живлення, повітрям і створює умови для розвитку кореневої системи та ґрунтової біоти. Агроєкологічні вимоги до поживного субстрату спрямовані на досягнення високої продуктивності сільськогосподарських культур за одночасного збереження екологічної рівноваги та родючості ґрунтів.

Поживний субстрат повинен відповідати комплексу агроєкологічних вимог: мати оптимальні фізичні, хімічні та біологічні властивості, бути екологічно безпечним і сприяти довготривалому збереженню родючості. Дотримання цих вимог є основою сталого сільського господарства.

Фізичні вимоги. Поживний субстрат повинен мати оптимальну структуру та щільність. Добра агрегатна будова забезпечує:

- достатню аерацію кореневої зони;
- оптимальний водно-повітряний режим;
- легке проникнення коренів у глибші шари.

Надмірна ущільненість призводить до погіршення газообміну та розвитку корених гнилей, а занадто пухкий субстрат – до швидкої втрати вологи та поживних речовин.

Хімічні вимоги. Важливим показником є реакція середовища (pH). Більшість культур краще розвиваються за слабокислої або нейтральної реакції ґрунту. Крім того, субстрат має містити:

- достатню кількість макроелементів (азот, фосфор, калій);

- необхідні мікроелементи (залізо, марганець, цинк, мідь тощо);
- низький вміст токсичних сполук і важких металів.

Баланс елементів живлення є агроекологічною умовою запобігання деградації ґрунтів та забрудненню навколишнього середовища.

Біологічні вимоги. Поживний субстрат повинен бути біологічно активним. Наявність корисної мікрофлори та фауни (бактерій, грибів, дощових черв'яків) сприяє мінералізації органічної речовини, утворенню гумусу, підвищенню доступності поживних елементів для рослин. Екологічно збалансований субстрат не повинен містити збудників хвороб або насіння бур'янів у небезпечних кількостях.

Екологічна безпека та стійкість. З агроекологічної точки зору поживний субстрат має бути екологічно безпечним і стійким до деградаційних процесів. Це означає:

- мінімальне використання хімічних добрив і пестицидів;
- перевагу органічним та біологічним джерелам живлення;
- здатність субстрату до самовідновлення родючості.

Відповідність культури та умовам вирощування. Агроекологічні вимоги до поживного субстрату залежать від біологічних особливостей культури та технології вирощування (відкритий ґрунт, теплиці, гідропоніка). Тому склад і властивості субстрату мають адаптуватися до конкретних умов регіону та культури.

Черв'яки поїдають практично всі органічні відходи, зменшуючи їх об'єм приблизно на 50 %, при цьому підвищують їх поживну цінність. Для годівлі бажано використовувати суміші різних компонентів: гній тварин, рослинні рештки та ін.. До компонентів включають відходи паперу, целюлози, дерев'яну стружку, листя і стебла рослин, траву, відходи харчового і текстильного виробництва, вичавки під час виробництва соків, фільтровані залишки зерна, органічні відходи бавовни та ін. Черв'яки добре розвиваються на відходах пивоварної, паперової промисловості, на картопляному лушпинні і грибному компості. Надлишковий активний мул на спорудах біологічного очищення стічних вод і осад, отриманий у процесі утворення біогазу, також придатні для цієї мети.

Основою раціону для годівлі черв'яків повинен бути гній, до якого можна додати у тій чи іншій пропорції інші органічні компоненти, але при цьому треба враховувати характер годівлі черв'яків і кожний компонент корму подрібнювати, розмочувати і, в кінцевому результаті, піддавати процесам гниття і ферментації. Особливо швидко розвиваються черв'яки на гної з додаванням целюлозно-паперових відходів. Враховуючи фізичні і хімічні характеристики гною, до нього додають інші органічні компоненти, старанно перемішують, зволожують і укладають у бурти.

2. Види субстрату, їх компоненти. *Кінський гній* добрий і для стратифікації, і для годівлі черв'яків, тому що містить значну кількість целюлози. Процеси ферментації у ньому тривають упродовж 5–6 місяців.

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

Свинячий гній краще використовувати після промивання, розведення водою і відділення твердого осаду на центрифугі або у відстійнику. Тверду фракцію витримують у кагатах 9–10 місяців. Для запобігання розповсюдження неприємного запаху і пришвидшення процесу ферментації гній потрібно добре поливати і вкривати поліетиленовою плівкою, гноївку змішують із соломою або тирсою. Під час наступної діяльності дощових черв'яків гнойова маса перетворюється на добрий біогумус.

Овечий гній забирають з кошар один раз на рік. Злежану, затверділу масу, складену на площадці, рекомендують добре промити, після чого скласти шаром 40–50 см і витримати 3–4 місяці, поки не дозріє. Під час компостування гній потрібно періодично поливати.

Кролячий гній добре переробляють дощові черв'яки. Його вкладають у катати або траншеї, де відбувається попереднє компостування, у процесі якого виділяються аміак і метан. Якщо кролячий гній зібрати окремо від сечі тварин, то його можна використати без попередньої підготовки.

Пташиний послід необхідно використовувати для підготовки змішаних, складних компостів з періодом ферментації 16–24 місяці.

Харчові відходи очищають від скла, металу, поліетилену, потім їх подрібнюють, додають речовини, які сприяють аерації та регулюванню кислотності, і перемішують. Підготовлену масу використовують для годівлі дощових черв'яків.

Використовують як субстрат для годівлі дощових черв'яків рослинні відходи (солому, відходи овочів, садів, соняшникове лушпиння та ін.), відпрацьовані відходи грибного субстрату, відходи пивоварної і консервної промисловості, м'ясокомбінатів, осад стічних вод та ін.

Для встановлення оптимального співвідношення компонентів у субстраті для годівлі черв'яків користуйтеся наступною методикою:

- а) визначення вологості кожного компонента;
- б) визначення маси вологопоглинача на 1 т гною (посліду) для отримання суміші вологістю 50–60 % за формулою 1:

$$M_{\text{гн}} = (W_z - W_c) / (W_c - W_{\text{гн}}) \quad (1)$$

де $M_{\text{гн}}$ – маса вологопоглинача, т;

W_z , W_c , $W_{\text{гн}}$ – вологість гною (посліду), суміші і вологопоглинача відповідно, %;

- в) за необхідності доводять вологість до необхідної додаванням до суміші більш сухого або вологого компонента;

- г) визначають уміст азоту і вуглецю у кожному з компонентів (в % на суху речовину). Переводять показник умісту С та N з одиниць на суху речовину в показник на натуральну вологість за формулою 2:

$$X = a \times (100 - w) / 100 \quad (2)$$

де X – показник на натуральну вологу, %;

a – показник на суху речовину, %;

w – вологість матеріалу, %.

Для зворотного переведення використовують формулу 3:

$$X = (a \times 100) / (100 - w) \quad (3)$$

Розраховують кількість (кг) азоту і вуглецю в масі кожного з компонентів суміші;

д) розраховують загальну масу (кг) азоту в усіх компонентах суміші і загальну масу (кг) вуглецю в усіх компонентах суміші;

с) зіставляють отримані величини і розраховують співвідношення маси азоту до маси вуглецю. Воно повинно бути в межах 1:25–1:30;

ж) за необхідності здійснюють коригування маси компонентів у суміші унаслідок додавання компонентів з більш високим (низьким) вмістом одного з вищеназваних елементів.

Упродовж 2007–2009 рр. в асоціації «Біоконверсія» було виконано експериментальні і виробничі дослідження з вивчення впливу різних видів субстрату на розвиток вермикультури за дотримання оптимальної вологості і температури, в результаті було встановлено оптимальні співвідношення компонентів у субстраті:

Варіант 1 – 60 % гною ВРХ, 10 % кінського гною, 30 % по-дрібненої соломи;

Варіант 2 – 40 % гною ВРХ, 40 % пташиного посліду, 20 % листя;

Варіант 3 – 30 % гною ВРХ, 20 % гною свиней, 25 % осаду очисних споруд, 5 % цеоліту, 20 % тирси;

Варіант 4 – 60 % гною ВРХ, 15 % відходів цукрового заводу, 20 % відходів консервного цеху, 5 % піску;

Варіант 5 – 60 % гною ВРХ, 15 % відходів цукрового заводу, 20 % органічних відходів м'ясокомбінату, 5 % піску.

Рівні біоконверсії органовмісних відходів при вермикомпостуванні в біомасу дощових черв'яків від 4 до 10 %.

3. Ферментація субстрату є одним із ключових і обов'язкових етапів підготовки органічної сировини до використання у вермикультивуванні. Від правильності та повноти перебігу цього процесу безпосередньо залежать життєздатність дощових черв'яків, інтенсивність їх росту й розмноження, а також якість кінцевого продукту – біогумусу. Ферментація субстрату – це сукупність мікробіологічних і біохімічних процесів розкладання органічних речовин під дією бактерій, грибів та актиноміцетів. У ході ферментації складні органічні сполуки (целюлоза, геміцелюлоза, білки, жири) поступово трансформуються у простіші й доступніші форми, що можуть бути безпечно спожиті дощовими черв'яками.

На початковому етапі в субстраті активно розвиваються мезофільні мікроорганізми, які розкладають легкодоступні органічні сполуки. За наявності великої кількості свіжих органічних відходів (особливо гною) можливий

перехід до термофільної фази, під час якої температура маси може підвищуватися до 50–70 °С. Саме ця фаза є небезпечною для черв'яків, тому свіжий субстрат категорично не допускається до безпосереднього заселення вермикультури.

Ферментація виконує одразу кілька важливих функцій:

- знешкодження токсичних сполук, зокрема аміаку, органічних кислот, сірководню та інших продуктів анаеробного розкладання;
- зниження температури субстрату до безпечного для черв'яків рівня;
- часткове знезараження субстрату за рахунок загибелі патогенних мікроорганізмів, яєць гельмінтів і насіння бур'янів у термофільній фазі;
- покращення фізичних властивостей – субстрат стає більш пухким, водото- та повітропроникним;
- підвищення біологічної цінності органічної маси завдяки накопиченню мікробної біомаси, ферментів і біологічно активних речовин.

Для ферментації можуть використовуватися різні види органічних відходів: гній великої рогатої худоби, коней, овець, кролів, пташиний послід (у суміші з рослинними компонентами), солома, листя, торф, відходи овочівництва, харчової та переробної промисловості. Важливою умовою є попереднє подрібнення та ретельне перемішування компонентів.

Ферментацію зазвичай проводять у буртах, ямах або контейнерах. Оптимальна вологість субстрату має становити 60–70 %, що забезпечує активну життєдіяльність мікроорганізмів. Для запобігання анаеробним процесам субстрат періодично перемішують або розпушують, забезпечуючи доступ кисню.

Тривалість ферментації залежить від складу сировини, температури навколишнього середовища та інтенсивності аерації і в середньому становить від 2–3 тижнів до 2–3 місяців.

Готовність субстрату визначають за такими ознаками: відсутність різкого запаху аміаку або гнилі; стабілізація температури до рівня навколишнього середовища; однорідна, темна, розсипчаста структура; значення рН у межах 6,5–7,5.

Правильно проведена ферментація знижує санітарно-епідеміологічні ризики, пов'язані з використанням органічних відходів. Вона є важливим етапом екологічно безпечної утилізації біомаси, запобігає поширенню патогенів і створює оптимальні умови для подальшої біоконверсії органічної речовини дощовими черв'яками.

Отже, ферментація субстрату – це не лише підготовчий, а й стратегічно важливий процес у вермикультивуванні. Вона забезпечує стабільність вермикультури, високу продуктивність черв'яків і отримання якісного, екологічно безпечного біогумусу з прогнозованими агрохімічними та біологічними властивостями.

ЛЕКЦІЯ 8

УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ

1. Інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків залежно від температури середовища
2. Інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків залежно від рівня вологості середовища
3. Вплив реакції середовища на інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків
4. Вплив аерації на інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків
5. Контроль за ростом і розвитком вермикультури

Великий вплив на стан дощових черв'яків та їх продуктивність мають фізичні фактори: температура, вологість, кислотність, уміст кисню, щільність. Адже за наявності достатньої кількості корму і сприятливих умов для існування похибка у дотриманні якого-небудь з екологічних чинників може призвести до пригнічення фізіологічних функцій, зменшення продуктивності і навіть загибелі черв'яків.

1. Інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків залежно від температури середовища. Для успішного вермикультивування потрібний не тільки компост, який має необхідні поживні речовини. Інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків перебуває у прямій залежності від температури середовища існування і відповідної їй температури тіла самих черв'яків. У різних видів черв'яків температурний оптимум залежить від умов, до яких тварини адаптуються у процесі еволюції впродовж тривалого часу.

Гнойові черв'яки мають досить звужену екологічну специфічність. У ґрунті вони не перезимовують, оскільки не витримують мінусових температур і гинуть у перші дні промерзання ґрунту. Теоретична точка біологічного нуля для розвитку ембріонів *Eisenia fetida* близько 5,6 °C. В субстраті за температури 3–4 °C черв'яки не тільки зберігають рухливість, але й живляться. Після перших осінніх приморозків вони мігрують у глибші шари субстрату, але не проникають у щільний ґрунт.

Унаслідок слабкої гідродинамічної будови органа для риття нір *Eisenia fetida* знаходяться на межі субстрату і землі і не здатні зариватися у більш глибокі, щільні шари. До температури, близької до 0 °C, черв'яки добре адаптуються і перезимовують у компості під снігом. Вивезені з гноєм на поля черв'яки взимку гинуть і не можуть довго формувати існуючі популяції.

Багато черв'яків на полях без рослинного покрову гинуть під час ранніх осінніх приморозків. У цей час навіть близькі до нуля температури є згубними,

тоді як взимку без шкоди переносять температури, на декілька градусів нижчі за нуль. За температури 23 °С спостерігається схилення до більш прохолодних

умов, за ще вищої температури черв'яки гинуть, а за температури 5 °С кишківник звільняється від умісту корму і проходить підготовчий період до стану зимового спокою.

Спостереження за молодими черв'яками впродовж 200 днів показали залежність їх росту від температурних умов. *Eisenia fetida* росте з максимальною швидкістю за температури 20–25 °С. Температура 30 °С і вище є згубною, особливо за надлишкової вологості субстрату.

За температури 30 °С зменшується активність і маса тіла черв'яків унаслідок збільшення виділення захисного слизистого секрету у відповідь на температурний подразник. За температури 37 °С черв'яки гинуть. Найбільш сприятлива температура субстрату 28 °С, за якої підтримується висока активність і не зменшується, а збільшується маса тіла.

Температура є важливим фактором, який впливає на розвиток ембріонів і вихід молоді з коконів. Тривалість періоду інкубації зменшується з підвищенням температури.

У країнах з м'яким кліматом вермикультуру цілий рік утримують під відкритим небом. Для підтримання оптимальної температури грядки з черв'яками захищають взимку від промерзання, а влітку від прямих сонячних променів, накриваючи сіном, соломною та ін.. Для створення необхідного температурного режиму використовують ґрунтове підігрівання, укриття у вигляді тунелів із поліетиленової плівки, натягнутої на каркас. Такі пристосування дозволяють подовжити період активної діяльності черв'яків і збільшити їх продуктивність.

Для вимірювання температури використовують термометр довжиною 60 см. Оптимальними є умови для життя черв'яків за температури навколишнього середовища +19 °С. Проте відхилення температури у межах +7–10 °С від оптимальної на черв'яків не діє згубно; при зменшенні температури на 12 °С нижче оптимальної необхідно вживати заходів для збереження тепла в ложах.

2. Інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків залежно від рівня вологості середовища. У дощового черв'яка немає спеціальних дихальних органів, а його дихання відбувається через шкірний покрив тіла. З підсиханням шкіри дихання стає неможливим. Тому у штучних умовах необхідно постійно підтримувати високу вологість.

Субстрат необхідно періодично розпушувати для проникнення кисню у глибокі шари і виділення газів, що нагромаджуються, таких як аміак, метан, сірководень і CO₂.

Дослідженнями встановлено, що оптимальна вологість, за якої встановлено найбільший вихід біомаси вермикультури, становить 80 %. За такої вологості у варіанті, де до складу субстрату входило

60 % гною ВРХ, 15 % відходів цукрового заводу, 20 % відходів консервного цеху, 5 % піску, вихід біомаси вермикультури становив 6,12 кг/ложе.

Зниження вологості до 60 % сповільнює розвиток червоних дощових каліфорнійських черв'яків, а вологість нижче 60 % призводить до стрімкого зменшення біомаси. Збільшення вологості до 90 % призводить до обмеження доступу кисню у субстрат, що є наслідком розвитку анаеробних процесів розкладання субстрату, і обумовлює сповільнення росту і розвитку дощових черв'яків.

За вологості субстрату менше 30–35 % черв'яки згортаються у клубок, багато з них гине, чисельність популяції зменшується. З іншого боку, черв'яки добре витримують тривале затоплення за достатку кисню і довго зберігають життєдіяльність у субстраті.

Дослідженнями Б. Морева встановлено, що дощові черв'яки здатні витримувати високий процент втрати води, яка входить до складу їх тіла. Вони можуть повертатися до нормальної життєдіяльності після втрати вологості, яка відповідає 61,6 % маси тіла, або приблизно 73 % всієї кількості води в організмі (середній вміст води у їх тілі становить 84,1 %). За втрати понад 70 % маси тіла черв'яки не виживають.

З підсиханням компосту активність і продуктивність черв'яків зменшується, хоча вони і зберігають життєдіяльність навіть за вологості 50 % упродовж місяця. Тому у спекотний, сухий період на фермах вермикомпостування обов'язково передбачають систему водопостачання, автоматично підтримуючи необхідну вологість у середовищі існування черв'яків.

Черв'яки здатні давати приріст біомаси за вологості субстрату понад 50 %. Нижче цієї відмітки їх ріст припиняється, хоча черв'яки залишаються живими до 30 днів. За вологості менше 40 % черв'яки не здатні довго виживати. Оптимальною можна вважати вологість 70–80 %.

Статеве дозрівання черв'яків і продуктивність коконів, як і ріст їх біомаси, залежать від вологості середовища. Із збільшенням вологості зростає і активність черв'яків.

Вологість також впливає на мікробіологічну активність, що своєю чергою сприяє споживанню їжі дощовими черв'яками. Для підтримання вологості необхідне регулярне зволоження за умов забезпечення дренажу. Найбільш ефективним вважають зволоження ділянок з черв'яками стаціонарними установками, які утворюють водяну росу. Необхідно стежити за тим, щоб у воді, використаній для зволоження, не було домішок гербіцидів та інших хімічних препаратів, які можуть призвести до загибелі черв'яків.

Контроль за вологістю субстрату необхідно здійснювати щодня. Її можна визначати вологоміром або практичним способом: в долоню набирають субстрат і повільно стискають. За оптимальних умов він повинен пускати рідину, але не стікати з долоні. Якщо рідина не просочується між пальцями, то субстрат сухий, а якщо субстрат стікає – то перезволожений. У першому

випадку треба поливати, у другому – припинити зволоження. Оптимальною є вологість субстрату в межах 70–80 %.

Зволожувати краще зранку і ввечері. Для цієї мети зручно користуватися пульверизатором. Зайву вологу субстрату усувають різними способами. За незначного відхилення від оптимуму достатньо на деякий період часу накривати вермиложі солом'яними матами або травою, а у випадку високої вологості субстрату – вносити сухий корм (борошно, дріжджі).

У період затяжних дощів на відкритих ділянках ложі накривають плівкою. У спеку вермикультуру прикривають матами, змоченими у воді.

3. Вплив реакції середовища на інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків. Реакція середовища (рН) є одним із ключових екологічних чинників, що визначає інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків. Вона безпосередньо впливає на активність ферментних систем, обмін речовин, процеси травлення, дихання, розмноження та загальну життєздатність популяцій черв'яків.

У компості або субстраті, підготовленому для заселення чи годівлі дощових черв'яків, обов'язково необхідно контролювати показник кислотності. Для цього використовують іонметри або індикаторні матеріали, зокрема лакмусовий папір. Регулярний контроль рН дозволяє своєчасно виявляти небажані зміни середовища та запобігати пригніченню життєвих процесів черв'яків.

Оптимальним для більшості видів дощових черв'яків, що використовуються у вермикультивуванні, є нейтральне середовище з показником рН близько 7,0. За таких умов у їхньому організмі забезпечується максимальна активність травних ферментів, ефективне засвоєння поживних речовин і висока швидкість росту та розмноження. Крім того, нейтральна реакція субстрату сприяє розвитку корисної мікрофлори, яка є важливою складовою харчового ланцюга черв'яків.

За підвищеної кислотності субстрату (рН нижче 6,0) у дощових черв'яків спостерігається пригнічення фізіологічних функцій, зниження рухової активності, уповільнення росту та репродуктивної здатності. Кисле середовище негативно впливає на проникність покривів тіла, порушує водно-сольовий баланс і може призводити до загибелі особин. У таких випадках кислотність коригують шляхом внесення на поверхню субстрату порошку гашеного вапна або крейди з розрахунку близько 300 г/м². Після внесення нейтралізуючих матеріалів субстрат рясно зволожують, щоб вода рівномірно пройшла через усю товщу компосту та забезпечила вирівнювання реакції середовища.

Лужна реакція середовища (рН вище 8,0) також є несприятливою для дощових черв'яків. За таких умов порушуються біохімічні процеси, знижується активність ферментів і погіршується засвоєння органічної речовини. Тривале перебування в лужному субстраті може призвести до стресу та масового виходу черв'яків із ложа.

Допустимий діапазон кислотності для нормального функціонування дощових черв'яків становить рН 6–8. У цих межах їх організм здатний адаптуватися до незначних коливань середовища без істотного зниження біологічної активності. Таким чином, підтримання оптимальної реакції субстрату є важливою умовою ефективного вермикультивування, стабільного перебігу фізіологічних і біохімічних процесів у організмі дощових черв'яків та отримання якісної продукції – біогумусу і черв'ячної біомаси.

4. Вплив аерації на інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків. Аерація субстрату є одним із найважливіших факторів, що визначає інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів в організмі дощових черв'яків. Особливості будови цих тварин зумовлюють їхню високу чутливість до газового режиму середовища. У дощових черв'яків відсутні спеціалізовані органи дихання, а газообмін здійснюється через поверхню тіла – вологу шкіру, густо пронизану капілярами. Саме тому постійна вологість і достатнє насичення киснем є необхідними умовами їх життєдіяльності.

За висихання шкірного покриву або за нестачі кисню дихання різко ускладнюється, що призводить до порушення обміну речовин, зниження рухової активності і навіть до загибелі черв'яків. Дощові черв'яки належать до аеробних організмів, тобто таких, що потребують постійного надходження кисню для здійснення окиснювальних процесів, які лежать в основі енергетичного обміну.

У природних умовах види дощових черв'яків, придатні для вермикультивування, переважно мешкають у верхніх, добре аерованих шарах ґрунту, де забезпечується оптимальне співвідношення вологи й кисню. Саме тому в штучних умовах вирощування важливо створити подібний газовий режим. Кормовий субстрат рекомендується розміщувати відносно тонким шаром, що полегшує дифузії кисню вглиб і запобігає утворенню анаеробних зон.

Недостатня аерація призводить до накопичення в субстраті продуктів анаеробного розкладання органічної речовини, зокрема аміаку, метану, сірководню та вуглекислого газу (CO_2). Ці гази є токсичними для дощових черв'яків і пригнічують як їхні фізіологічні функції, так і активність корисної мікрофлори. Для запобігання таким негативним явищам рекомендується через кожні 2–3 дні проводити розпушування субстрату.

Розпушування забезпечує доступ кисню до глибших шарів і сприяє виведенню шкідливих газів. Для цієї мети зручно використовувати невеликі дерев'яні лопатки або інші інструменти, що не пошкоджують черв'яків. Обробку слід проводити рівномірно по всій товщині субстрату, до досягнення такої структури, коли грудочки компосту не перевищують 5–7 мм у діаметрі. Після завершення розпушування поверхню субстрату необхідно ретельно вирівняти, що сприяє рівномірному розподілу вологи та газів.

Контроль газового режиму здійснюють за допомогою киснемірів. Оптимальними для життєдіяльності дощових черв'яків вважаються умови, за яких вміст кисню в субстраті становить 11–14 %, а його щільність – близько 1,3–1,4 г/см³. За таких показників забезпечується висока інтенсивність дихання, активний перебіг біохімічних процесів, ефективне засвоєння органічної речовини та швидке накопичення біомаси.

Отже, належна аерація субстрату є визначальним чинником успішного вермикультивування, оскільки вона безпосередньо впливає на фізіологічний стан дощових черв'яків, їхню продуктивність і якість отриманого біогумусу.

5. Контроль за ростом і розвитком вермикультури. Контроль за ростом і розвитком вермикультури є обов'язковою складовою ефективного ведення вермигосподарства, оскільки дає змогу об'єктивно оцінювати стан популяції дощових черв'яків, динаміку їх розмноження та загальну ефективність процесу вермикомпостування. Систематичний моніторинг дозволяє своєчасно виявляти відхилення від оптимальних умов утримання й оперативно коригувати технологічні параметри.

До основних базових показників, що відображають екологічний стан вермикультури, належать: чисельність і щільність популяції, вікова структура, інтенсивність розмноження, співвідношення статевозрілих і молодих особин, кількість коконів, а також характер горизонтального й вертикального розподілу черв'яків у субстраті. Важливе значення мають також тимчасові коливання чисельності, пов'язані з фазами розвитку культури, сезоном, якістю кормового субстрату та мікрокліматичними умовами.

Нагромадження кількісних і якісних даних про популяцію черв'яків у поєднанні з показниками фізико-хімічного та мікробіологічного стану субстрату до заселення і в процесі культивування дає змогу комплексно оцінити перебіг вермикомпостування. Такий підхід дозволяє не лише контролювати швидкість переробки органічної маси, а й цілеспрямовано впливати на формування біогумусу, підтримувати оптимальні умови життєдіяльності черв'яків та отримувати кінцевий продукт із заданими агрохімічними й біологічними властивостями.

Методи кількісного та якісного обліку культивованих черв'яків базуються на відборі стандартних проб (облікових майданчиків) розміром 10 × 10 см. Для відбору зразків використовують тризубу городню виделку або спеціальні пробовідбірники, які забезпечують захоплення субстрату разом із черв'яками на глибину до 10 см. Це дозволяє мінімізувати пошкодження особин і отримати репрезентативні дані.

Для підвищення достовірності результатів необхідно дотримуватися таких вимог:

- облікові майданчики закладати як у центральній частині культури, так і по її периферії;
- бічні проби відбирати на відстані не менше 20 см від краю вермиложа;

- відбір матеріалу здійснювати пошарово (верхній, середній та нижній шари), оскільки кожен із них відрізняється за фізико-хімічними характеристиками субстрату та щільністю заселення черв'яками;

- облік черв'яків проводити окремо для кожного шару з фіксацією даних у протоколі;

- у процесі підрахунку розрізняти статевозрілих особин, ювенільні форми віком до 1 місяця, молодь віком від 1 до 3 місяців, а також кокони;

- після завершення пошарового підрахунку дані узагальнювати за віковими групами та для всього облікового майданчика.

На основі результатів, отриманих з усіх облікових ділянок, розраховують середньоарифметичні показники чисельності для кожної вікової групи, визначають загальну кількість черв'яків у межах окремих секцій, секторів або всього господарства. Такі обліки рекомендується проводити регулярно, як правило, один раз на місяць, відповідно до затвердженого графіка спостережень.

Особливо відповідальним етапом у вермикультивуванні є розселення черв'яків. Від правильного дотримання норм щільності залежить стабільність популяції та ефективність переробки органічних відходів. Згідно з міжнародними рекомендаціями, оптимальна чисельність черв'яків різних вікових груп за товщини шару субстрату 35–40 см не повинна перевищувати 50 тис. особин на 1 м². Перенасичення культури призводить до загострення конкуренції за корм і простір, погіршення газового режиму, накопичення токсичних продуктів обміну та, як наслідок, до зниження репродуктивної здатності й виродження вермикультури.

Отже, системний контроль росту й розвитку вермикультури є запорукою її стабільності, високої продуктивності та отримання якісного біогумусу в умовах промислового й приватного виробництва. Розселення черв'яків – дуже важливий і відповідальний період у вермикультивуванні. За міжнародними стандартами прийнято вважати, що оптимальна кількість черв'яків (різних вікових груп) на 1 м² субстрату (за товщини культури до 35–40 см) має бути до 50 тисяч. За значного перенасичення кількості черв'яків створюються несприятливі умови в культурі, що призводить до її виродження.

ШКІДНИКИ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ І ЗАСОБИ БОРОТЬБИ З НИМИ

1. Паразити та патогенні мікроорганізми дощових черв'яків
2. Вороги дощових черв'яків
3. Контроль популяцій кліщів
4. Засоби боротьби зі шкідниками дощових черв'яків

Дощові черв'яки не мають ніяких органів захисту, тому будь-яка тварина становить для них небезпеку. Головним ворогом дощового черв'яка є людина, оскільки в більшості випадків вона не знає неоціненної користі, яку приносить ця крихітна тварина, і навіть вважає, що вона шкідлива і губить рослини, поїдаючи їх коріння. Але це не так. Не існує іншої тварини, яка б, як дощовий черв'як, була такою мірою корисною для землі і всього того, що на ній вирощується. Так, черв'як дійсно поїдає коріння рослин, але тільки зігниле, повертаючи в ґрунт у вигляді цінного гумусу всі поживні речовини, солі, мінерали, ферменти й ін., яких у ній бракує.

Людина вбиває і знищує дощових черв'яків несвідомо, надмірно використовуючи такі широко розповсюджені в наш час засоби як пестициди, хімічні добрива й ін., які накопичуються в ґрунті, змінюють його хімічні властивості, збіднюючи усіма речовинами, що до того містилися, і не поповнюючи їх.

Черв'яки своїми екскрементами, які в силу характерних особливостей травлення мають нейтральну реакцію, створюють середовище, несприятливе для існування паразитів, відлякуючи їх.

Як показала практика, культивовані черв'яки не хворіють і не піддаються ніяким епідеміям. Вони можуть гинути тільки внаслідок поганого утримання. Найчастіше масову їх загибель викликає протеїнове отруєння внаслідок високого вмісту в кормі протеїну. При незакінченій ферментації субстрату в ложах утворюються токсичні гази, які призводять до загибелі і гниття черв'яків. У природних умовах, у тому числі на полях, дощові черв'яки гинуть від надмірної хімізації ґрунту.

1. Паразити та патогенні мікроорганізми дощових черв'яків. Окрему і досить серйозну загрозу для дощових черв'яків становлять паразити та патогенні мікроорганізми. Вони здатні спричиняти порушення фізіологічних процесів, зниження життєздатності, уповільнення росту й розмноження, а в окремих випадках – масову загибель особин. У природних умовах негативний вплив паразитів частково компенсується високою репродуктивною здатністю дощових черв'яків та значною просторовою різноманітністю середовища. Натомість у штучних системах вермикультивування, де щільність популяції є високою, а умови – відносно стабільними, паразитарні ураження можуть швидко набувати масового характеру й потребують постійного контролю.

На дощових черв'яках паразитують різні групи організмів, зокрема:

- найпростіші (інфузорії, амеби та інші), які можуть мешкати в порожнинах тіла або тканинах;
- нематоди, що паразитують у внутрішніх органах і живляться тканинними соками;
- планарії та інші плоскі черви, які іноді використовують дощових черв'яків як джерело живлення або проміжне середовище існування;
- личинки деяких комах, передусім мух, які проникають у тіло черв'яка й спричиняють механічні пошкодження та загибель.

Крім того, дощові черв'яки можуть виступати проміжними господарями паразитів деяких тварин і птахів, забезпечуючи складні життєві цикли гельмінтів. Тіло дощових черв'яків майже завжди заселене певною кількістю паразитичних організмів, які за нормальних умов не викликають помітних патологій. Улюбленим місцем локалізації паразитів часто є насіннєві мішки, де виявляли бактерії, спірохети та інші мікроорганізми. Водночас, за даними досліджень, заразних хвороб, небезпечних для людини або вищих тварин, збудниками яких були б ці організми у дощових черв'яків, на сьогодні не встановлено (Чекановська, 1960).

Науковими роботами доведено, що деякі види найпростіших, нематод, плоских і круглих черв'яків, а також личинки двокрилих комах можуть паразитувати в тканинах і органах дощових черв'яків, порушуючи їхній обмін речовин та знижуючи життєстійкість популяцій (Чекановська, 1960; Атлавініте, 1975; Ismail, 2005).

Окремої уваги заслуговує питання біологічної безпеки компостування та вермикомпостування. Поширеною є думка, що ці процеси є екологічно чистими й безпечними, оскільки дозволяють одночасно утилізувати органічні відходи та отримувати цінні органічні добрива. Проте потенційну небезпеку можуть становити патогенні й алергенні мікроорганізми, а також мікробні токсини. Основними джерелами поширення є бактерії, віруси, цисти та яйця кишкових паразитів фекального походження, які можуть потрапляти до субстрату разом із відходами.

Друга група ризиків пов'язана з активним розвитком мезофільних і термофільних грибів та актиноміцетів, що відіграють ключову роль у розкладанні органічної маси. Серед цих мікроорганізмів нерідко трапляються збудники інфекційних та алергічних захворювань. Незважаючи на широке поширення вермикомпостування у світі, питання ризиків для здоров'я людини, пов'язаних із ростом грибів і утворенням аерозолів у процесі вермикомпостування, залишається недостатньо вивченим.

Отже, вермикомпостування, особливо в промислових масштабах, має бути об'єктом обов'язкового санітарно-мікробіологічного та санітарно-мікологічного контролю. Це пов'язано з можливістю утворення аерозолів, що містять алергенні й патогенні мікроорганізми, а також токсичні сполуки (Жаріков і Шаланда, 2008). Лише за умови систематичного контролю можна

забезпечити безпечне функціонування вермигосподарств і високу якість кінцевої продукції.

2. Вороги дощових черв'яків. У природних екосистемах дощові черв'яки є важливою ланкою трофічних ланцюгів, тому їхнє життя постійно перебуває під загрозою з боку численних хижаків. Закони міжвидової боротьби зумовлюють те, що черв'яки виступають легкодоступним і поживним кормом для багатьох представників тваринного світу. Високий вміст білка та вологи робить їх цінним харчовим ресурсом, особливо для тварин, що ведуть ґрунтовий або напівґрунтовий спосіб життя.

Серед ссавців найбільшу небезпеку для дощових черв'яків становлять кроти, миші, полівки та щури. Кроти є спеціалізованими хижаками, раціон яких значною мірою складається саме з черв'яків. Вони здатні знищувати значну частину популяції, особливо на обмежених ділянках ґрунту. Мишоподібні гризуни активно поїдають черв'яків у періоди нестачі рослинного корму, розкопуючи верхні шари ґрунту та компосту.

Серед плазунів і земноводних ворогами дощових черв'яків є змії, ящірки, жаби та ропухи. Ці тварини полюють переважно у вологих місцях, де черв'яки часто з'являються на поверхні ґрунту, особливо після дощів або за підвищеної вологості. У цей час черв'яки стають найбільш уразливими.

Значну загрозу для дощових черв'яків становлять і птахи, зокрема шпаки, дрозди, ворони, чайки та куроподібні. Вони легко знаходять черв'яків на поверхні ґрунту або витягують їх із ходів, особливо вранці та після опадів. У місцях масового скупчення птахів чисельність черв'яків може суттєво зменшуватися.

Серед безхребетних ворогами дощових черв'яків є мурашки, жуки-хижаки, личинки мух, а також деякі види мокриць. Мурашки можуть нападати на молодих особин і кокони, пошкоджуючи їх або повністю знищуючи. Личинки комах і хижі жуки небезпечні насамперед у компостах і вермикультурах, де створюються сприятливі умови для їх розвитку. У разі масового розмноження таких організмів можливе різке скорочення чисельності популяції черв'яків.

Таким чином, дощові черв'яки мають велику кількість природних ворогів на різних рівнях трофічних ланцюгів. У природних умовах це є складовою екологічної рівноваги, тоді як у вермигосподарствах важливо враховувати можливі загрози та застосовувати захисні заходи для збереження стабільності культури й отримання високоякісного біогумусу.

3. Контроль популяцій кліщів при вермикультивуванні. У процесі вермикультивування поряд із корисними ґрунтовими організмами можуть розвиватися й небажані супутні види, зокрема білі та червоні кліщі, які здатні негативно впливати на стан популяції дощових черв'яків і ефективність вермикомпостування. За сприятливих умов кліщі швидко розмножуються і можуть перетворюватися на серйозний біологічний чинник ризику.

Білі кліщі (переважно сапрофаги) зазвичай живляться органічними рештками, грибами та бактеріями, що розвиваються у вологому й багатому на поживні речовини субстраті. За нормальних умов вони не є прямими паразитами дощових черв'яків. Проте при надмірній вологості, закисленні субстрату та надлишку корму чисельність білих кліщів різко зростає. У таких випадках вони починають концентруватися на тілі черв'яків, особливо в ділянках пояса та сегментів, викликаючи подразнення шкіри, порушення дихання через покриви тіла й загальне ослаблення організму. Масове скупчення білих кліщів може призводити до загибелі молоді та зниження репродуктивної здатності дорослих особин.

Червоні кліщі є значно небезпечнішими для вермикультури. Вони часто виступають справжніми паразитами або активними хижаками, здатними нападати на дощових черв'яків, їхню молодь і кокони. Червоні кліщі прикріплюються до тіла черв'яків, живляться тканинною рідиною або пошкоджують покриви, спричиняючи стрес, інфікування та загибель особин. Особливо вразливими є ювенільні черв'яки та кокони, що може призводити до різкого скорочення чисельності популяції.

Основними чинниками, що сприяють розмноженню білих і червоних кліщів у вермикультурі, є:

- надмірна вологість субстрату;
- порушення аерації;
- закислення середовища (низьке значення рН);
- надлишок легко розкладної органічної маси;
- відсутність регулярного розпушування субстрату;
- висока щільність культури та погана санітарія.

Боротьба з кліщами у вермикультурі має базуватися насамперед на профілактиці, а не на застосуванні хімічних засобів, які є неприйнятними через високу чутливість дощових черв'яків.

До основних заходів належать:

- Нормалізація вологості субстрату – підтримання її на рівні 70–80 %. Перезволоження є головною причиною розвитку кліщів.

- Регулювання кислотності – оптимальний рівень рН для черв'яків становить 6,5–7,5. За підвищеної кислотності рекомендується внесення крейди, доломітового борошна або подрібненої яєчної шкаралупи тонким шаром.

- Покращення аерації – регулярне розпушування субстрату сприяє зниженню чисельності кліщів і створює несприятливі умови для їх розвитку.

- Обмеження надлишкового корму – корм слід вносити невеликими порціями, уникаючи накопичення не перероблених органічних решток.

- Механічне видалення – у разі локального ураження верхній шар субстрату з найбільшою концентрацією кліщів можна зняти та утилізувати.

- Створення несприятливих умов для кліщів – короткочасне підсушування поверхневого шару субстрату ефективно знижує чисельність білих кліщів без шкоди для черв'яків.

У вермикультурі категорично не рекомендується застосування хімічних акарицидів, оскільки вони можуть спричинити масову загибель дощових черв'яків і зниження якості біогумусу.

Отже, білі та червоні кліщі є небезпечними супутніми організмами у вермикультивуванні, особливо за порушення оптимальних умов утримання черв'яків. Систематичний контроль вологості, кислотності, аерації та санітарного стану субстрату є основою ефективної профілактики й боротьби з кліщами та запорукою стабільного функціонування вермигосподарства.

4. Засоби боротьби зі шкідниками дощових черв'яків. У процесі вермикультивування дощові черв'яки можуть зазнавати негативного впливу з боку різних шкідників – як тваринного, так і мікробіологічного походження. До них належать кліщі, комахи та їхні личинки, гризуни, а також деякі хижаки й паразитичні організми. Ефективна боротьба зі шкідниками має ґрунтуватися не на хімічному втручанні, а на створенні оптимальних екологічних умов, які сприятливі для черв'яків і водночас несприятливі для їхніх ворогів.

Основним і найефективнішим засобом боротьби зі шкідниками є профілактика. Вона включає дотримання технологічних вимог до вермикультивування:

- підтримання оптимальної вологості субстрату (70–80 %);
- забезпечення нейтральної або слабколужної реакції середовища (рН 6,5–7,5);
- регулярне розпушування субстрату для покращення аерації;
- внесення корму невеликими порціями з недопущенням його закисання та гниття;
- використання попередньо підготовлених, знезаражених або добре перепрілих органічних відходів.

За таких умов більшість шкідників не може масово розмножуватися, а популяція черв'яків залишається стабільною.

До безпечних і широко застосовуваних способів боротьби належать механічні методи. У разі локального ураження верхній шар субстрату, де концентруються шкідники (наприклад, кліщі або личинки мух), знімають і видаляють. Для захисту від гризунів і комах використовують сітки, щільні кришки, піддони та бар'єри, що перешкоджають їх проникненню у вермиконтейнери або траншеї.

Короткочасне підсушування поверхневого шару субстрату також є ефективним фізичним методом зниження чисельності кліщів і дрібних комах, не завдаючи шкоди дощовим черв'якам, які можуть переміщуватися у глибші, вологіші шари.

Екологічно безпечним способом є регуляція мікробіологічного складу субстрату. Збалансована мікрофлора сприяє швидкому розкладанню органічних решток і зменшує кормову базу для шкідників. В окремих випадках ефективним є внесення нейтралізуючих матеріалів (крейди, доломітового

борошна, подрібненої яєчної шкаралупи), які знижують кислотність і стримують розвиток кліщів та личинок комах.

Застосування хімічних препаратів – інсектицидів, акарицидів або дезінфектантів – у вермикультивуванні категорично не рекомендується. Дощові черв'яки надзвичайно чутливі до хімічних сполук, і навіть незначні концентрації можуть призвести до масової загибелі популяції та втрати якості біогумусу. Тому боротьба зі шкідниками має здійснюватися виключно біологічними, механічними та агротехнічними методами.

Важливою складовою системи захисту є постійний моніторинг стану культури. Регулярні огляди субстрату, облік чисельності черв'яків і своєчасне виявлення шкідників дозволяють швидко реагувати на небажані зміни. Дотримання санітарних норм під час роботи з органічними відходами значно знижує ризик занесення шкідників у вермигосподарство.

Отже, засоби боротьби зі шкідниками дощових черв'яків ґрунтуються насамперед на профілактиці, підтриманні оптимальних умов утримання та застосуванні безпечних механічних і екологічних методів. Такий підхід забезпечує стабільність вермикультури, високу продуктивність черв'яків і отримання якісного біогумусу без шкоди для довкілля.

ОСНОВНІ ТИПИ ВЕРМИСИСТЕМ

1. Критерії класифікації вермисистем
2. Порівняльна характеристика основних типів вермисистем
3. Вибір вермисистеми залежно від мети використання
4. Перспективи розвитку вермисистем

Вермисистема – це організована сукупність технічних, біологічних і екологічних елементів, призначених для утримання дощових черв'яків, переробки органічних відходів та отримання біогумусу і черв'ячної біомаси. Вермисистеми є ключовою складовою вермикультивування та відіграють важливу роль у розвитку екологічно безпечних технологій утилізації відходів. Їх застосування сприяє замиканню біологічних кругообігів речовин і формуванню сталих агроєкосистем.

1. Критерії класифікації вермисистем. Технологічний процес вермикультивування може мати різний виробничий характер залежно від обсягу переробки органічних відходів та інтенсивності технологічного процесу та ін. параметрів.

Класифікаційна схема вермикультивування. Технологічний процес вермикультивування може мати різний виробничий характер залежно від обсягу перероблення органічних відходів, інтенсивності технологічного процесу та інших параметрів. На основі аналізу наукових праць розроблено класифікаційну схему вермикультивування і отримання вермикомпосту, за якою вермикультивування класифікують за призначенням (промислове, спеціалізоване, спеціальне), процесом вермикультивування (статичні і безперервної дії), способом утримання черв'яків (на відкритих майданчиках, у закритих приміщеннях, комбінованим способом, у спеціальних лабораторіях), рівнем і складністю технології, рівнем обсягів переробки органічних відходів (дрібно-, середньо- і великомасштабні). Важливим критерієм є тип субстрату та спосіб його внесення (порційний або безперервний), а також рівень механізації й автоматизації процесів контролю мікроклімату та збору продукції. Такий поділ на категорії є досить довільним, межі між ними досить умовні.

Промислові вермисистеми створюються для переробки великих обсягів органічних відходів і масового виробництва біогумусу. Вони можуть бути безперервними або напівбезперервними, часто оснащуються механізмами подачі субстрату, системами зволоження та контролю газового режиму. Такі системи є економічно ефективними, особливо у поєднанні з тваринницькими або харчовими підприємствами.

До спеціалізованих вермисистем належить окрема група технологічних рішень, призначених для виконання вузькоспеціалізованих завдань у сфері біологічної переробки та екологічної безпеки. Зокрема, важливе місце займають

вермифільтраційні системи, які застосовуються для біологічного очищення стічних вод. У таких установках дощові черв'яки у поєднанні з мікроорганізмами забезпечують ефективне розкладання органічних забруднювачів, зниження вмісту токсичних речовин і покращення загальних показників якості води.

Окрему категорію становлять біореакторні вермисистеми, що функціонують у контрольованих умовах і дозволяють підтримувати стабільні технологічні параметри. Вони використовуються для інтенсифікації процесів вермикомпостування, підвищення продуктивності та одержання продуктів з прогнозованими властивостями. Такі установки часто оснащуються системами автоматичного контролю й регулювання, що робить їх придатними для промислового застосування.

Крім того, спеціалізовані вермисистеми активно застосовують для переробки специфічних видів відходів, зокрема осадів очисних споруд, харчових залишків, целюлозно-паперової сировини та інших органічних матеріалів, які потребують особливого підходу. У багатьох випадках ці комплекси інтегруються з іншими біотехнологічними процесами, такими як анаеробне зброджування або компостування, утворюючи багаторівневі системи управління відходами.

Таким чином, спеціалізовані вермисистеми виконують не лише утилізаційну, а й важливу санітарно-екологічну функцію, сприяючи зменшенню негативного впливу відходів на довкілля, покращенню екологічного стану територій та впровадженню принципів сталого розвитку.

Спеціальне вермикультивування являє собою окремий напрям розвитку вермитехнологій, орієнтований на отримання продукції з підвищеними біологічно активними властивостями для подальшого використання у високотехнологічних галузях. Такий підхід передбачає суворий контроль умов вирощування, складу субстратів і санітарних норм, що забезпечує стабільну якість та безпечність кінцевої продукції.

Продукти спеціального вермикультивування знаходять застосування у медицині та фармакології, де вони використовуються як джерело біологічно активних речовин, ферментів, гумінових сполук і природних стимуляторів регенераційних процесів. У харчовій промисловості результати вермикультивування можуть слугувати основою для виробництва функціональних добавок, кормових компонентів або інгредієнтів із високою поживною цінністю.

Крім того, спеціальне вермикультивування застосовується в біотехнологіях, косметології та ветеринарії, де особливо важливими є чистота продукту та точне дотримання технологічних параметрів. Завдяки поєднанню екологічності, відновлюваності ресурсів і високої біологічної ефективності, цей напрям має значний потенціал для подальшого розвитку та розширення сфер практичного використання.

Індивідуальне вермикультивування є однією з найбільш доступних форм вирощування дощових черв'яків і широко застосовується в умовах фермерських господарств, на присадибних і дачних ділянках, а також у підвальних приміщеннях і навіть на балконах у міських населених пунктах. Такий формат дозволяє ефективно переробляти побутові та сільськогосподарські органічні відходи, отримуючи цінний біогумус і живу біомасу черв'яків без значних фінансових витрат. Індивідуальні вермигосподарства легко адаптуються до різних умов, масштабів виробництва та рівня підготовки користувачів.

Найбільш поширеним у практиці є інтенсивний спосіб вермикультивування, який спрямований на максимальне підвищення продуктивності з одиниці площі. Його сутність полягає в отриманні кінцевого продукту – біогумусу та черв'якової біомаси – у максимально стислі терміни та у значних обсягах. Досягнення таких результатів забезпечується шляхом оптимізації умов утримання, регулярного оновлення субстрату та підтримання стабільних параметрів мікроклімату.

Інтенсифікація розвитку вермигосподарства відбувається завдяки впровадженню елементів автоматизації та механізації виробничих процесів, зокрема систем подачі корму, зволоження та контролю температури. Важливу роль відіграє й раціональне використання виробничої площі, застосування багатоярусних конструкцій і компактних контейнерних систем, що дозволяє значно підвищити ефективність навіть у обмеженому просторі.

Таким чином, індивідуальне інтенсивне вермикультивування є перспективним напрямом, який поєднує екологічну доцільність, економічну вигоду та можливість гнучкого впровадження в різних умовах господарювання.

2. Порівняльна характеристика основних типів вермисистем.

Порівняльна характеристика основних типів вермисистем є важливим етапом у виборі оптимальної технології переробки органічних відходів із використанням дощових черв'яків. Порівняння вермисистем зазвичай здійснюють за показниками продуктивності, стабільності функціонування, якості отриманого біогумусу, рівня екологічної безпеки та економічної доцільності впровадження.

У даний час відомі такі основні типи технологій вермикомпостування: вермибурти, вермиложа, вермиконтейнери та вермиреактори. Кожен із зазначених типів має свої конструктивні особливості, технологічні переваги та обмеження, що визначають сферу їх практичного застосування.

Відкриті вермисистеми, до яких належать вермибурти та вермиложа, вирізняються простотою організації й невисокими фінансовими витратами на впровадження. Вони є доступними для фермерських господарств і приватних користувачів, однак значною мірою залежать від кліматичних умов і потребують сезонного коригування режимів утримання.

Закриті вермисистеми, зокрема вермиконтейнери та вермиреактори, забезпечують вищий рівень керованості процесу вермикомпостування. Вони дозволяють підтримувати оптимальні параметри мікроклімату, що сприяє

стабільній роботі системи, підвищенню продуктивності та покращенню якості кінцевого продукту.

Промислові вермисистеми, особливо вермиреактори, орієнтовані на масштабну переробку органічної сировини та відзначаються високою ефективністю й потенційною рентабельністю. Таким чином, вибір конкретної технології вермикомпостування залежить від поставлених цілей, обсягів виробництва та наявних матеріальних і фінансових ресурсів.

3. Вибір вермисистеми залежно від мети використання. Вибір вермисистеми значною мірою визначається метою її використання, масштабами діяльності та умовами експлуатації. Кожна сфера застосування висуває власні вимоги до конструкції, продуктивності та рівня керованості технологічного процесу вермикомпостування. Саме тому універсального рішення не існує, а оптимальний варіант підбирають з урахуванням конкретних завдань.

Для домогосподарств і невеликих приватних господарств найбільш доцільними є компактні контейнерні вермисистеми. Вони займають мінімум простору, прості в обслуговуванні та дозволяють ефективно переробляти побутові органічні відходи без значних фінансових витрат. Такі системи легко інтегруються в умови квартири, приватного будинку або присадибної ділянки.

Фермерські господарства, як правило, надають перевагу вермибуртам або траншейним вермисистемам, які забезпечують більші обсяги переробки органічної сировини. Ці системи добре пристосовані до використання на відкритому ґрунті або в теплицях, характеризуються відносною простотою конструкції та дозволяють отримувати значні кількості біогумусу для власних потреб або реалізації.

Промислові підприємства обирають механізовані вермикомплекси, оснащені системами автоматичного завантаження, контролю параметрів середовища та збору готової продукції. Такі вермисистеми відзначаються високою продуктивністю, стабільністю роботи та економічною ефективністю, що є важливим для безперервного виробничого процесу.

Для науково-дослідних цілей застосовують лабораторні модульні вермисистеми, які дозволяють точно регулювати температуру, вологість, аерацію та інші ключові параметри. Це забезпечує відтворюваність експериментів і дає змогу детально вивчати біологічні та технологічні аспекти вермикомпостування.

Таким чином, правильний вибір вермисистеми є запорукою ефективного використання ресурсів і досягнення поставлених цілей у сфері вермикультивування.

4. Перспективи розвитку вермисистем. Сучасний розвиток вермисистем характеризується активним впровадженням інноваційних технологій, спрямованих на підвищення ефективності та керованості процесів вермикультивування. Серед провідних тенденцій особливе місце займає автоматизація основних операцій, застосування цифрових систем моніторингу, використання сенсорів для безперервного контролю температури, вологості,

рівня кисню та інших критично важливих параметрів середовища. Це дозволяє своєчасно коригувати умови утримання та мінімізувати ризики порушення біологічних процесів.

Важливою складовою сучасного підходу є інтеграція вермисистем у модель циркулярної економіки, яка передбачає повторне використання ресурсів і зменшення кількості відходів. У цьому контексті вермикультивування розглядається як ефективний механізм замкненого циклу, де органічні залишки трансформуються у цінний біогумус і біологічно активні добрива. Такий підхід сприяє раціональному використанню природних ресурсів і зниженню негативного впливу на довкілля.

Вермикультивування набуває все більшого значення як складова концепції сталого розвитку та екологічного землеробства. Його застосування дозволяє скоротити антропогенне навантаження на екосистеми, зменшити обсяги захоронення органічних відходів і відновити природну родючість ґрунтів без використання хімічних добрив.

Вермисистеми виступають ефективним інструментом біологічної переробки органічної сировини та відтворення ґрунтових ресурсів. Грамотно підібраний тип вермисистеми забезпечує стабільність технологічних процесів, отримання високоякісної продукції та дотримання вимог екологічної безпеки. Їх широке впровадження має значний потенціал для розвитку аграрного сектору, підвищення екологічної культури виробництва та посилення заходів з охорони навколишнього природного середовища.

СПОСОБИ ОТРИМАННЯ ВЕРМИКОПОСТУ І ВЕРМИПРЕПАРАТІВ

1. Буртовий спосіб
2. Система лож, або вермилога
3. Контейнерний спосіб
4. Траншейний спосіб
5. Ящиковий спосіб
6. Способи отримання біопрепаратів із вермикомпосту

Вермикультивування – це один із ефективних і екологічно безпечних методів біоконверсії за допомогою дощових черв'яків. Вермикомпостування – це біотехнологічний процес переробки органічних відходів за участю спеціальних видів дощових черв'яків, у результаті якого утворюється високоякісне органічне добриво – вермикомпост (біогумус). Він відзначається високим вмістом доступних поживних речовин, гумінових сполук, корисної мікрофлори та біологічно активних речовин.

Біотехнологічний процес отримання вермикомпосту ґрунтується на регулюванні складу і властивостей субстрату, його температури, вологості, рівня кислотності, а також інших фізико-хімічних тонкощів. Швидкість отримання біогумусу для продажу безпосередньо залежить від кількості дощових черв'яків та способу вермикомпостування.

1. Буртовий спосіб. Це найпоширеніший і технологічно простий спосіб. **Вермибурти** – це довгі купи (різної висоти і ширини) органічного субстрату, заселені вермикультурою. Їх можна використовувати як в приміщеннях, так і поза ними, але така система вимагає великої площі землі або великих приміщень.

Спочатку з попередньо ферментованого органічного субстрату готують базовий субстрат, з нього на бетонній підлозі влаштовують подушку майбутнього вермибурту, тобто шар базового субстрату шириною 0,6–2,4 м і висотою 15–20 см. Довжина такої подушки з ферментованого органічного матеріалу лімітується довжиною майданчика для вермикомпостування або довжиною укритего опалюваного приміщення. Для того, щоб сформувати бурти від 1 до 3 м шириною, використовують фронтальний буртоукладач. Довжина бурта може бути обмежена тільки розмірами ділянки землі або приміщення.

Потім цей субстрат заселяють популяцією компостних черв'яків виду *Eisenia fetida* з розрахунку 1–2 кг (5–10 тис. особин) | м². Через 7–10 днів нашаровують зверху кормовий субстрат шаром 7–10 см і його зволожують. Ці операції повторюють регулярно, доки борт не досягне висоти вище 60 см. Умови:

- висота буртів – 0,5–1,0 м;
- вологість субстрату – 70–80 %;
- температура – +15...+25 °С;
- регулярне зволоження та захист від пересихання.



Переваги:

- низькі капітальні вкладення;
- простота організації;
- можливість масштабування.



Недоліками даної системи вермикомпостування є:

- залежність від погодних умов;
- трудомісткість відділення вермикомпосту від черв'яків;
- необхідність використання інтенсивної ручної праці;
- відчуження великих виробничих площ;
- тривалість процесу переробки відходів при істотних втратах поживних речовин від вилуговування і випаровування;
- складність контролю температури взимку.



Більш ефективною є так звана система «крокуючих» вермибуртів.

Ця система вимагає істотно меншої робочої площі, вона дещо простіша для переробки органіки. Підживлення починають нашаруванням кормового субстрату раз на 2–3 дні шаром товщиною до 5–7 см тільки з одного боку.

Рис.11.1. Система «крокуючих» вермибуртів

Зволоження бурту здійснюють також тільки з боку, на який нашаровують свіжий корм. Практично вся популяція дорослих статевозрілих особин компостних черв'яків переміщується упоперек бурту в горизонтальному напрямку в зону свіжого, вологого і аерованого субстрату.

У цій зоні, що має товщину 15–20 см, концентрація черв'яків досягає максимально можливого рівня для промислової популяції черв'яків (до 350 тисяч особин на 1 м³).

Клинова система вермикомпостування (англійський термін «Wedge vermicomposting System») була розроблена у Великобританії і є модифікацією системи стаціонарних вермибуртів. Особливість цієї технології заснована на регулярному додаванні тонких шарів (5–10 см) органічних відходів на базовий субстрат з черв'яками, що має трикутну форму з нахилом 45° від вертикального змінного бар'єра.

Система клину може бути будь-якої ширини або довжини, але повинна бути обмежена у висоті (не більше 1,2 м) для простоти обслуговування. Вона

повинна розташовуватися на бетонній підлозі або на твердій поверхні. Стартову популяцію компостних черв'яків у базовому субстраті розміщують між стінками на зразок загороди з трьома сторонами, торцева сторона якої і є тим самим змінним бар'єром. Тому клинову систему вермикомпостування можна назвати системою тристороннього короба або загороди. Органічні відходи нашаровують поступово доти, доки не сформуються бурти з кутом нахилу 45° .

Бурти можуть розміщувати у закритих приміщеннях і поза ними на відкритих майданчиках, але в останньому випадку необхідно накривати їх брезентом, спеціальною плівкою або шаром компосту, щоб уникнути втрат поживних речовин за рахунок їх вилигування.

2. Система лож, або вермиложа (англійський термін «bed vermicomposting system») полягає в тому, що вермикультура знаходиться укладеною між 4-ма стінками, чим відрізняється від клинової системи з трьома стінками, а підгодівля вермикультури відбувається подачею корму зверху.

Ложа розташовують зазвичай на підлозі або на землі, але часто всередині неопалюваної будівлі. Ложа краще розташовувати на ділянках з певним ухилом для забезпечення гарного стоку води під час дощів і запобігання утворення калюж. Крім того, бажано, щоб підстилаючий ґрунт був піщаний або кам'янистий.

Дощові черв'яки дуже бояться вітру, тому слід вибирати місця, захищені від нього або огороджувати вермигосподарство насадженнями дерев і чагарників.

Площа земельної ділянки ділиться на основні зони:

- **Зона накопичення, підготовки та зберігання субстрату** – розташовується в нижній частині ділянки з метою запобігання потрапляння дощових вод з даної зони в зону виробництва копроліта. У ній можна передбачити гноєзбірники, а зібрані в них стоки використовувати для поливу субстрату.

- **Зона виробництва копроліта** – займає основну частину ділянки. У ній розташовуються ложа для вирощування вермикультури і виробництва копроліта і джерело води.

За схемою, запропонованою американськими дослідниками, черв'яки містяться на бетонованих майданчиках, в траншеях шириною 2 м і глибиною 0,3–0,4 м, ложах, площею 2 м^2 (2×1) і висотою 15–30 см.

Всі розрахунки, пов'язані з облаштуванням гряд, годівлею черв'яків, доглядом за ними, збиранням вермипродукції, виконують з посиланням на так зване стандартне ложе розміром $2 \times 1 \times 0,4 \text{ м}$, або площею 2 м^2 . Максимальний об'єм повністю заповненого вермиложа становить $0,8 \text{ м}^3$. На одному гектарі можна розмістити близько тисячі таких лож (Ferruzzi, 1984).

Якщо відстань між бічними стінками становить 2 м, то через кожен 1 м роблять позовжні перегородки з дощок. Довжина ложа поза приміщеннями

може сягати 50 м. Для зручності обслуговування лож між ними повинні бути передбачені проїзди для техніки (рис. 11.2).

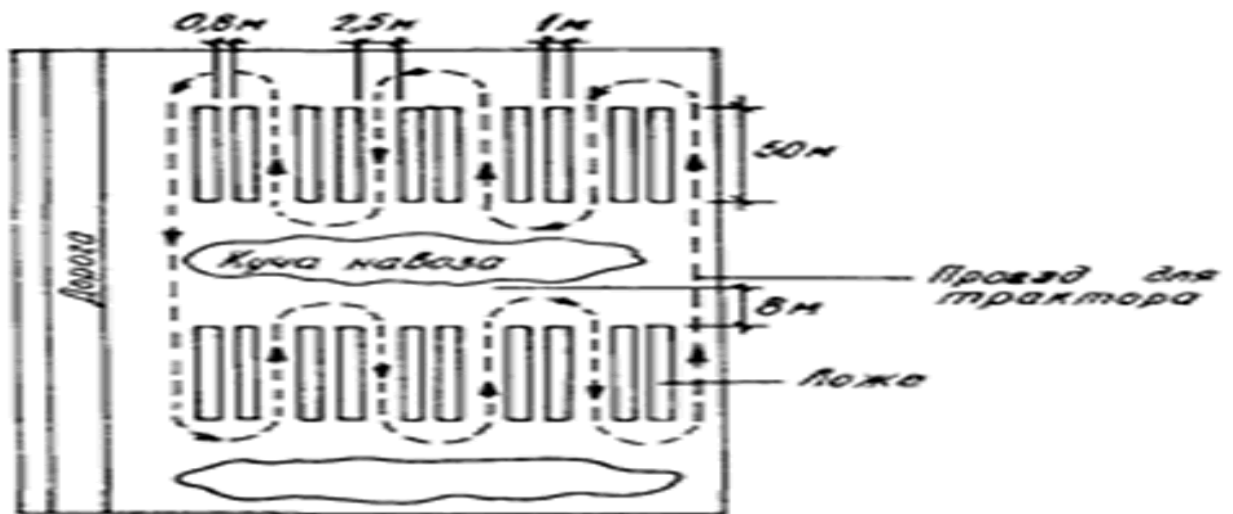


Рис. 11.2. Схема ділянки для вермикультивування

Якщо лежа розміщені у приміщенні площею, що дозволяє використання техніки, то як на початку, так і наприкінці рядів лож необхідно спланувати вільні місця (майданчики) для проїзду та розвертання механічних засобів.

При всіх підрахунках для визначення продуктивності, годування, розмноження та ін. прийнято виходити з того, що стандартне ложе містить 100 000 компостних черв'яків на різній стадії розвитку. Одне таке ложе може виробляти щорічно до 1,0–1,2 тонни вермикомпосту і до 30–50 кг біомаси компостних черв'яків.

Збирання вермикомпосту може бути найлегшим з використанням горизонтальних переміщень компостних черв'яків. Для збирання компостних черв'яків оператор не додає корму до одного з вермилогів упродовж декількох тижнів. Це дозволяє черв'якам за цей період переробити органічні речовини і потім мігрувати до сусіднього вермилога.

З такого вермилога, покиненого компостними черв'яками, видаляють вермикомпост і потім заповнюють базовим субстратом для продовження годування вермикультури. Цю процедуру повторюють регулярно на основі ротації.

Більш удосконаленою системою вермилога стала так звана система ванни («batch vermicomposting system»).

Ця система відрізняється тим, що торці стінки такого вермилога-ванни є зйомними. Зазвичай таку технологію використовують поза приміщенням. На бетонованому майданчику споруджують з бетонних блоків бічні стінки заввишки 60–80 см. Відстань між ними має бути такою, щоб усередину можливий був заїзд спеціальної техніки (фронтального трактора-навантажувача) для збирання біомаси компостних черв'яків і вермикомпосту.

Довжина таких пристроїв обмежується тільки розмірами робочого майданчика. На дно майданчика між бічними стінками кладуть шар попередньо підготовленого базового субстрату товщиною до 15 см. Торцеві стінки ставлять

на свої місця, і виходить «ванна» у вигляді паралелепіпеда. Базовий субстрат інокують вермикультурою по 10 000 дорослих черв'яків на 1 м².

Після виходу черв'яків вглиб субстрату починають регулярну підгодівлю зверху кормовим субстратом шаром по 5–7 см зі зволоженням.

Коли вся ємність заповниться органічним субстратом, для збирання вермикультури накладають шар свіжого корму на всю поверхню вермиложа. Через 5–7 днів видаляють одну торцеву стінку і за допомогою ковша фронтального трактора-навантажувача знімають верхній шар корму разом з компостними черв'яками (близько 10 см), який використовують для інокуляції нового підготовленого вермиложа.

Потім за допомогою фронтального трактора-навантажувача вибирають увесь вермикомпост до дна і перевозять на наступну технологічну ділянку.

Фронтальний трактор-навантажувач просувається потім вглиб ложа на звільнене місце і операції зі зняття верхнього шару з вермикультурою і видалення вермикомпосту повторюють доти, доки увесь вміст ложа не буде поділено і вибрано, перевезено на технологічні ділянки для подальшого їх перероблення.

Вермиреактори розроблені в результаті удосконалення системи вермиложа. Органічні матеріали щодня укладаються шарами поверх вермиложа, розміщеного на сітці або решітці. Вермикомпост подається знизу вермиложа за допомогою рухомого скребка, розташованого під сіткою, і падає вниз в приймач, розміщений на підлозі.



Ці системи можуть бути двох типів: - прості, які управляються вручну оператором;

- повністю автоматизовані, мають датчики для контролю показників вологості і температури.

Для досягнення максимальної продуктивності такі вермиреактори повинні розміщуватися в закритих приміщеннях. Вартість вермиреактора дорівнює вартості біоферментатора для переробки подібної кількості органічних відходів за допомогою термофільних мікроорганізмів.

Рис. 11. 3. Вермиреактор безперервної дії

Реактори безперервної дії – одна з кращих систем виробництва біогумусу (вермикомпосту).



Переваги:

- низькі трудовитрати;
- відносно малі площі;
- легкість збору вермикомпосту без черв'яків.



Недоліки:

- потрібно кваліфіковану працю;
- часті поломки;
- великі капітальні витрати;
- потрібно грамотне управління;
- часте технічне обслуговування.

3. **Контейнерний спосіб** вермикомпостування є одним із найбільш універсальних і технологічно керованих методів отримання вермикомпосту. Він передбачає використання спеціальних ємностей – вермиконтейнерів, які можуть суттєво відрізнятися за розмірами, конструкцією та рівнем автоматизації. Залежно від масштабів виробництва розрізняють малі (побутові) та великі (промислові) контейнерні системи.

Малі вермиконтейнери широко застосовуються у приватних будинках, квартирах, на дачах і в навчальних закладах. Вони дозволяють ефективно переробляти кухонні органічні відходи, одночасно отримуючи якісне органічне добриво та зменшуючи кількість сміття. Завдяки компактності, відсутності неприємних запахів і простоті догляду такі системи стали доступними для широкого кола користувачів.

Великі контейнерні системи використовуються у фермерських господарствах, на підприємствах органічного землеробства та в промисловій вермиіндустрії. Вони призначені для переробки значних обсягів органічної сировини та вирощування біомаси дощових черв'яків у комерційних цілях. Часто такі системи мають модульну будову, що дає змогу легко збільшувати виробничі потужності без суттєвих змін у технології.

Терміни «вермикомпостер» і «вермиконтейнер» часто використовуються як синоніми, однак між ними існує умовна різниця, яка пов'язана насамперед з функціональним призначенням, конструкцією та сферою застосування.



Рис. 11. 4. Вермикомпостер WORM WORLD

Вермикомпостер – це пристрій або система, спеціально призначена для процесу вермикомпостування, тобто переробки органічних відходів дощовими черв'яками з метою отримання вермикомпосту.

Основні ознаки:

- орієнтований на готовий продукт – біогумус;
- зазвичай має багаторівневу або касетну конструкцію;
- оснащується дренажем для відведення рідини (вермиचाю);
- зручний для побутового та навчального використання;
- часто виготовляється серійно як готовий продукт.

Типове застосування:

- квартири та приватні будинки;
- школи, дитячі гуртки, екоцентри;
- малі фермерські господарства.

Вермиконтейнер – це більш узагальнене поняття, яке означає будь-яку ємність, пристосовану для утримання дощових черв'яків і органічного субстрату.

Основні ознаки:

- може мати просту або складну конструкцію;
- використовується як для компостування, так і для вирощування біомаси черв'яків;
- може бути саморобним (ящик, бочка, лоток) або промисловим;
- застосовується як у побутових, так і в промислових умовах.

Типове застосування:

- вермиферми;
- промислове виробництво;

- експериментальні та дослідні установки.

Контейнерний спосіб активно застосовується в освітніх і демонстраційних проєктах. У шкільній практиці вермиконтейнери використовують як ефективний інструмент екологічної освіти, формування у дітей відповідального ставлення до відходів, ресурсів і навколишнього середовища. Спостереження за життєдіяльністю дощових черв'яків сприяє розвитку екологічного мислення та практичних навичок сталого природокористування.

Цікавим прикладом широкого впровадження контейнерних технологій є Австралія, де популярними стали вермикомпостуючі туалети, встановлені у міських парках та зонах відпочинку. Вони забезпечують екологічно безпечну утилізацію органічних відходів і водночас сприяють отриманню цінного органічного продукту без шкоди для довкілля.

Суть методу полягає в тому, що процес вермикомпостування відбувається у закритих або напівзакритих контейнерах чи модульних системах із контрольованими параметрами середовища. Регулювання температури, вологості та аерації створює оптимальні умови для життєдіяльності дощових черв'яків, прискорює переробку органічної маси та забезпечує стабільну якість готового вермикомпосту незалежно від зовнішніх кліматичних умов



. Рис. 11. 5. Вермикомпостери

✚ Переваги цих систем:

- доступність, так як можна використовувати вермикомпостери різних типів і розмірів – від простого дерев'яного або пластикового ящика до багатоярусного контейнера;
- можливість переробки значної кількості органічних відходів безпосередньо на місці (вдома, в саду), що усуває їх відправку на смітник;
- висока продуктивність;
- стабільна якість вермикомпосту;
- цілорічне виробництво.

✚ Недоліки цих систем :

- значні початкові інвестиції;
- потреба у технічному обслуговуванні;

- одним з основних недоліків є проблема появи мух.

4. **Траншейний спосіб.** Поширений у регіонах з теплим кліматом.

Суть методу: Органічну масу закладають у траншеї глибиною 0,5–1 м, де створюються стабільні мікрокліматичні умови для черв'яків.

Переваги:

- захист від перегріву та замерзання;
- менші витрати на зволоження.

Недоліки:

- складність механізації;
- ризик підтоплення.

5. Ящиковий спосіб. Застосовується у фермерських і приватних господарствах. Ящичні системи вермикомпостування (англійський термін «box vermicomposting systems») було докладно описано ще 1947 року у книзі Т. Барретта для фермерів (Barrett, 1947) і М. Еппельхоф для школярів і садівників (Appelhof, 1977).

Для цього можна використовувати дерев'яні або пластикові ящики, коробки або кошики різного розміру.

Ящики з вермикультурою не повинні бути великими і важкими, бо їх необхідно знімати і переміщувати вручну для обслуговування, або використовувати для цих потреб вантажопідійомники, коли вони повністю заповнені вологим субстратом з вермикультурою.

Дерев'яні ящики розміром 36*40*12 см, виготовлені з тонких дощок, встановлюють на полиці по 4–10 штук таким чином, щоб між ящиками, які знаходяться один над одним, залишався проміжок для надходження повітря.

У дні ящика необхідно зробили 4–5 отворів діаметром 2–3 см. У наповнені компостом ящики укласти по 400–600 черв'яків, або 200–300 коконів розсипати в ящик на компост і посипати зверху шаром землі 2–3 см.

Зверху ящики прикривають мішками або ряднинами. Полиці необхідно захищати від прямих сонячних променів і регулювати температуру субстрату у межах 20–25 °С. Помірним поливанням компосту підтримують постійну вологість.

Один раз на місяць ящики знімають з полиці і перевертають над столом, шириною 75–90 см, проводиться вибір черв'яків та коконів.

Суть методу: Черв'яків утримують у дерев'яних або пластикових ящиках з отворами для вентиляції та дренажу. Субстрат закладають шарами.

Переваги:

- компактність;
- можливість використання в приміщеннях;
- зручність догляду.

Недоліки:

- обмежені обсяги виробництва;
- потреба в постійному контролі.

6. Способи отримання біопрепаратів з вермикомпосту. Біопрепарати з вермикомпосту – це рідкі або сухі продукти, що містять комплекс біологічно активних речовин, корисну мікрофлору, гумінові сполуки, ферменти та природні стимулятори росту. Їх отримують шляхом спеціальної обробки вермикомпосту з метою вилучення та концентрації активних компонентів. Такі біопрепарати широко застосовуються в рослинництві, ґрунтознавстві та екологічному землеробстві.

Найпоширенішим і технологічно простим способом отримання біопрепаратів є водна екстракція. Вона ґрунтується на здатності води розчиняти й переносити водорозчинні біологічно активні речовини вермикомпосту. Для цього дозрілий, добре стабілізований вермикомпост змішують з чистою, бажано нехлорованою водою у співвідношенні від 1:5 до 1:20. Суміш витримують впродовж 12–48 годин при періодичному перемішуванні або аерації. У процесі екстракції у воду переходять гумінові та фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, фітогормони, ферменти та частина корисних мікроорганізмів. Після відстоювання або фільтрації отримують рідкий біопрепарат, який застосовують для поливу ґрунту, обробки насіння або позакореневого підживлення рослин.

Більш удосконаленим методом є аеробне екстрагування, відоме як отримання аерованого вермичаю. Суть методу полягає в активному насиченні водного екстракту киснем за допомогою компресорів або аераторів. Під час аерації створюються сприятливі умови для розвитку корисної аеробної мікрофлори – бактерій, актиноміцетів та мікроскопічних грибів. У результаті біопрепарат набуває високої біологічної активності, антагоністичних властивостей щодо фітопатогенів та вираженого стимулювального ефекту. Такий продукт особливо ефективний для профілактики грибних і бактеріальних захворювань рослин та відновлення мікробіологічної активності ґрунтів.

Ще одним способом є ферментативне та мікробіологічне збагачення екстрактів вермикомпосту. На цьому етапі до водних витяжок додають культури корисних мікроорганізмів (азотфіксувальних, фосфатмобілізувальних, целюлозоруйнівних бактерій), а також поживні добавки природного походження (патока, м'яса, екстракти рослин). Це сприяє активному розмноженню мікрофлори та накопиченню вторинних метаболітів – антибіотиків, ферментів і регуляторів росту. Отримані біопрепарати мають комплексну дію: стимулюють ріст рослин, покращують живлення, підвищують стійкість до стресів і пригнічують розвиток патогенів у ґрунті.

Для тривалого зберігання та транспортування застосовують сушіння вермикомпосту з подальшим подрібненням і гранулюванням. Із таких форм готують сухі біопрепарати або концентрати, які перед використанням розчиняють у воді. Хоча частина мікрофлори при сушінні втрачається, гумінові речовини та мінеральні компоненти зберігають високу активність.

Заключним етапом отримання біопрепаратів є фільтрація та стабілізація. Видалення грубих частинок забезпечує однорідність продукту та зручність

застосування. Для подовження терміну зберігання іноді застосовують біологічно безпечні стабілізатори або зберігають препарати за пониженої температури.

Таким чином, біопрепарати з вермикомпосту можна отримувати різними способами – від простих водних витяжок до складних аеробних і мікробіологічно збагачених систем. Усі ці методи спрямовані на максимальне збереження та концентрацію біологічно активних компонентів вермикомпосту, що робить такі препарати ефективним інструментом екологічно безпечного землеробства та відновлення родючості ґрунтів.

ПРИГОТУВАННЯ ВЕРМИКОПОСТУ НА ПРИСАДИБНИХ ТА ДАЧНИХ ДІЛЯНКАХ

1. Значення вермикомпостування для власників присадибних і дачних ділянок
2. Сировина для приготування вермикомпосту
3. Вибір місця та типу вермисистеми
4. Заселення черв'яків
5. Догляд за черв'яками
6. Використання вермикомпосту

1. Значення вермикомпостування для власників присадибних і дачних ділянок. Вермикомпостування – це біотехнологічний процес переробки органічних відходів за допомогою дощових черв'яків та супутньої мікрофлори з утворенням високоякісного органічного добрива – вермикомпосту (біогумусу). Приготування вермикомпосту на присадибних і дачних ділянках є ефективним способом утилізації органічних відходів та підвищення родючості ґрунтів. Дотримання простих технологічних вимог дозволяє отримати якісне органічне добриво з мінімальними витратами, сприяючи екологізації сільського господарства та сталому використанню природних ресурсів. Така технологія особливо придатна для використання на присадибних і дачних ділянках, у приватних господарствах та навіть у квартирних умовах.

Використання вермикомпосту в домогосподарствах сприяє покращенню структури ґрунту земельних ділянок, підвищенню в них умісту гумусу, активізації ґрунтової біоти та зменшенню потреби в мінеральних добривах.

2. Сировина для приготування вермикомпосту. Для отримання високоякісного вермикомпосту на присадибних, садових і дачних ділянках використовують різноманітні органічні відходи рослинного та тваринного походження. Вони слугують поживною основою для життєдіяльності дощових черв'яків і забезпечують формування цінного органічного добрива.

Основними видами сировини є кухонні відходи рослинного походження – очистки овочів і фруктів, залишки чаю та кавової гущі. Широко застосовують також скошену траву й бур'яни без насіння, опале листя, соломку та подрібнені гілки дерев і кущів. Як джерело азоту використовують перепрілий гній великої рогатої худоби, коней або кролів. Додатково допускається використання паперу та картону без фарб, ламінування чи полімерних покриттів.

Перед закладанням у вермикомпостер сировина повинна пройти відповідну підготовку. Рослинні рештки рекомендується подрібнювати для прискорення процесів розкладання та рівномірного заселення черв'яками. Свіжоскошену траву та зелену масу доцільно злегка підв'ялити, щоб уникнути

закисання компостної маси. Сухі матеріали (солома, листя, папір) необхідно зволожувати до помірно вологого стану.

Гній тваринного походження обов'язково повинен бути попередньо перепрілим або напівперепрілим, оскільки свіжий гній може спричинити перегрів субстрату та загибель черв'яків. Папір і картон перед використанням подрібнюють і замочують у воді для пом'якшення структури.

Усі компоненти компостної суміші мають бути очищені від сторонніх домішок, пластику, скла та металу. Не допускається використання м'ясних, рибних, жирних і солоних відходів (дод. А), а також сировини з ознаками плісняви, гниття або хімічного забруднення. Дотримання цих вимог забезпечує оптимальні умови для життєдіяльності дощових черв'яків і сприяє отриманню екологічно безпечного вермикомпосту.

3. Вибір місця та типу вермисистеми. Місце повинно бути захищене від прямих сонячних променів, пересихання та затоплення.

На присадибних і дачних ділянках вермикомпостування можна організувати (дод. Б):

- у контейнерах або ящиках;
- у компостних купах (вермибуртах);
- у траншеях або ямах;
- у підсобних приміщеннях (сараях, підвалах).



Для розведення черв'яків у домашніх умовах найчастіше використовують дерев'яні або пластикові ящики висотою 30–40 см. У теплий період року можливе культивування у відкритому ґрунті – на грядках або в компостних купах. Для невеликого господарства достатньо площі близько 2 м².

Важливо забезпечити захист черв'яків від природних ворогів, насамперед кротів. Для цього застосовують захисну сітку або бетонування майданчика з незначним ухилом для відведення надлишкової вологи. При цілорічному

виробництві біогумусу ящики розміщують у підсобних приміщеннях (гаражі, сараї, підвали, горища або навіть квартира).

Ящики обов'язково повинні мати отвори в дні та кришці для вентиляції й відтоку рідини. Надлишки вологи стікають у піддон, вміст якого (пісок або рідина) можна використовувати для зволоження субстрату та обробки рослин.

На дно ящика укладають перегній, зверху – приблизно 20 см ґрунту. Потім заселяють 1500–2000 черв'яків, присипають ще 10 см ґрунту та помірно поливають. Ящик накривають мульчею або кришкою.

4. Заселення черв'яків. Для ефективного процесу вермикомпостування зазвичай використовують спеціально виведені породи дощових черв'яків, такі як каліфорнійський червоний черв'як або дендробена, які характеризуються високою продуктивністю та здатністю швидко переробляти органічні відходи. Водночас у невеликих господарствах допускається використання й місцевих видів черв'яків, за умови створення для них належних умов утримання.

Найбільш частіше для заселення використовують червоний каліфорнійський черв'як, який було виведено внаслідок гібридизації різних порід дощового черв'яка в результаті багаторічної селекційної роботи, проведеної американськими дослідниками, в 1959 р. в університеті штату Каліфорнія. З 1979 р. почали розмножувати у Європі, у Японії. По плодючості і активності гібрид істотно перевершує звичайного дощового черв'яка і на відміну від нього добре піддається вирощуванню в штучних умовах. Серед усіх видів дощових черв'яків лише деякі можна розводити в штучних умовах. До них належать червоні черв'яки, зокрема червоний каліфорнійський гібрид, який у процесі селекції набув унікальну властивість – він не залишає своє місце перебування навіть за несприятливих умов. Це дає можливість розводити його в грядках просто неба, не побоюючись втрати популяції.

Червоний черв'як темно-червоного кольору живе на територіях з помірним кліматом. Доросла особина досягає у довжину 8–10 см, у діаметрі 3–5 мм, масою 0,8–1 г. Температура тіла – 19–20 °С. За день споживає кількість корму, що приблизно дорівнює його масі (близько 1 г), після перетравлення якого виділяється 0,8–0,9 г копролітів. Найкрупніші частинки, які може проковтнути черв'як, мають розміри до 1 мм.

Тривалість життя – майже 16 років (дикі форми – 4 роки). Дуже плодючий. Статева зрілість настає у тримісячному віці і за оптимальних умов одна особина може принести приплід в середньому 1500 особин за рік.

Цей черв'як гермафродит. Кожна особина має чоловічі й жіночі статеві органи, але не може самоzapлiднюватись. Статевозрілі особини обопільно запліднюють одне одного. Запліднені яйцеклітини відділяються від тіла черв'яків і вкладаються у білкове кільце, або капсулу (кокон), який має спочатку жовтий, а потім коричневий колір. При спарюванні двох особин утворюються 2 капсули по 1-й на кожну з особин. У кожній капсулі міститься від 2 до 20 черв'яків. Кокони містять рідину, якою харчується молодняк на момент вилуплення. Молодняк має білий колір.

Оптимальною для розвитку черв'яків є температура 20–22 °С, а критичною – нижче 0°С і більше 42 °С. За температури +7 °С вони занурюється у стан анабіозу. Оптимальна вологість – 75–88 %, а критична – нижче 60 % і від 90 %.

На відміну від своїх диких родичів каліфорнійський гібрид є «сиднем». За наявності їжі не розповзається і споживає щодня її приблизно стільки ж, скільки важить сам. Селекціонери генетично запрограмували гібрид на цілодобову переробку відходів з великим коефіцієнтом корисної дії (40 % споживаної їжі витрачається у процесі життєдіяльності, а 60 % після перетравлення виділяється як екскременти – копролити).

Червоний каліфорнійський черв'як відрізняється від решти здатністю переробляти всі види органіки, і дуже високою плодючістю (більш ніж в 100 раз) та тривалістю життя. За 2 місяці популяція каліфорнійських черв'яків з 30–50 тис. особин (біомаса близько чотирьох кг/м²) здатна переробляти на кожному квадратному метрі спецплантації 300–400 кг підстилкового гною, перетворюючи його на біогумус. Також біомаса живих черв'яків є цінним природним кормом для домашньої птиці і тварин, ставкової риби. З іншого боку, з черв'яків готують цінне білкове борошно (вміст білка близько 70%), консерви для свійських тварин і хутрових звірів.

Після офіційного патентування каліфорнійські черв'яки швидко привернули увагу аграрного сектору і стали об'єктом промислового вирощування у великих спеціалізованих господарствах Сполучених Штатів Америки, а згодом і в країнах Західної Європи. Їх поширення було зумовлене високою продуктивністю, здатністю ефективно переробляти органічні відходи та отримувати цінну біомасу і біогумус. У багатьох державах вермикультивування розглядалося не лише як агротехнологія, а й як складова екологічної політики, спрямованої на зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

Особливо показовим є досвід Німеччини, де держава на законодавчому рівні підтримала впровадження біологічних методів ведення сільського господарства. Урядом була розроблена і профінансована спеціальна програма, що передбачала поступову відмову від застосування пестицидів і мінеральних добрив та перехід аграрних підприємств на екологічно безпечні технології. Важливу роль у цій програмі відігравали саме каліфорнійські черв'яки, які використовувалися для переробки органічних решток і виробництва високоякісного біогумусу, здатного повністю або частково замінювати хімічні добрива.

Багаторічна практика промислового розведення показала, що культивовані каліфорнійські черв'яки відзначаються високою життестійкістю. Вони практично не хворіють і не піддаються епізоотіям, характерним для багатьох інших об'єктів тваринництва. Відсутність специфічних захворювань робить їх надзвичайно привабливими для масового вирощування, оскільки не

потребує використання ветеринарних препаратів і додаткових профілактичних заходів.

Водночас загибель черв'яків можлива у разі грубого порушення технологічних вимог їх утримання та годівлі. Найпоширенішою причиною втрат є отруєння продуктами білкового розпаду, що виникає при використанні субстрату з незавершеним процесом ферментації. За таких умов у середовищі накопичуються токсичні сполуки, які негативно впливають на фізіологічний стан черв'яків і можуть призвести до масової загибелі популяції.

Перед заселенням черв'яків органічну масу необхідно ретельно підготувати. Великі фракції рослинних і тваринних решток подрібнюють для прискорення розкладання та полегшення споживання корму. Субстрат зволожують до вологості 70–80 %, що забезпечує оптимальні умови для дихання й руху черв'яків. За потреби проводять попереднє компостування впродовж 1–2 тижнів з метою зниження температури та нейтралізації токсичних сполук. У цей період компостну масу періодично перемішують і зволожують, сприяючи виведенню залишків аміаку.

5. Догляд за черв'яками передбачає дотримання комплексу основних умов. Насамперед необхідно регулярно підтримувати оптимальну вологість субстрату, контролювати температурний режим, своєчасно додавати корм і забезпечувати захист вермикомпостера від шкідників, птахів і гризунів. Порушення хоча б одного з цих чинників призводить до зниження активності черв'яків, уповільнення процесу компостування та погіршення якості готового біогумусу.

Основу раціону дощових черв'яків становить перепрілий гній великої рогатої худоби або кролів, зрілий компост, подрібнені органічні кухонні відходи, використана чайна заварка, а також зволожений картон без фарб і полімерних покриттів. Категорично забороняється використовувати свіжий гній, особливо свинячий, оскільки він містить токсичні речовини та може спричинити загибель черв'яків. Корм зазвичай вносять 1–2 рази на тиждень. Першу підгодівлю проводять через кілька днів після заселення, починаючи з невеликої ділянки поверхні, а згодом рівномірно розподіляючи корм по всій площі шаром 5–7 см. Частота підживлення залежить від чисельності черв'яків і температури субстрату.

Оптимальна температура для утримання дощових черв'яків становить 15–25 °С, при допустимому діапазоні від 12 до 30 °С. Найсприятливішою для активного росту й розмноження є температура 15–21 °С. За підвищення температури субстрат слід додатково зволожувати, що сприяє його охолодженню та запобігає перегріванню.

Оскільки черв'яки дихають через шкіру, вологість субстрату має підтримуватися на рівні 60–80 %. Він повинен бути вологим, пухким і добре аерованим, але без надлишку води. Для збереження вологи та захисту від світла у разі вермикультивування в ящиках, ямах, вермибуртах і вермиложах поверхню субстрату накривають мульчею – соломною, сіном, мішковиною або

тирсою. Для поливу використовують лише дощову або добре відстояну воду, оскільки хлор негативно впливає на життєдіяльність черв'яків.

Важливим показником є кислотність субстрату. Оптимальне значення рН повинне перебувати в межах 6,8–7,2, за яких дощові черв'яки проявляють найвищу активність і продуктивність. За зниження рН нижче 6 або підвищення понад 8 черв'яки можуть загинути впродовж тижня, тому кислотність субстрату потребує постійного контролю. Рівень рН рекомендується перевіряти щотижня у верхніх шарах субстрату та щомісяця по всій його товщині.

Для нейтралізації підвищеної кислотності в субстрат поступово вносять вапно або карбонат кальцію (мелений крейдяний порошок). Орієнтовна доза становить 5–10 г на 1 кг вологого субстрату або 0,5–1,0 кг на 1 м² поверхні, залежно від ступеня закислення. Вапнякові матеріали рівномірно розсипають тонким шаром по поверхні або змішують із верхнім шаром субстрату, уникаючи локальних концентрованих ділянок. Корекцію кислотності проводять поступово, з повторним контролем рН через 5–7 діб.

У разі необхідності підвищення кислотності субстрату застосовують верховий торф або подрібнений мох сфагнум у кількості 10–20 % від об'єму верхнього шару. Їх рівномірно змішують із субстратом, після чого також здійснюють повторний контроль кислотності. Різкі зміни рН не допускаються, оскільки вони негативно впливають на життєдіяльність черв'яків і якість вермикомпосту.

Процес вермикомпостування на присадибних ділянках зазвичай триває 2–4 місяці, залежно від температурних умов, вологості та складу субстрату. Готовий вермикомпост має темний, майже чорний колір, однорідну дрібнозернисту структуру та приємний запах лісової землі. У процесі переробки компостна маса природно розшаровується на три зони: верхню — зі свіжим кормом, середню — активну, де зосереджена основна маса черв'яків, і нижню — зону накопичення готового біогумусу.

Після заповнення ємності біогумусом черв'яків переселяють у нову підготовлену тару. Для відокремлення черв'яків від готового продукту їх тимчасово припиняють годувати, а потім викладають свіжий корм на окрему ділянку поверхні. Черв'яки самостійно мігрують до джерела їжі, після чого їх легко зібрати. За необхідності процедуру повторюють кілька разів для повного очищення біогумусу.

6. Використання вермикомпосту і вермичаю. Готовий вермикомпост (біогумус) і вермичай у вигляді водних витяжок широко застосовують для підживлення овочевих, плодово-ягідних культур, розсади та кімнатних рослин на присадибних ділянках і в тепличних господарствах. Завдяки високому вмісту доступних поживних речовин, гумінових сполук, корисної мікрофлори та ферментів ці органічні добрива забезпечують активний ріст рослин, покращують структуру ґрунту та підвищують урожайність.

Вермикомпост вносять у ґрунт як основне або додаткове добриво. Для овочевих культур у відкритому ґрунті рекомендується вносити 2–4 кг біогумусу

на 1 м² перед посадкою або під час перекопування. Для теплиць норма дещо нижча – 1,5–3 кг на 1 м², оскільки в закритому ґрунті поживні речовини використовуються ефективніше. Плодово-ягідні культури підживлюють із розрахунку 3–5 кг вермікомпосту під кущ або 5–8 кг під плодові дерева, рівномірно розподіляючи його в пристовбурній зоні.

Для вирощування розсади біогумус додають до ґрунтових сумішей у кількості 10–20 % від загального об'єму субстрату. Це сприяє формуванню потужної кореневої системи та підвищує стійкість рослин до стресових умов. Кімнатні рослини підживлюють 1–2 рази на рік, вносячи 100–200 г біогумусу на горщик середнього розміру або додаючи його до ґрунту під час пересаджування.

Вермічай використовують у вигляді корневих і позакорневих підживлень. Для приготування робочого розчину зазвичай застосовують розведення 1:10–1:20 (1 л концентрату на 10–20 л води). Овочеві культури поливають із нормою 1–2 л розчину на одну рослину або 5–10 л на 1 м². Розсаду та кімнатні рослини підживлюють слабшим розчином (1:20), використовуючи 100–200 мл на одну рослину. У теплицях вермічай особливо ефективний, оскільки не призводить до засолення ґрунту й активізує корисну мікрофлору.

Окрім власного використання, виробництво вермікомпосту відкриває можливості для додаткового доходу. Біогумус можна реалізовувати населенню, фермерським і тепличним господарствам, а самих черв'яків – рибалкам, зоомагазинам, рибним господарствам і зоопаркам.

Самостійне виготовлення біогумусу дозволяє раціонально переробляти органічні відходи, зменшувати витрати на мінеральні добрива та отримувати екологічно безпечний продукт. Вермікомпост не накопичує нітратів, є повністю безпечним для довкілля та може використовуватися в органічному землеробстві, забезпечуючи стабільні врожаї й підвищення родючості ґрунтів.

Перелік теоретичних питань для III модуля

1. Назвіть агроекологічні вимоги до поживного субстрату.
2. Назвіть способи ферментації субстрату.
3. У чому полягає вирощування вермікультури взимку.
4. Як проводиться приготування вермікомпосту на присадибних і дачних ділянках?
5. Яка методика формування лож і техніка закладки маточного поголів'я в субстрат?
6. Назвіть умови утримання черв'яків в ложах.
7. Охарактеризуйте методику поділу лож.
8. Назвіть методи кількісного і якісного обліку культивованих черв'яків
9. Як необхідно готувати субстрат для вермікультури?
10. У чому полягає вирощування вермікультури влітку.
11. Охарактеризуйте систему стаціонарних буртів.
12. Які ви знаєте способи збирання вермікультури?
13. Опишіть способи отримання верміпрепаратів.
14. Опишіть спосіб отримання сухого порошку з дощових черв'яків.
15. Опишіть способи отримання верміпрепаратів, збагачених мікроелементами.
16. Назвіть хвороби дощових черв'яків.
17. Назвіть паразитів дощових черв'яків.
18. Назвіть які шкідники пошкоджують дощових черв'яків.
19. Як проводиться санітарно-мікологічний контроль дощових черв'яків?
20. Опишіть умови вирощування дощових черв'яків.
21. Як проводиться контроль за ростом і розвитком вермікультури?
22. Охарактеризуйте особливості харчування дощових черв'яків.
23. Назвіть особливості розведення каліфорнійських черв'яків.
24. Охарактеризуйте технологію одержання орґано-мінеральних добрив на основі біогумусу.
25. Дайте характеристику технології утилізації орґанічних відходів за допомогою гетеротрофних орґанізмів.
26. Опишіть технологію виробництва біостимуляторів росту й розвитку рослин.
27. Як проводиться промислове вермікультивування?
28. Як проводиться індивідуальне вермікультивування?
29. Дайте характеристику спеціального вермікультивування.
30. Назвіть основні способи вирощування дощових черв'яків.
31. Охарактеризуйте технологію одержання орґано-мінеральних добрив на основі біогумусу.
32. На які групи за рівнем обсягів переробки орґанічних відходів поділяються вермітехнології?

33. Які перспективи створення замкнутих циклів виробництва у сільському господарстві на основі використання черв'яків?

34. Назвіть основні принципи і прийоми промислового розведення черв'яків.

ГЛОСАРІЙ

Агломерація (від лат. *agglomerare* – приєднувати, нагромаджувати) – нагромадження черв'яків під час вермикультивування, яке може бути обумовлене необхідністю збільшення щільності черв'яків з метою швидшого перероблення субстрату або для формування стандартних за кількістю черв'яків лож (див. Ложе).

Аерація (грец. *αἴρ* – повітря) – провітрювання, насичення повітрям, киснем.

Аерація вермикультивування – передбачає насичення субстрату атмосферним повітрям і виведення з нього шкідливих газів, що утворилися в ньому у результаті неповної попередньої ферментації або інших біохімічних процесів, а також унаслідок метаболізму самих черв'яків. Аерація належить до найважливіших і провідних екологічних умов життєдіяльності компостних черв'яків та інших компонентів екосистеми вермикультивування. Систематична аерація створює оптимальні умови для черв'яків, визначаючи спільно з іншими факторами їх високу життєву активність, продуктивну і генеративну потужність та інші показники.

Аерацію здійснюють розпушуванням субстрату на глибину залягання черв'яків вручну або за допомогою спеціального механічного розпушувача.

Аерація органічних відходів – у процесі підготовки органічних відходів для отримання компосту, або субстрату, для черв'яків важливе значення мають процеси бродіння або ферментації. Для їх оптимізації бурти обробляють механічними змішувачами-аераторами.

Аероби – організми, здатні жити в середовищі лише за наявності вільного молекулярного кисню.

Аеробний процес – відбувається за умов доступу повітря. При цьому органічні речовини розкладаються до повної мінералізації з утворенням речовин (мінеральних солей), розчинних у воді і доступних для живлення рослин.

Азот – один із найважливіших компонентів гумусу. Входить до складу білків і хлорофілу. Надходить до рослин різними шляхами. З добрив рослини використовують тільки близько 50 % азоту. За азотного голодування листки рослин передчасно старіють і відмирають. Ґрунт постійно втрачає азот унаслідок вимивання, ерозійних процесів, а також виношення з урожаєм.

Активність черв'яків – за активністю черв'яків (поведінкова реакція, рухливість, харчування, розмноження та ін.) оцінюють умови утримання, що позначається на поведінці черв'яків. Якщо під час розкриття субстрату з черв'яками вони виявляються млявими, малорухливими, майже не реагують на світло, значить порушений газовий і хімічний режим вермикультивування. Неякісна переробка субстрату свідчить про його неякісні фізичні і, часто, хімічні параметри. Недостатній приріст популяції свідчить про комплексне порушення режиму утримання черв'яків.

Альбумін (від лат. *Albus* – білий) – прості розчинні у воді білки, помірно розчинні в концентрованих розчинах солі, згортаються під час нагрівання.

Амфібіотичні (ультрагігрофільні) організми – живуть у деяких вікових фазах розвитку у воді.

Анаероби – організми, що живуть у безкисневому середовищі. Джерелом їх енергії є процес бродіння, анаеробне дихання і бактеріальний фотосинтез.

Анаеробні процеси – розкладання органічних речовин без доступу кисню з неповним його руйнуванням, унаслідок чого не розкладені речовини консервуються.

Анеліди (кільчасті черви) (лат. *Annelida* від *annulus* – кілечко) – тип безхребетних з групи *Protostomia*, що включає в себе багатощетинкових і малоощетинкових черв'яків, п'явок і мізостоміди. Тип налічує близько 18 тисяч видів, що живуть у морській і прісній воді та у ґрунті. Найбільш відомі представники – дощові черв'яки.

Аномалії розвитку – порушення оптимальних умов у субстраті вермикультивування викликає загибель черв'яків або аномалії їх розвитку. Особливо чутливі до стрімких відхилень екологічних чинників зародки і молоді черв'яки. Встановлено, що в перегрітому субстраті у черв'яків порушується розвиток пояса і виникають аномалії в інших органах.

Асиміляція (анаболізм) – одна з характерних властивостей живого організму, проявляється в процесі обміну речовин, що забезпечує ріст, розвиток, оновлення організму і нагромадження їх запасів, необхідних для використання як джерело енергії.

Асоціація «Біоконверсія» – підприємство, створене в м. Івано–Франківську у 1989 році. Вона об'єднала зусилля понад 200 вітчизняних і закордонних наукових установ, агропідприємств, кооперативів, спільних підприємств. Ініціатором теоретичних розробок і практичного впровадження біотехнологічної трансформації органічних відходів методом вермикультивування в колишньому СРСР стала асоціація «Біоконверсія» (Україна).

Базовий субстрат – початковий субстрат, який закладають у нові лежа або інші ємності для вирощування черв'яків. За своїми фізико-хімічними та екологічними параметрами субстрат повинен відповідати усім необхідним вимогам. Тому необхідно виконувати паспортизацію кожної партії субстрату з фіксуванням рівня різних екологічних факторів. У разі їх відхилення від оптимальної величини здійснюють відповідне нівелювання. Для уникнення непередбачених обставин базовий субстрат після його закладання витримують один місяць без закладання черв'яків.

Бактерії (*Bacteria*, від дав. гр. *βακτήριον* – паличка) – одна з основних груп живих організмів, є дуже важливою ланкою кругообігу речовин у природі. Своєю діяльністю вони сприяють життєдіяльності багатьох інших живих істот в різних екологічних системах.

Білкове борошно – виготовляють з тіла черв'яків за відповідної технології, має високу поживну цінність, містить майже усі амінокислоти, у тому числі особливо важливі – лізин і метіонін, численні ферменти, вітаміни, мікроелементи. Містить сирого білка близько 70 %, жиру – 7–8 %, азотистих, безазотистих активних речовин – 7–15 %. Білкове борошно і сиріу біомасу черв'яків використовують для додавання до раціону годівлі сільськогосподарських тварин.

Біогумус – це грудкувата, мікрогранульована речовина коричнево-сіруватого кольору із запахом ґрунту, що належить до розряду високоефективних екологічно чистих органічних добрив з явно вираженою пролонгованою дією. Утворюється на основі копролітів (екскрементів) компостних черв'яків. У його формуванні беруть участь мікрофлора і мікрофауна, що входять до складу екосистеми компостних органічних відходів. Біогумус містить у добре збалансованій і легкодоступній формі усі необхідні для живлення рослин речовини.

Біодинамічне господарство – поки природа існувала без людини, в ній не було проблем з кругообігом речовин. З появою людини, з її свавільним, одностороннім впливом на навколишній світ природний цикл кругообігу речовин почав стрімко порушуватися, що й призвело до початку екологічної катастрофи.

Біодинамічне сільське господарство – відрізняється від усіх інших напрямів сільського господарства тим, що спочатку виникло як філософія і як теорія на основі курсу лекцій, прочитаних 1924 року німецьким філософом Рудольфом Штайнером фермерам Сілезії. І лише у наступні роки учні та послідовники Штайнера перевірили на практиці і підтвердили правильність його припущень і вказівок. Відтоді було виконано велику дослідницьку та практичну роботу, що дозволило створити закінчену систему біодинамічного землеробства, яку застосовують на сільськогосподарських угіддях.

Біодинамічне землеробство – це один з напрямів екологічно чистого землеробства, що відкидає застосування штучних мінеральних добрив і отрутохімікатів. Фермери і садівники біодинамічних господарств намагаються використовувати для обробітку ґрунту і захисту рослин, а також на корм худобі тільки ті матеріали, які утворилися у процесі життєдіяльності і мають в собі життєві сили. За словами Штайнера, «Живе повинно харчуватися тільки живим». Оскільки ґрунт розглядають також як особливий живий організм, то цим визначається вибір добрив: компост, гній, зелені добрива, рідкі добрива з рослин.

Біоконверсія (англ. *bioconversion*; нім. *bioconversion*) – біологічний процес трансформації бактеріями і грибами (мікро- та макроміцети) високомолекулярних вуглецевих сполук.

Біологічні фільтри – компости і субстрат є біологічно активним матеріалом. Встановлено, що різні органічні відходи, які відрізняються сильним неприємним запахом, у процесі вермикультивування втрачають його упродовж

нетривалого періоду часу. Субстрат поступово набуває запаху ґрунту. Цю здатність компостів можна використовувати як біологічний фільтр, пропускаючи через нього відпрацьоване повітря смердючих речовин.

Біолюмінесценція (грец. *βίος* – життя і лат. *luminiscens* – що світиться) – явище світіння живих організмів, пов'язане з їх життєдіяльністю.

Біомаса – загальна кількість живої речовини в деякій екосистемі. Кількість біомаси визначають за масою речовини живих організмів, наприклад, її складають тіла компостних черв'яків. Вважають, що одна тонна використаної черв'яками їжі трансформується у 500–600 кг біогумусу і 100 кг біомаси. У практичній господарській діяльності людини біомасу черв'яків використовують у різних видах і для різних потреб.

Біомос – біологічно активні металокомплекси, які є гуміноподібними сполуками, що використовують як біорегулятори для підвищення стійкості організму людини, тварин і рослин до несприятливого впливу навколишнього природного середовища. Біомос має позитивний вплив на розвиток мікрофлори ґрунту – основний біологічний фактор родючості.

Біоремедіація – комплекс методів очищення ґрунту, води і атмосфери з використанням метаболічного потенціалу живих організмів (рослин, грибів, комах, бактерій, черв'яків та ін.) або їх ферментів.

Біота (від грец. *βιοτή* – життя) – історично сформована стала сукупність рослин, тварин, грибів та бактерій, що об'єднані спільною територією поширення. На відміну від біоценозу види, що входять до деякої біоти, можуть і не мати безпосередніх екологічних зв'язків. Поняттям послуговуються в агрономії, екології, ботаніці, зоології та інших природничих науках.

Біотехнолог – фахівець широкого профілю. Нині біотехнологи – одні з найбільш затребуваних фахівців не лише в Україні, а й в інших державах. Сучасна промисловість і будь-яка сфера діяльності людини тісно пов'язані з досягненнями біотехнології. Біотехнологи займаються науковими розробками у сферах медицини та сільського господарства. Основне завдання – виробництво та синтез біологічно активних речовин і лікарських препаратів. Також, використовуючи методи генної інженерії, біотехнологи виводять стійкі до кліматичних умов, шкідників і хвороб сільськогосподарські культури та породи тварин. Останнім часом активне поширення одержала нова сфера діяльності біотехнологів – клонування.

Спеціаліст з вермикультивування – фахівець, який достеменно володіє усіма технологічними процесами вермикультури.

Біотехнологія – напрям, що активно розвивається в усьому світі. На основі застосування знань у сфері мікробіології, біохімії, генетики, генної інженерії, імунології, хімічної технології, приладо- і машинобудування використовує біологічні об'єкти (мікроорганізми, клітини тканин тварин і рослин) або молекули (білки, ферменти, нуклеїнові кислоти та ін.) для промислового виробництва корисних для людини і тварин речовин і продуктів.

Біотоп (грец. *βίος* – життя і грец. *τοπος* – місце) – ділянка ареалу (район поширення), характеризує певний комплекс однорідних факторів (грунт, мікроклімат та ін.), які займають той чи інший вид або групу видів.

Біоценоз – під біоценозом розуміють історично сформовані співтовариства популяцій різних видів, які населяють певну частину середовища (біотопи), взаємно пов'язані між собою і взаємно впливають один на одного.

Вермикультивування – продукт господарської діяльності людини, і тому її біоценоз піддається значному впливові багатьох факторів культурного ландшафту, а дія екологічних факторів навколишнього середовища найчастіше відбувається опосередковано і скоректовано унаслідок втручання людини. У ньому представлені практично всі макро- і мікроелементи, ферменти, гормони й інші речовини та багата мікрофлора.

Завдання полягає в тому, щоб відновити в культурному ландшафті перерваний цикл кругообігу речовин, тобто включити в нього переробку органічних відходів, а отримані в результаті цього речовини повернути для подальшого використання в людській діяльності.

Зазначені завдання повинні реалізовувати самі агропромислові та інші підприємства, стаючи таким чином біодинамічними господарствами із замкнутим циклом виробництва.

Особливо ця критична ситуація посилилася з бурхливим розвитком науково-технічного прогресу, концентрацією населення в населених пунктах, експлуатацією агропромислових, переробних, комунальних та інших виробництв, які нагромаджують навколо себе величезні склади різних органічних відходів. Відсутність в умовах культурного ландшафту замкненого циклу кругообігу речовин і призвела до того, що людина почала задихатися від надмірного забруднення навколишнього середовища різними органічними відходами.

Отже, загальний стан вермикультури, її біоценозу загалом і різних компонентів цієї системи, зокрема, її виробнича і генеративна продуктивність, її економічні та інші показники знаходяться цілком у руках людини.

У процесі вермикультивування людина створює спеціальні господарства, в яких у субстрат заселяють компостних черв'яків, а вони спільно з мікроорганізмами переробляють його в біогумус. Всі види, що населяють біотоп під час вермикультивування, створюють складне угруповання з різноманітними зв'язками між собою і середовищем.

Природними «інструментами» цієї конверсії органічних відходів в корисні продукти є біологічні об'єкти, серед яких провідна роль належить компостним черв'якам.

У вермикультивуванні особливе значення мають гетеротрофні бактерії, зокрема бактерії-сапрофіти, що живуть на відмерлих рослинах та інших органічних залишках. Одні з них викликають гниття (анаеробний процес) цих залишків, тобто розщеплення білків, жирів та інших сполук з виділенням азотосірковмісних речовин. У природі цей процес відіграє важливу роль,

оскільки очищає ґрунт від трупів тварин і рослинних залишків. У процесі вермикультивування ці гнильні бактерії можуть завдати великої шкоди як самим компостним черв'якам, так і кінцевому продукту – біогумусу, перетворюючи його в гниючу, з неприємним запахом масу. Інші бактерії – сапрофіти (аероби), на відміну від попередніх, викликають розщеплення вуглеводів під впливом власних ферментів, тобто забезпечують процес, відомий під назвою бродіння, або ферментація.

У культурному ландшафті компостні черв'яки населяють біотопи органічних відходів різного типу.

Головним ворогом дощових черв'яків є людина, яка перенасатила ґрунт різними хімікатами і вбила все живе у ньому.

Вермикомпост – це концентроване добриво, яке має збалансований комплекс необхідних поживних речовин і мікроелементів, ферменти, ґрунтові антибіотики, вітаміни, гормони росту й розвитку рослин. У ньому міститься велика кількість гумінових речовин. Завдяки цьому вони легко засвоюються рослинами впродовж початкових етапів органогенезу, в результаті чого поліпшується якість продукції та зростає врожайність культур. Часто в літературі можна зустріти заміну цього терміна терміном «біогумус». Таке порівняння не зовсім коректне, оскільки біогумус – це продукт діяльності всієї сукупності організмів, що заселяють органічні відходи і беруть участь у їх перетворенні. Природно, що основою біогумусу служать копроліти черв'яків, які зазнають подальшого оброблення численною мікрофлорою і фауною, що входить до складу біоценозу компостних органічних речовин.

Вермикомпостування – компостування органічних відходів за допомогою дощових, або компостних черв'яків.

Вермикультивування – культивування, або вирощування дощових (компостних) черв'яків у штучних умовах. Воно виникло завдяки пошукам методів альтернативного землеробства, які забезпечують отримання на основі використання біогумусу позбавленої шкідливих речовин сільськогосподарської продукції і виключають забруднення навколишнього природного середовища різними органічними відходами.

Вермикультура – це утримання і розведення дощових черв'яків в органічному субстраті. Нерідко під цим терміном мають на увазі виключно черв'яків або, навпаки, субстрат. Вермикультура – складне біоценотичне угруповання, обмежене екологічним біотопом у складі культурного ландшафту.

Вермитехнологія – система організаційно-технологічних заходів по культивуванню дощових компостних черв'яків на різних субстратах в конкретних екологічних умовах, обробці і застосуванню копроліту і біомаси черв'яків у сільському господарстві.

Відбирання черв'яків – у процесі вермикультивування настає період, коли кількість черв'яків на одиницю площі перевищує оптимальні показники і виникає необхідність частину черв'яків вибрати із субстрату. Це часткове

вибирання. Повне вибирання черв'яків відбувається у період вибирання біогумусу.

Вибирання біогумусу – біогумус вибирають з лож (або інших ємностей і пристроїв) після повного вибирання черв'яків. Вважають, що біогумус дозріває упродовж 6 місяців перебування черв'яків у субстраті. Тому рекомендовано вибирати його 2 рази впродовж року. Вибирання здійснюють або вручну вилами (за малої площі), або механізовано. Останнє залежить від способу вермикультивування та наявності механізмів. Вибраний так званий «сирий біогумус» підлягає подальшій переробці.

Вібрація – струс субстрату різної сили і частоти, який негативно впливає на черв'яків. Земляні черв'яки, проникаючи у ґрунт в ділянки, що прилягають до проїзної дороги, виповзають при частому русі транспорту на поверхню, де й гинуть. У культивованих черв'яків за постійної вібрації субстрату (перевезення автотранспортом, залізницею або літаком) спостерігається стресовий стан, з якого вони виходять досить тривалий період часу. Вони стають вкрай мляві і малорухливі, дуже слабо реагують на світло, спостерігається стрімке зменшення кількості дорослих черв'яків, відсутність коконів і молодих форм.

Вода – використовують у процесі вермикультивування в основному у двох випадках: для зрошення субстрату і для зберігання хробаків. Для зрошення найкраще використовувати воду з природних водойм, причому з тих, в яких живе риба. Вода, в якій риба гине (тестування), для зрошення не придатна.

Вологість субстрату – є одним з провідних екологічних факторів у життєдіяльності компостних черв'яків. Черв'яки дуже чутливі до коливань вологості, особливо до її зменшення. Тіло черв'яків містить близько 90 % води. За такого рівня вологості черв'яки почуваються комфортно. Але він (рівень) може коливатися залежно від вологості середовища проживання. Недостатня вологість субстрату призводить до загибелі черв'яків від зневоднення або від задухи. Крім того, загибель може настати і від концентрації солей в організмі унаслідок зневоднення. Встановлено, що за низької вологості затримується вихід молоді з коконів. Тому неодмінною умовою догляду за черв'яками є постійне підтримання вологості субстрату не нижче 80 %.

Вологоємність ґрунту – здатність ґрунту поглинати і утримувати певну кількість вологи. Вологоємність ґрунту виражають у відсотках до маси сухого ґрунту, або до його об'єму.

Вороги дощових черв'яків – природними ворогами дощових черв'яків, у тому числі компостних, є деякі дикі тварини, а також гризуни, птахи, земноводні, плазуни, комахи.

Виродження вермикультури – це стрімке відхилення від оптимуму будь-якого технологічного чи екологічного чинника, призводить до загибелі черв'яків. Це може відбуватися з різною швидкістю, але з одним результатом. Порушення температурного режиму, вологості, газообміну і кислотності в

субстраті призводить до загибелі зародків, молодих і дорослих черв'яків. Може відбуватися і за перенасичення популяції, і за нестачі корму.

Габітус – зовнішній вигляд тварини або рослини, їх зовнішні ознаки, взяті в сукупності.

Ганглії (від гр. *γαγγλιον* – вузол), або нервовий вузол – анатомічно відособлене скупчення нервових клітин, нервових волокон, що супроводжує їх тканини у багатьох безхребетних, усіх хребетних тварин і у людини. У безхребетних тварин ганглії служать координуючими центрами і виконують функцію центральної нервової системи.

Геофітофаги – особини, які харчуються не тільки рослинним опадом, але і ґрунтом.

Геофаги – особини, які харчуються тільки ґрунтом

Гібридизація – в її основі лежить об'єднання генетичного матеріалу різних клітин в одній клітині. У молекулярній біології застосовують поняття «молекулярна гібридизація» – гібридизація між різними молекулами ДНК або між молекулами ДНК і РНК.

Гризуни – певну небезпеку для черв'яків становлять щури та миші. Особливо ця небезпека зростає в тих випадках, коли субстрат містить відходи м'ясокомбінатів та інших переробних сільськогосподарських підприємств. Гризуни влаштовують свої гнізда в субстраті, поїдають відходи і компостних черв'яків. Шкодити черв'якам можуть також кроти (сліпці) та інші дрібні тварини.

Гумати – солі гумінових кислот. Водорозчинні натрієві, калійні і амонійні гумати застосовують у землеробстві і тваринництві як стимулятори росту та розвитку рослин і тварин.

Гумінові кислоти – високомолекулярні аморфні темного кольору органічні речовини, будова яких остаточно не встановлена, розчинні в лугах і нерозчинні в кислотах.

Гумінові речовини – органічні речовини, що утворюються в перегної під час розкладання і мінералізації рослинних і тваринних решток під дією мікроорганізмів і факторів навколишнього природного середовища.

Гуміфікація – складні процеси, що відбуваються за анаеробних умов, унаслідок яких органічні рештки (рослин, тварин) перетворюються у темного кольору високомолекулярні органічні речовини – гумус, який утворюється в результаті процесів гуміфікації органічних решток. Це темного кольору високомолекулярні органічні речовини ґрунту, що складаються з гумінових і фульвокислот, гумінів та інших складних сполук, у тому числі ароматичних сполук, ліпідів, амінокислот, органічних кислот та ін.. Практично в гумусі наявні органічні сполуки усіх класів і майже всі елементи періодичної системи Менделєєва.

Гумус (від лат. *Humus* – земля, ґрунт) – перегній, високомолекулярна органічна речовина ґрунту, що утворюється в процесі розкладання рослинних і тваринних решток і продуктів їх життєдіяльності. До складу гумусу входять

гумінові кислоти і фульвокислоти. У гумусі містяться основні елементи живлення рослин, які під впливом мікроорганізмів стають доступними для рослин.

Дендрит – нагромадження різних частин відмерлих рослин (наприклад, відкладання торфу в болотах, лісова підстилка на поверхні ґрунту у лісах та ін.).

Дихання – компостні черв'яки дихають всією поверхнею тіла, тобто їх шкіра виконує функцію органа дихання. Вона пронизана густою мережею кровоносних судин, у які кисень повітря дифундує через сильно зволожену поверхню тіла.

Дощові черв'яки – назва «дощові черв'яки» не систематична, а екологічна. Вони об'єднують малощетинкових черв'яків, які живуть у ґрунті в природному і культурному ландшафтах. Нині їх налічується близько 8000 видів. Проводять риучий спосіб життя, вилазячи з ґрунту вночі або вдень, але в дуже сиру погоду (після дощу).

Дренаж для вермикультури – у влаштуванні лож (гнізд) для культивованих черв'яків необхідно звернути особливу увагу на підстилаючу поверхню. Вона повинна бути добре дренажною. Це пов'язано з тим, що розташований зверху субстрат з черв'яками підлягає постійному зволоженню і за відсутності стоку надлишку води у нижніх шарах субстрату розвиваються гнильні процеси, що, природно, зменшує якість біогумусу, згубно впливає на розвиток черв'яків. У відкритому ґрунті рекомендують застосовувати гравійну укритну поверхню, а за стелажного вирощування черв'яків (у закритих приміщеннях) необхідно, щоб їх днища мали щілини або численні отвори.

Екологія (від дав.гр. *οικος* – житло, оселище, будинок, майно і *λόγος* – поняття, вчення, наука) – наука про відносини живих організмів і їх угруповань між собою і з навколишнім природним середовищем. Термін уперше запропонував німецький біолог Ернст Геккель 1866 р. у книзі «Загальна морфологія організмів» («Generelle Morphologie der Organismen»),

Екосистема (екологічна система) – природний комплекс, утворений живими організмами і середовищем їхнього життя, пов'язаними між собою обміном речовин і енергії.

ЕМ-технологія – технологія використання ефективних мікроорганізмів, які є змішаними культурами корисних мікроорганізмів. Насамперед це молочнокислі бактерії, фотосинтезуючі і азотофіксуючі бактерії, дріжджі, ґрунтові актиноміцети, ферментуючі гриби. Їх можна застосовуватися як інокулянт, щоб збільшити мікробне різноманіття ґрунтів. Це, у свою чергу, може поліпшити якість ґрунту і його здоров'я, що сприятиме пришвидшенню росту рослин, збільшенню врожайності культур та поліпшенню якості продукції.

Ємність для утримання черв'яків – для промислового та індивідуального вермикультивування використовують різні ємності та пристрої з вирощування черв'яків або просто у буртах субстрату. Найзручніші і раціональні пристрої з дрібнопористої сітки шириною 1,5 м. Сітку розстеляють

на підготовлений, добре дренажній площі (довжина довільна), боковини сітки загинають угору (по 25 см з кожного боку) і зміцнюють кілками через кожен 1 м. Формується своєрідний сітчастий короб, в який вносять субстрат. За відсутності залізної сітки можна використовувати синтетичну сітку чи плівку, в якій роблять отвори для стоку надлишку води у субстраті. У цих випадках боковини роблять з дощок або цегли.

У закритих приміщеннях застосовують полицеві пристрої (на 2–3–4 яруси) або тарні скриньки.

Розмножують черв'яків також у бетонних траншеях, силосних ямах, чеках очисних споруд та ін. Однак у цих випадках великим недоліком є неможливість забезпечити нормальну аерацію і майже повністю відсутній дренаж. Як свідчить практика, отриманий у цих пристроях біогумус значно гіршої якості, а іноді взагалі втрачає свої основні властивості. У невеликих вермигосподарствах черв'яків найчастіше розміщують у різних тарних скриньках або в малогабаритних прямокутних, кільцевих і «кочівних» кагатах.

Жаби, змії і ящірки – природні вороги черв'яків. Збитки від цих тварин невеликі, але варто не допускати їх проникнення на територію вермигосподарств, особливо в осінній період, коли їх приваблює тепло в ложах.

Залізо – бере участь в утворенні хлорофілу. До його нестачі дуже чутливі молоде листя і верхівкові пагони (відмирають). ^Λ

Залози – одно- і багатоклітинні залози, особливо у покриві тіла. Завдяки діяльності слизових залоз тіло черв'яків постійно вкрите шаром слизу. Деякі залози від подразнення покриву тіла виділяють на поверхню жовту, з неприємним запахом рідину, призначену для відлякування ворогів. Це стало підставою назвати гнойових черв'яків *Ейзенія* (в перекладі з латинської – смердюча). Дуже численні в покривах, особливо в тканинах паска, білкові залози, клейкі залози та інші, які формують зі своїх виділень муфти-перетяжки під час спарювання черв'яків, а також оболонки і білкові поживні речовини коконів. Важливу функцію виконують залози травної системи, що виділяють секрети, які нейтралізують кислотність корму, значно його підлужнюють.

Закладання субстрату – за вермикультивування субстрат закладають у вигляді базового або у вигляді підгодівлі черв'яків. В обох випадках його внесення здійснюють у малих вермигосподарствах вручну, а у великих промислових – механізовано, здебільшого за допомогою існуючих, але модернізованих гноєрозкидачів. Модернізація полягає у регулюванні ширини розкидання субстрату відповідно до ширини секцій і укладання субстрату необхідної товщини (базовий до 25 см, підгодівля до 10 см).

Закладання черв'яків (зачервлення, засівання) – це один з найважливіших видів робіт у вермикультивуванні, що вимагає належної підготовки фахівців і чіткого дотримання технології. Насамперед необхідно перевірити і переконатися у відповідності всіх параметрів базового субстрату оптимальному рівню: фізичний і хімічний склад, закінченість стадії ферментації, розпушення, вологість, кислотність, температура. Необхідно визначити обсяг субстрату на

одиницю площі (1 кв. м) і розрахувати необхідну кількість черв'яків. Далі необхідно випробувати придатність субстрату для черв'яків. Тільки після цього можна приступати до внесення черв'яків на підготовлені площі. У невеликих ємностях черв'яків заселяють вручну з допомогою вил з тупими кінцями, а на великих площах використовують гноєрозкидачі, попередньо розрахувавши норму заселення. Зачервлення виконують у денні години на відкритих площах, а в закритих приміщеннях – за доброго освітлення. Варто пам'ятати, що процес закладання часто викликає у черв'яків стресовий стан, тому рекомендують після відходу черв'яків вглиб субстрату виконати слабокислово зволоження, але кілька разів на день.

Зародки черв'яків – у цих тварин запліднення яєць і розвиток зародків відбувається в коконі. Кокон може містити від 2 до 22 зародків (за експериментальних умов). Однак, за практичного вермикультивування кількість зародків не перевищує 4–10, а найчастіше з кокона виходять 1–4 молодих черв'яки.

Зародки розвиваються за рахунок поживних речовин, виділених залозами пасака під час утворення коконної муфти. Вони містять всі необхідні компоненти для нормального розвитку. Формування в коконі молодого черв'яка відбувається впродовж 14 днів. Проте цей період може бути подовжений за несприятливих екологічних умов, особливо температурних. Зниження температури у субстраті призводить не тільки до уповільнення розвитку, а й до його призупинення, а потім і до загибелі зародків. Підвищення температури порушує нормальний хід розвитку, з'являються різні каліцтва, що також закінчується загибеллю зародків. Отже, неодмінною умовою для розвитку зародків черв'яків є сталість оптимальних параметрів екологічних факторів вермикультивування, що важливо і для дорослих черв'яків.

Зимівля вермикультури – культивовані черв'яки за зниження температури поступово втрачають активність і за нижче +4 °С гинуть. Тому необхідно завчасно готуватися до переходу на зимове утримання. Для цього необхідно заготовити достатню кількість придатного для годівлі черв'яків субстрату, солом'яні, комишеві або інші мати, солому і поліетиленову плівку. Із настанням холодів укривають черв'яків. На початку ложа прикривають з боків і зверху шаром субстрату, товщина якого залежить від суворості і тривалості зими, але повинна бути не менше 10–40 см. Потім вкривають матами, поверх якихкладають солому. У регіонах з нестійкою зимовою погодою, що супроводжується випаданням мокрого снігу або дощу, необхідно прикривати черв'яків плівкою. За сухої погоди плівку знімають, хоч можна і не знімати – тоді в субстраті створюється парниковий ефект.

У теплі зимові дні необхідно контролювати екологічний стан культури і у міру можливості розпушувати верхні шари для аерації.

З настанням весни і стабілізації позитивних температур черв'яків розкривають. Мати й солому збирають, а верхній субстрат (у нього можуть заповзти черв'яки) використовують для закладання у нові ложа.

Водневий показник (pH) – величина, що показує міру активності іонів водню (H^+) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину. Для розведених розчинів можна користуватись терміном «концентрація» замість «активність» у цьому визначенні. pH нейтрального розчину становить 7, розчини із більшим значенням водневого показника є лужними, із меншими – кислими. Визначають як від'ємний (узятий з оберненим знаком) десятковий логарифм активності водневих іонів, вираженої в молях на літр.

Інвазія (від лат. *Invasio* – нашествя, напад) – багатозначний медичний і біологічний термін. В зоології, ботаніці, екології та біогеографії інвазією часто називають вселення нових видів на території, де вони раніше не були присутні, яке відбувається (на відміну від інтродукції) без свідомої участі людини.

Інокуляція (від лат. *Inoculatio* – щеплення) – введення живих мікроорганізмів, інфікованого матеріалу, сироватки або інших речовин у тканини рослин, тварин або людини, а також у поживні середовища та ґрунт.

Інокулянт – у даному випадку популяція дощових (компостних) черв'яків, заселених в який-небудь субстрат або ґрунт.

Інтродукція біологічна (від лат. *Introductio* – введення) – навмисне чи випадкове переселення особин будь-якого виду тварин і рослин за межі природного ареалу в нові для них місця існування і введення, таким чином, в екосистему далекого їй виду.

Імунітет – компостні черв'яки, як і інші дощові черв'яки, володіють сильними захисними механізмами. Вони захищають їх від вторгнення різних збудників, яких достатньо в середовищі їх існування. Ця особливість черв'яків відома здавна. Ще у давнину людина використовувала дощових черв'яків як лікувальний засіб проти шкірних, очних та інших захворювань. Слиз, який виділяють на поверхні тіла черв'яки, має чітко виражені бактерицидні властивості. У деяких країнах (Китай, Японія та ін.) розроблено рецептури лікувальних препаратів проти низки хвороб людини.

Індивідуальне вермикультивування – утримання черв'яків у фермерських господарствах, на присадибних і дачних ділянках, у підвальних приміщеннях і на балконах (у міських населених пунктах).

У фермерських господарствах вермикультивування за своїми виробничо-технологічними особливостями наближається до вермигосподарств промислового вермикультивування, але відрізняється меншими масштабами.

На присадибних і дачних ділянках черв'яків вирощують найчастіше в тарних або овочевих скриньках, розташованих у кілька поверхів, або в будь-яких інших ємностях з перфорованим дном для стоку надлишку води, або в невеликих ложах.

Інтенсивне розмноження черв'яків – черв'яки мають велику потенційну здатність до збільшення свого потомства.

Експериментальні дослідження показали, що одна особина черв'яка здатна утворити впродовж року до 1500 потомків. Однак на практиці не вдається отримати таку кількість черв'яків, що обумовлено різними

труднощами у створенні і постійному підтриманні всього різноманітного комплексу оптимальних умов у промисловому вермикультивуванні. Проте біотехнолог повинен прагнути до найбільш повної реалізації хробаками їх потенційних можливостей – збільшення чисельності популяції. Основний шлях інтенсифікації розмноження черв'яків – це чітке і постійне виконання всіх технологічних умов вермикультивування. За перенасичення культури хробаками стрімко зменшується інтенсивність розмноження і відбувається самознищення популяції. Цілком природно, що на інтенсивність розмноження значний вплив має корм (субстрат): його доступність, кількість, калорійність, привабливість, різноманітність і т. ін.

Інтенсивний спосіб вермикультивування полягає у тому, щоб з однієї і тієї ж площі вермикультури отримувати кінцеві продукти (біогумус і біомасу) у стислі терміни і у великій кількості за таких умов: суворе дотримання усіх технологічних нормативів; кількість субстрату і чисельність черв'яків повинні бути розраховані так, щоб його переробляли впродовж короткого терміну. У вермикультивуванні існує правило: чим більше черв'яків висаджено, тим швидше і краще відбудеться перероблення субстрату; підживлення виконувати тільки після перероблення попереднього корму; у кожен підгодівлю вносити якийсь новий, привабливий для хробаків компонент; підгодівлю краще здійснювати тонким шаром, але частіше; постійно здійснювати кількісний і якісний облік черв'яків і відповідно до їх чисельності робити корективи в обсяг корму субстрату, який вноситься; за перенасичення чисельності популяції відбирати черв'яків.

Інтенсивний спосіб вермикультивування більш ефективний і економічний, ніж екстенсивний чи пасивний.

Калій – один з основних поживних елементів рослин, оскільки бере участь в утворенні вуглеводів і покращує якість сільськогосподарської продукції. Це необхідно враховувати під час підготовки субстрату для черв'яків і виготовлення комплексних добрив на базі компостів і біогумусу.

Кальцій – входить до складу багатьох організмів клітин рослин, впливає на розвиток кореневої системи і утворення листків. За наявності кальцію та інших елементів у біогумусі судять про якість цього добрива.

Каліфорнійського червоного черв'яка було селекціоновано у 50-х роках минулого століття в США доктором Барретом на базі гнойового черв'яка. Іноді зустрічається назва «червоний каліфорнійський гібрид». Він зберігає основні морфо-фізіологічні особливості, характерні для інших черв'яків цієї групи (дошові черв'яки). Водночас у нього більша репродуктивна здатність, велика ненажерливість і тривалість життя.

Тіло черв'яка більш-менш циліндричне, сильно витягнене і поділене на сегменти. Дорослі черв'яки сягають довжини 6–8 см і у діаметрі 3–5 мм. Забарвлення зрілих особин темно-червоне, а молодих – рожеве. У передній частині тіла кілька потовщених сегментів (4–6 мм) утворюють пояс.

У цих сегментах розміщені численні одноклітинні залози, що виділяють слизові, клейкі, білкові та інші секрети. Ці секрети беруть участь у формуванні перетяжок (під час схрещування), оболонки і вмісту яйцевого кокона. Шкірний епітелій багатий на слизові залози, їх виділення зволожують тіло, оберігаючи його від висихання, і сприяють його руху в субстраті. Крім того, через постійно зволожену шкіру відбувається газообмін (дихання).

Кожен сегмент тіла забезпечений двома парами щетинок, що допомагають під час руху черв'яка в субстраті. Передній кінець тіла утворює головну лопать з ротовим отвором, а задній – анальну лопать з порошицею.

Травна система диференційована на глотку, стравохід, зоб, м'язистий шлунок, середню і задню кишки. У стравохід впадають три пари вапняних залоз, густо пронизаних кровоносними судинами. Залози видаляють з крові карбонати, які надходять у стравохід, де нейтралізують кислотність їжі. Уздовж середньої кишки (зі спинного боку) розташована вм'ятина, яка збільшує поверхню всмоктування.

Черв'яки поглинають напіврідкий корм (тверді частинки не більше 1 мм), всмоктуючи його ротовим отвором, оточеним трьома губами. Одна особина поглинає корм, який за масою майже дорівнює масі черв'яка (до 1 г), 40 % засвоюється, а 60% – виділяється у вигляді екскрементів.

Статева система гермафродитного типу. Зародки розвиваються під захистом кокона. Вилуплені черв'яки білого кольору, до 5–6 дня життя рожевіють, а до 15–20 днів набувають забарвлення дорослих особин. Через 90 діб життя черв'яки стають статевозрілими. Через 7–8 днів після відкладання коконів черв'яки здатні до нового запліднення.

Червоний каліфорнійський черв'як відзначається великою плодючістю і за оптимальних умов утримання популяції здатний до багаторазового збільшення. Тривалість життя цього черв'яка до 16 років (дикого – до 4 років).

Невибагливість до умов утримання, висока продуктивність перероблення субстрату, велика плодючість, тривалість життя та інші особливості червоного каліфорнійського хробака надають йому значних переваг перед іншими черв'яками для використання у вермикультивуванні.

Канібалізм – це явище вірогідно не зафіксовано у компостних черв'яків. Про те, що воно може бути, судять за непрямими доказами. Помічено, що за значного перенасичення популяції і зменшення кількості корму в субстраті виявляються тільки дорослі черв'яки і кокони – як цілі, так і порожні. Молодих черв'ячків немає. З цього випливає, що щойно вилуплених черв'ячків поїдають дорослі.

Копроліт – (копрос – випорожнення, літа – камінь) екскременти дощових черв'яків, що містять частково перетравлені в шлунково-кишковому тракті органічні і мінеральні речовини, збагачені представниками їх власної кишкової мікрофлори. Вони мають гранульовану форму і відзначаються високою стійкістю до дії води.

Кокон – після спарювання та обміну сім'яною рідиною на паску черв'яків починає формуватися слизова щільна муфта, заповнена високопоживним білковим кормом для майбутніх зародків. Черв'як енергійними рухами тіла просуває її до переднього кінця тіла. В цей час муфта наповнюється яйцеклітинами і спермою колишнього партнера. Пізніше черв'як скидає її з тіла і утворюється кокон (довжина 3–4 мм, ширина 2–3 мм). У муфті вудбувається запліднення яєць. Свіжі кокони нагадують амфору і мають жовто-зелене забарвлення. З часом вони темніють, набуваючи майже бронзового кольору. У коконах, залежно від екологічних умов у культурі, розвивається від 2 до 22 зародків. Уміст кокона має антибіотичні властивості.

Кількісний облік – до основних, базових параметрів, що відображають екологічний стан вермикюльтури, інтенсивність і екстенсивність процесів розмноження, тимчасові і вікові коливання чисельності черв'яків, характер їх горизонтального і вертикального розподілу в культурі, належать систематичні обліки кількісного та якісного складу популяції. Нагромадження кількісних і якісних даних та їх суміщення з тимчасовими показниками фізико-хімічного та мікробіологічного стану субстрату до запровадження в культуру і в культурі дозволить оцінити хід вермикомпостування, своєчасно регулювати екологічні параметри, постійно підтримувати оптимальні умови утримання, цілеспрямовано коригувати хід формування біогумусу і отримувати продукт із заданими властивостями.

Методи кількісного та якісного обліку культивованих черв'яків передбачають підрахунок черв'яків в облікових майданчиках (пробах) розміром 10x10 см. Для відбору проб зручно користуватися 3-ріжковою городньою виделкою, яка забезпечує захоплення особин на глибині 10 см, або спеціальним пристроєм.

Кисень – оскільки дихання черв'яків відбувається через шкіру, то надзвичайно важливе постійне насичення субстрату повітрям, з якого кисень надходить до тіла черв'яків.

Кобальт – належить до мікроелементів, які впливають на активність ферментів.

Компост – компостом вважають органічні відходи, отримані у процесі бродіння. Компости готують з однотипних органічних відходів або із сумішей відходів різного походження та характеру. Деякі автори пропонують додавати до компосту витяжку з різних трав або лікувальні трави (валеріана, кропива, квіти деревію і кульбаби, мелену кору дуба та ін.). Вважають, що такі компости сприяють росту коренів рослин, а у черв'яків стимулюють розмноження і обмін речовин. Рекомендують додавати до компосту різні компоненти: тирсу, харчові відходи, пісок, мінерали та ін. Це збільшує вміст в компостах макро- і мікроелементів, нейтралізує неприємний запах і сприяє виникненню глиногумусних комплексів.

Компости використовують з подвійною метою: по-перше, як органічне добриво більш високої якості і ефективніше, ніж некомпостована органічна маса, і, по-друге, як субстрат для вермикультивування.

Компостування – будь-які органічні відходи можуть бути використані як добриво і відповідно дати ефект лише за умов проходження процесів бродіння, або ферментації. При підготовці і у процесі компостування необхідно дотримуватися таких умов: не варто звалювати органічні відходи у великі купи, бо через брак повітря і великої власної маси відходи, найімовірніше просто згниють з усіма небажаними наслідками (утворення метану і бурхливий розвиток гнильних бактерій), а ферментування не відбудеться; різні відходи необхідно нагромаджувати роздільно, а суміші готувати безпосередньо перед компостуванням; однотипні відходи або суміші різних відходів формують у бурти шириною 1,5–2 м, висотою не більше 1,5 м. Довжина буртів довільна, залежить від розмірів компостних майданчиків і кількості органічних відходів, що підлягають компостуванню. Ширина верхівки бурту не повинна перевищувати 30–50 см; однією з найважливіших умов компостування відходів, незалежно від того, чи це один вид відходів, чи різні суміші, є перемішування до створення однорідної маси; у процесі компостування необхідно часто перемішувати бурти і зволожувати масу, що пришвидшує процес дозрівання компосту; важливо також стежити за співвідношенням вуглецю і азоту. Це особливо стосується компостів, які призначають надалі як субстрат для вермикультури. Вважають, що для черв'яків оптимальне співвідношення C:N=18:25. Важливе значення має максимальне подрібнення органічних відходів, що сприяє швидкому розмноженню мікроорганізмів, які знаходяться у субстраті. Часто компости-субстрати для черв'яків готують пришвидшеними методами.

Компостні черв'яки – крім каліфорнійського червоного черв'яка, який є найбільш ефективним об'єктом для вермикультивування, на практиці часто використовують інших представників групи дощових черв'яків.

Насамперед це поширений гнойовий черв'як (з латин. *Euzeni* – смердючий), який під час доторкання виділяє рясну жовтувату слизисту масу з неприємним запахом. Його досить часто використовують для штучного розведення, але він за багатьма показниками значно поступається червоному каліфорнійському черв'яку. Це стосується плодючості, ненажерливості і тривалості життя.

Існують два підвиди цього виду: червоний смугастий (тигровий) і червоний однотонний. Деякі автори вважають, що перший підвид – це і є червоний каліфорнійський черв'як. Для вермикультивування можна, у принципі, використовувати малого червоного дощового черв'яка, якого через забарвлення часто плутають з червоним підвидом попереднього виду. Однак малий червоний черв'як більш сильний і його задній кінець трохи розплющений. Можна залучати для утримання сірого польового черв'яка.

Однак він, як і попередній вид, важко утримується в культурі, а в період розмноження прагне з неї піти.

Копроліти (випорожнення черв'яків) – разом з усмоктуванням напіврідкого корму черв'яки поглинають величезну кількість мікроорганізмів, які супроводжують їх на усьому шляху кишкового тракту і виводяться разом з екскрементами. Копроліти черв'яків утворюються в кишківнику унаслідок склеювання органічних і мінеральних частинок, чому сприяють виділені мікроорганізми, слиз і камедієві речовини. Частинки калу мають гранульовану форму і відрізняються більшою стабільністю. Копроліти є основою біогумусу, а їх гранулярний (грудкуватий) характер надає йому розсипчастого вигляду, що дуже важливо для структурування ґрунту. Копроліти мають підвищений уміст поживних речовин, які більш активно використовують рослини. Гранули копролітів здатні протистояти дії вітру і води, повільно руйнуються, і таким чином біогумус довго зберігає свої властивості і вплив на рослини.

Кроти – найбільш небезпечні шкідники черв'яків, які для них – особливо ласий і привабливий корм. Черв'яки є важливим джерелом білка, і кроти постійно полюють за ними. У пошуках корму кроти забираються в ложа черв'яків, влаштовують свої гнізда і приступають до своєї ненаситної діяльності. За дуже короткий час вони можуть повністю знищити популяцію. Мало того, що кроти майже повністю переходять на споживання черв'яків, так вони проводять їх заготівлю про запас, своєрідно «консервуючи» в живому вигляді. Як свідчать спостереження, кроти затягують черв'яків у свої гнізда, відкушують їм передній кінець і «складують». Черв'яки втрачають таким чином здатність сховатися, залишаються на місці, зберігаючи життєздатність значний час, а кроти у будь-який момент мають можливість поласувати ними.

Біотехнологи повинні постійно стежити за появою кротів поблизу вермигосподарства і негайно вжити заходів для їх знищення. Добрим захистом від кротів є ложа, виготовлені із залізної сітки.

Ложа – цим терміном позначають одиницю площі вермикультури розміром 2х1 м (за промислового вермикультивування). Вважають, що на цій площі субстрату у період продуктивного циклу знаходиться 100 тис. черв'яків різного віку. Тому іноді під час реалізації черв'яків цей термін застосовують у сенсі кількості відпущених лож, тобто черв'яків (реалізовано 10 лож – 1 млн. черв'яків).

Метаболізм (від грец. *Μεταβολε* – зміна, перетворення) – сукупність хімічних реакцій, що відбуваються в живих клітинах і забезпечують організм речовинами та енергією для його життєдіяльності, росту й розмноження.

Олігохети – підклас кільчастих черв'яків класу пояскових (*Clitellata*).

Опад – мертві частини рослин, що впали на поверхню ґрунту або на дно водойми під час листопаду. Гниття опадів призводить до утворення перегною.

Осади стічних вод – суспензії, що виділяються з відпрацьованих і стічних вод у процесі їх механічного, біологічного та фізико-хімічного (реагентного) очищення.

Партеногенез – форма статевого розмноження, коли розвиток зародка відбувається без запліднення. Притаманний багатьом рослинам та безхребетним тваринам (попелиці, палочники, коловертки, деякі види цвіркунів, метеликів та бджіл), а також деяким хребетним (риби, амфібії, ящірки). Особливі форми партеногенезу – гіногенез, андрогенез та педогенез. Переваги партеногенезу полягають у тому, що він здатен значно збільшувати швидкість розмноження та в деяких випадках за відсутності самців самки здатні розмножуватися самотійно, народжуючи при цьому переважно самців.

Педогенез – процес ґрунтоутворення.

Поллютант (речовина–забруднювач) (від англ. *Pollution*, лат. *Pollutio* – забруднення) – один з видів забруднювачів, будь-яка хімічна речовина або сполука, що міститься в об'єкті навколишнього природного середовища у кількості, яка перевищує фонове значення та викликає тим самим хімічне забруднення.

Популяція (від лат. *Populatio* – населення) – це сукупність організмів, що займають обмежений ареал (територія поширення якогось об'єкта або явища), мають спільне походження за фенотипом та географічно ізольовані від інших популяцій даного виду. Ріст популяції – співвідношення між народжуваністю і смертністю.

Рекультивація (від лат. *Re* – відновлення або повторення дії і *Cultivo* – обробляю) – комплекс робіт з екологічного та економічного відновлення земель і водойм, родючість яких у результаті людської діяльності істотно зменшилася. Мета рекультивації – поліпшення умов навколишнього природного середовища, відновлення продуктивності порушених земель і водойм.

Ремедіація – комплекс методів очищення вод, ґрунтів і атмосфери з використанням метаболічного потенціалу біологічних об'єктів: рослин, грибів, комах, дощових черв'яків та інших організмів з метою захисту здоров'я людини та довкілля.

Рециклінг (від англійського слова *Recycling* – рециркулювання) – це повторне перероблення старих матеріалів на нові продукти з метою запобігання надмірному видобуванню сировини, створенню відходів і забрудненню. Зазвичай повторно можна переробляти такі матеріали: алюміній, скло, папір, пластик і сталь.

Рух черв'яків – компостні черв'яки пересуваються у субстраті за рахунок механізму подовження і скорочення різних частин тіла. Спочатку подовжується передній кінець тіла, яким черв'як знаходить відповідну щілину в субстраті, проникає в неї і закріплюється за допомогою щетинок.

Потім відбувається хвиля поздовжніх скорочень тіла, і черв'як підтягується вперед. Одночасно передні сегменти тіла розширюються унаслідок скорочень поздовжніх м'язів, і черв'як розсовує ділянку субстрату, в який просунувся передній кінець тіла. У цей час задні ділянки тіла фіксуються в субстраті за допомогою щетинок. Передній кінець тіла знову, зменшуючись, просувається вперед і т.д.

Отже, у процесі руху черв'яків беруть участь кільцеві і поздовжні м'язи тіла і щетинки. Чим пухкіший субстрат, тим легше черв'якам у ньому пересуватися. У твердому ґрунті ці черв'яки не зустрічаються і жити не можуть, тому їх м'язовий апарат слабкий для просування у такому середовищі.

Селекція (*Selectio* – вибір, відбір) – наука про методи створення сортів і гібридів рослин, порід тварин, а також галузь сільськогосподарського виробництва, яка займається виведенням сортів і гібридів сільськогосподарських культур, порід тварин.

Синантропний вид – вид тварин (не одомашнених) і рослин, який тісно пов'язаний з життям і діяльністю людини.

Симбіоз (від грец. *Symbiosis* – співжиття) – тип взаємин організмів різних систематичних груп; спільне існування; взаємовигідне співжиття особин двох або більше видів.

Субстрат базовий, або підтримуючий – первинний субстрат для життєдіяльності дощових черв'яків, який попередньо готують, закладають до вермиложа, в бурти, скриньки, контейнери або інші ємності для штучного культивування та заселяють популяцією компостних черв'яків.

Термофільні організми – організми, переважно мікроскопічні, здатні жити за відносно високих температур (до 70–90 °C).

Тест-організм – термін, що означає живий об'єкт, який використовують для біотестування в екологічній токсикології для аналізу вод і ґрунтів, в гумітарній та ветеринарній медицині для дослідження властивостей внутрішніх середовищ вищих організмів, у сільському господарстві для експрес-тестування кормів на загальну токсичність, в хімії – для первинної оцінки властивостей нових речовин та ін..

Біотестування дає можливість комплексного оцінювання забруднення: сумарної дії кількох шкідливих речовин, визначення впливу невідомих речовин та корегування величини ГДК для вже відомих.

Толерантність (від лат. *Tolerantia* – терпіння) – здатність організмів витримувати відхилення екологічних чинників від оптимальних для себе показників.

Тургор (лат. *Turgere* – «бути наповненим») – внутрішній гідростатичний тиск у живій клітині, що викликає напругу клітинної оболонки, зумовлений тиском на неї цитоплазми зсередини клітини. У більшості рослин тургорний тиск становить 5–10 атмосфер, а в клітині грибів і рослин солонців – 50–100 атмосфер. У тваринних клітинах тверда стінка відсутня, а клітинна мембрана не здатна протистояти великій різниці тиску з обох її сторін, тому цей показник зазвичай не перевищує 1 атмосфери.

Факультативний (від фр. *Facultatif* – необов'язковий, від лат. *Facultas* – можливість) – необов'язковий.

Фітопатогени – інфекційні агенти (віруси, мікроорганізми), що викликають хвороби рослин.

Ювеніли – статевонезрілі; у даному випадку статевонезріла особина дощового черв'яка.

Якісний облік черв'яків – передбачає встановлення в популяції вікової різноманітності черв'яків. Під час обліку (див. кількісний облік) підраховують окремо різні вікові групи особин: кокони, молодих і дорослих черв'яків. Надалі встановлюють у коконах середню кількість зародків. За співвідношенням різних вікових груп оцінюють не тільки загальний стан популяції, а й можливу її перспективу. Зменшення кількості коконів може свідчити не тільки про несприятливі для розмноження фактори усередині культури або навколишнього природного середовища, а й про період нормального тимчасового згасання процесів розмноження.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вермикомпостування – технологія отримання біогумусу на основі посліду птиці. URL : <http://surl.li/ikkim>
2. Вермикомпостування. URL : <https://zarya.org.ua/uk/vermikompostuvannya/>
3. Вермикультура, її значення у вирішенні екологічних проблем та поліпшенні умов сільського господарства / В. Г. Зайцева, О. В. Нестеренко, Г. О. Чернишенко, А. І. Самохвалова. *Науковий вісник будівництва*. 2020. Т. 101, № 3. С. 222-228. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2020_101_3_31
4. Виробництво вермикультури і вермигумусу та його переробка В. О. Іванов, Л. В. Засуха, М. О. Фоміченко та ін. *Свинарство і агропромислове виробництво*. 2023. Вип. 2(80). С. 55-66.
5. Дощові черв'яки: наукові основи вирощування і практичне використання / І. П. Мельник та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 444 с.
6. Кляченко О. Л., Коломієць Ю. В., Янсе Л. А., Постоєнко В. О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія : підручник. Ч. 3 : Промислова та екологічна біотехнологія. Київ : Аграрна наука, 2021. 340 с.
7. Козбур Н. Вермикомпостування як перспективний напрям переробки органічних відходів. 2023. URL : <https://ecolog-ua.com/articles/vermykompostuvannya-yak-perspektyvnyy-napryam-pererobky-organichnyh-vidhodiv>
8. Кунах О. М. Морфологія дощових черв'яків (Lumbricidae) : навч.-метод. посіб. / О. М. Кунах, О. В. Жуков, О. Є. Пахомов. Дніпропетровськ : ФОП Дрига Т. В., 2010. 52 с.
9. Сендецький В. М. Удосконалення технології виробництва органічного добрива «Біогумус» методом вермикультивування. *Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника*. 2012, Вип. 17. С. 231-235. URL: <https://lib-repo.pnu.edu.ua/handle/123456789/17766>
10. Сенчук М. М. Технологічне проектування в органічному виробництві: Навчально-методичний посібник для самостійної роботи та практичних занять студентів агробіотехнологічного факультету / БНАУ – Біла Церква, 2020. – с.
11. Технології біовиробництва (на основі біотехнологій) : навчальний посібник / М. М. Лісовий, В. С. Таргоня, Т. В. Клименко та ін. Київ, 2021. 386 с.



сарафінські образки шкаралупа горіхів цибуля молочні жири та олії виробляти наклеюючи рибні кістки та образки хворі



Навчальне видання

АГРОТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ВЕРМІКУЛЬТУРИ

ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

Укладач: **Хоненко** Любов Григорівна

Формат 60x84/16 Ум. друк. арк. 4
Тираж 50. Зам. №__

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.