

© А.А. Гетта¹, О.С. Ковров¹, В.В. Федотов¹, В.Ю. Грунтова¹, Є.А. Панова¹
¹Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ КАЛІФОРНІЙСЬКОГО ЧЕРВ'ЯКА *EISENIA FETIDA*

© A. Hetta¹, O. Kovrov¹, V. Fedotov¹, V. Gruntova¹, Ye. Panova¹
¹Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

STUDY OF THE LIFE CYCLE OF CALIFORNIA WORM *EISENIA FETIDA*

Мета. Дослідження особливостей життєвого циклу каліфорнійського червоного черв'яка *Eisenia fetida* та оцінка впливу основних біотичних факторів на процес вермікультивування.

Методика дослідження базується на теоретичному аналізі технологій вермікультивування, вивченні стадій розвитку безхребетних, лабораторних дослідженнях впливу температури та вологості на ріст популяції черв'яків та формування біогумусу.

Результати дослідження. Досліджено життєвий цикл та стадії розвитку біомаси черв'яків виду *Eisenia fetida*, визначено особливості впливу температурних режимів на розвиток черв'яків та біопродуктивність біомаси в цілому, виконано оцінку ефективності продукції біомаси черв'яків та біогумусу на різноманітних субстратах вермікультивування. Визначено, що суміш біокомпосту з соломи, гною, опалого листя та сіна найкраще підходить для культивування черв'яків. За 60 днів культивування та оптимальної температури 26–28°C кількість біогумусу збільшилась на 2600 г, біомаса черв'яків – на 236 особин, субстрат зменшився з 1800 г до 70 г. Середня чисельність черв'яків репродуктивного віку в біогумусі склала 36 штук при температурі 20°C та 48 штук при температурі 28°C, що свідчить про суттєвий вплив температури на ріст популяції черв'яків.

Наукова новизна. Набула подальшого розвитку практика вермікультивування з елементами моніторингу життєвого циклу черв'яків виду *Eisenia fetida* на двох альтернативних субстратах. Встановлено нові закономірності росту біомаси черв'яків, продукції біогумусу та біорозкладання вихідного органічного субстрату в процесі вермікультивування в лабораторних умовах. Наукова новизна результатів полягає у використанні особливої композитної суміші з соломи, гною, сіна та опалого листя, що призводить до зростання продукції біогумусу на 61,9 % і зменшення біомаси вихідного субстрату до 96,7 %, які описуються поліноміальними залежностями.

Практичне значення. Застосування продуктів вермікультивування допомагає підвищити родючість ґрунту, зменшуючи потребу у синтетичних добривах. Практичне значення дослідження полягає в оптимальному керуванні найбільш впливовими факторами росту популяції черв'яка *Eisenia fetida* для оптимізації технологій вермікультивування і отримання екологічно чистого біогумусу.

Ключові слова: вермікультивування, каліфорнійський черв'як *Eisenia fetida*, біокомпост, біогумус.

Вступ. Дошові черв'яки є ключовими організмами у формуванні ґрунту, оскільки своєю діяльністю вони забезпечують підвищення родючості ґрунту, поліпшують не тільки хімічний склад ґрунту, а також його структуру і фізичні властивості такі як: аерацію, пористість, водопроникність, вологоємність і

дрібнозернистість. Ці види не тільки розкладають органічні відходи, але й підвищують мікробіальну популяцію, прискорюючи процеси розкладання та гуміфікації [1, 2].

Дощові черв'яків таких видів 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 органовмісних промислових відходів в органічне добриво біогумус (вермікомпост), але і як поновлюване джерело повноцінного тваринного кормового білка [3]. Також *Eisenia fetida* є альтернативою для білкової заміни у годівлі риб, птахів [4–5].

В даний час вермікультування є екологічно чистим і ефективним способом переробки органічних відходів, тому цей напрям використовується у багатьох країнах для зменшення відходів та покращення ґрунту.

Вермікультування – це сучасна біотехнологія, за допомогою якої органічні відходи рослинного походження можна не лише ефективно утилізувати, а й перетворити в повноцінні тваринні білки та біологічно активні речовини.

Доцільність використання вермікультури як біотехнології для контролю відходів та виробництва білка залежить, серед іншого, від фундаментальних знань про життєвий цикл дощових черв'яків, здатних переробляти відходи. Оскільки мова йде в основному про кількість та біомасу, обов'язковою умовою є глибоке знання темпів росту і репродуктивного потенціалу відповідних видів [6].

Вид *Eisenia fetida* представляє особливий інтерес, оскільки він може бути ефективно використаний у процесі вермікомпостування завдяки високій швидкості розмноження та швидкій швидкості переробки органічних відходів. Це вид, протестований багатьма авторами, як з точки зору утримання в лабораторних умовах, так і у вермікультурі [7].

Черв'яки дуже витривалі і можуть витримувати широкий діапазон температурних і вологісних коливань [8]. Але світло прямого сонця та високу температуру вони не витримують.

Продуктивність розмноження та ріст дощових черв'яків в різноманітних субстратах може слугувати корисними біомаркерами для вимірювання ефективності *Eisenia fetida* у вермікомпостуванні або унікальної біотехнології на їх основі [9].

Таким чином, дослідження впливу різноманітних природних та техногенних факторів на життєвий цикл *Eisenia fetida* є ключовим елементом для біотехнологій утилізації органічних відходів та вермікомпостування.

Метою роботи є дослідження життєвого циклу каліфорнійського червоного черв'яка *Eisenia fetida* та оцінка впливу основних біотичних факторів на процес вермікультування.

Для зазначеної мети були поставлені такі *задачі*:

1. Дослідити особливості розвитку та стадії життєвого циклу каліфорнійського червоного черв'яка *Eisenia fetida* в лабораторних умовах;
2. Визначити особливості впливу температурних режимів на розвиток черв'яків та біопродуктивність біомаси в цілому;

3. Оцінити ефективність продукції біомаси черв'яків та біогумусу на різноманітних субстратах вермікультування.

Для вирішення поставлених задач використані наступні методи дослідження: загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, зокрема, загальнонаукові методи: гіпотеза – вибір напрямків наукових досліджень; експеримент – дослідження об'єктів та процесів, що відбуваються в ньому; спостереження – виявлення динаміки елементів об'єкту; синтез – встановлення висновків та узагальнень. Також застосовано спеціальні методи: польовий метод (контейнерний метод утримання черв'яків); вимірювально-ваговий метод (встановлення біометричних показників росту і розвитку черв'яків); лабораторний метод (визначення особливостей розвитку коконів (яець) за різних температурних умов), мікроскопічні дослідження – для аналізу життєвих форм та стадій розвитку черв'яків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Використання дощових черв'яків для виробництва органічних добрив в даний час набуває широкої популярності. Вермікомпостування дозволяє використовувати різні безпечні відходи як добрива, які будуть позитивно впливати на зростання, укорінення і стресостійкість рослин, а також поліпшувати властивості ґрунтів.

У країнах з помірним кліматом широко використовується гнойовий, або компостний, черв'як *Eisenia fetida* та його підвиди *E. fetida*; *E. Andrei*; звичайний дощовий черв'як *Lumbricus terrestris*, малий червоний черв'як *L. rubellus* і венеціанська Дендробена *Dendrobaena veneta*. З багатьох видів дощових черв'яків найбільш продуктивним і підходящим для технологій переробки органічних відходів виявився компостний черв'як *Eisenia fetida*.

Каліфорнійський черв'як (*Eisenia fetida*) має тіло олігохет, довге, циліндричне завдовжки 40–130 мм, завширшки 2–4 мм з кількістю сегментів від 80 до 120 і більше. Черв'яки *Eisenia fetida* мають пурпурову пігментацію у вигляді широких поперечних смуг, розділених дещо вужчими непігментованими ділянками покривів. На першому сегменті такого виду черв'яка розташований ротовий отвір, над яким нависає виступ, тобто головна лопать, що має форму епілобічного типу. Такий перший сегмент позбавлений щетинок, а на інших щетинки сильно зближені попарно. Жіночі статеві отвори *Lumbricidae* дуже дрібні та розташовуються на 14-му сегменті, чоловічі статеві отвори розташовані на 15-му сегменті, оточені добре розвинутими залозистими полями, а пасок розташований з 26–27 по 31–32 сегмент [10].

Оптимальна температура для вермікультування каліфорнійського черв'яка становить 25 °С, вологість – 85 %, кислотність – 5–9. В таких умовах тривалість життєвого циклу черв'яків від кокона до дорослої особини коливається від 45 до 51 доби. Статєва зрілість вермікультури може коливатися від 21 до 30 діб, а середня маса дорослої особи становить 0,55 г. Відкладення коконів відбувається через 48 год. після спарювання, а середній розмір коконів сягає 4,85 мм × 2,82 мм. Життєздатність черв'яків, які з'явилися складає 72–82 % [11].

Життєвий цикл каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida* починається з відкладання яець. Яйця зазвичай знаходяться в коконах, які черв'яки вкладають у вологий ґрунт. Після вилуплення з яець виходять личинки. Це молоді черв'ячки,

які починають шукати їжу та рости. Личинки є доволі невеликими та слабкими. Після того, як черв'ячки досягнуть дорослого стану, вони стають активними учасниками вермікультури. Дорослі черв'яки продовжують їсти та рости, а також розмножуватися.

Розмноження *Eisenia fetida* зазвичай відбувається шляхом спарювання та перекресного запліднення, після чого кожна з паруєчох особин виробляє кокони, що містять 1–20 запліднених яєць та відкладає їх і відбувається вилуплення нових личинок. Кокони є стійкими та маленькими і мають лимоноподібну форму [12].

Після загибелі черв'яка його тіло може розкладатися у ґрунті, вносячи вклад у процес гуміфікації та живлення ґрунтової екосистеми.

На рис. 1 представлено життєвий цикл каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida*.

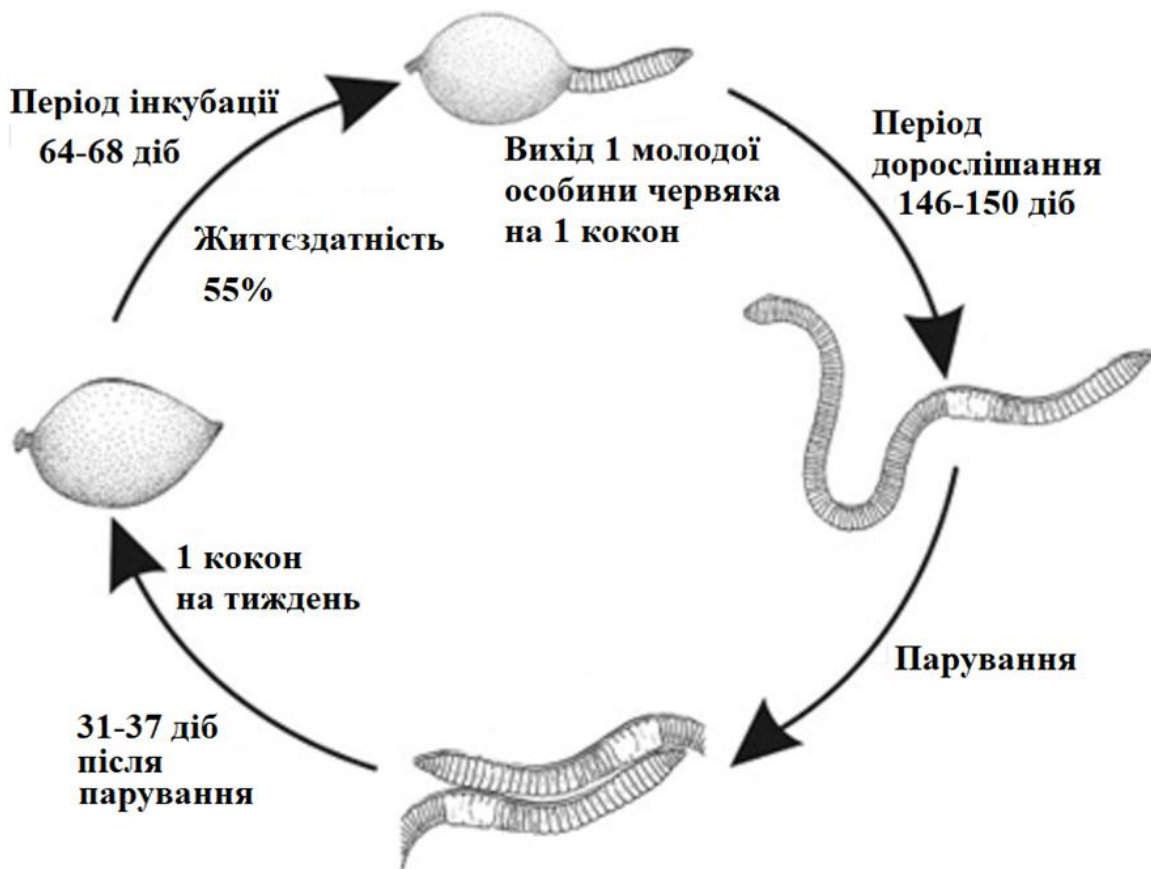


Рис. 1. Життєвий цикл каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida*

Каліфорнійські черв'яки відкладають яйця у кокони, які називаються кладками. Ці кладки мають гелеподібну консистенцію і зазвичай білого або кремового кольору. Кожна кладка містить від кількох до десятків яєць, залежно від віку та стану черв'яка.

На рис. 2 показані кокони каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida*.

Кокони каліфорнійських черв'яків мають важливе значення для їхнього розмноження та підтримки популяції. Вони допомагають забезпечити безпеку та захист яйцям від зовнішніх чинників, таких як висихання або хижаки, і сприяють успішному вилупленню молодих черв'яків.

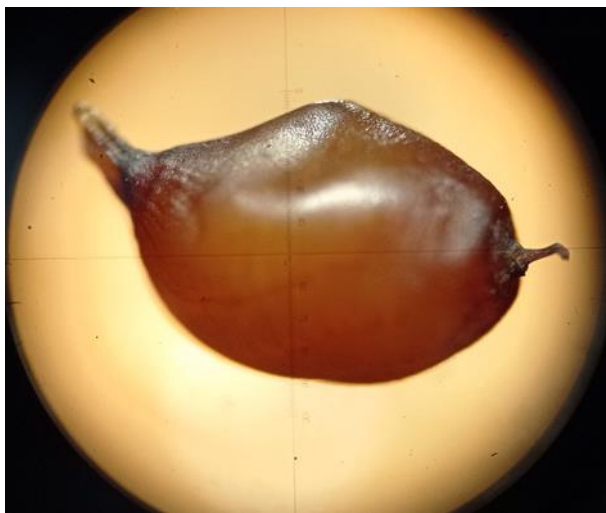
Дослідження вмісту коконів *Eisenia fetida* може дати цінну інформацію про різноманітні аспекти життєдіяльності цих черв'яків та їхній вплив на навколишнє середовище. Вивчення хімічного складу коконів може виявити наявність різних речовин, таких як білки, жири, вуглеводи та мінерали. Це може допомогти зрозуміти, які поживні речовини містяться в коконах і як вони можуть впливати на ґрунтову екосистему.



а



б



в



г

Рис. 2. Кокони каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida*: а – черв'як та кокон, б – збір коконів, в – морфологія кокону, г – газоутворення у коконі

Після відкладення яйця в кладці поступово розвивається зародковий ембріон, і через деякий час з яйця вилуплюється молодий черв'як.

Такий процес може займати від кількох тижнів до кількох місяців, залежно від температури та вологості середовища.

Молоді черв'яки каліфорнійського типу, такі як *Eisenia fetida*, вилуплюються з яєць, що знаходяться у коконах. Після вилуплення вони зазвичай виглядають як маленькі, тонкі, безбарвні чи слабо рожеві черв'ячки. У початковій

стадії їхнього розвитку вони дуже невеликі, але швидко зростають і набирають вагу з кожним линянням, тобто періодично змінює шкіру.

Молоді черв'яки дуже активні і швидко розпочинають роботу у розкладанні органічних матеріалів. Вони живляться різними рослинними рештками, що містяться у ґрунті, такими як листя, фрукти, овочі та інші органічні речовини. Крім того, молоді черв'яки активно виробляють гумус, багатий на поживні речовини, який відіграє важливу роль у збереженні родючості ґрунту.

На рис. 3 показано фото молодих особин каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida*.



Рис. 3. Молоді особини каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida*:
а – 1 тиждень; б – 2 тижні

У відповідних умовах (температура, вологість, доступ до їжі) молоді черв'яки швидко ростуть та розмножуються, сприяючи підтримці здорової та плідної популяції.

Колонія дорослих черв'яків *Eisenia fetida*: формує маточне поголів'я (сім'ю), в якій налічується декілька сотень дорослих особин (рис. 4).

Колонія дорослих черв'яків *Eisenia fetida* може складатися з різної кількості особин в залежності від умов середовища та розміру контейнера чи ґрунту, в якому вони перебувають. Ці черв'яки відомі своєю здатністю швидко розмножуватися і утворювати великі популяції відносно невеликого простору.

Типова колонія дорослих черв'яків може містити від кількох десятків до кількох сотень особин. Колонія черв'яків зазвичай активно працює над розкладанням органічних матеріалів у ґрунті. Вони живляться різноманітними рослинними залишками, перетравлюючи їх та перетворюючи на поживну речовину, що сприяє підживленню рослин. Крім того, колонія черв'яків сприяє збереженню родючості ґрунту шляхом продукції гумусу та поліпшенню його структури.



Рис. 4. Колонія дорослих черв'яків *Eisenia fetida*: а – маточне поголів'я (сім'я) черв'яків; б – доросла особина

Забезпечення колонії дорослих черв'яків оптимальними умовами середовища, такими як вологість, температура та наявність їжі, допомагає забезпечити їхню активну працездатність та підтримує здорову популяцію.

На стан дощових черв'яків і їх продуктивність дуже впливають фізичні фактори: температура, вологість, кислотність, вміст кисню, щільність. Адже за наявності достатнього корму та сприятливих умов життя будь-яка невідповідність факторів навколишнього середовища призведе до пригнічення фізіологічних функцій черв'яків, зниження продуктивності і навіть загибелі.

Успішне вермікультивування вимагає не лише компосту з потрібними поживними речовинами. Інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів у дощових черв'яків безпосередньо залежить від температури середовища проживання і відповідної температури тіла самого дощового черв'яка. Для різних видів черв'яків оптимальна температура залежить від умов, до яких олігохети пристосувалися протягом тривалої еволюції. Гнойові черв'яки мають досить вузьку екологічну специфіку. Вони не зимують у ґрунті, оскільки не витримують мінусових температур і гинуть у перші кілька днів замерзання.

Теоретична біологічна нульова точка ембріонального розвитку для *Eisenia fetida* у субстраті з температурою 3–4°C черви не тільки зберігають активність, а ще й живляться. Після перших осінніх заморозків вони мігрують глибше в субстрат, але не проникають у щільний ґрунт. Через слабку гідродинамічну структуру ріючого тіла черв'як знаходиться на межі матриці і ґрунту і не може проникати в більш глибокі і щільні шари. Черв'яки добре пристосовуються до температур, близьких до 0°C, і зимують у компості під снігом. Черв'яки, які переселяються на поля з гноєм, гинуть протягом зими і не можуть створити стабільну популяцію протягом тривалого часу.

Багато черв'яків на полях без рослинності гинуть під час ранніх осінніх заморозків. У цей час шкідливі навіть температури, близькі до нуля, а взимку температура в кілька градусів нижче нуля допустима і не завдасть шкоди. При температурі 23°C черв'яки віддають перевагу більш прохолодному середовищу. При

температурі 5°C черв'яки впадають у період спокою. Спостереження за личинками протягом 200 днів показали залежність їх росту від температурних умов. Найшвидше дощові черв'яки ростуть за температури 20–25°C. Температура 30°C і вище шкідлива, особливо якщо вологість субстрату занадто висока. При температурі 30°C активність і маса тіла черв'яків знижувалися за рахунок збільшення виділення захисного слизу у відповідь на температурні подразники, а при температурі 37°C вони гинуть. Найбільш сприятлива температура субстрату 28°C, при якій зберігається висока активність і маса тіла не зменшується, а збільшується. Температура є важливим фактором, що впливає на ембріональний розвиток і появу кокона. Тривалість інкубаційного періоду зменшується з підвищенням температури. У країнах з м'яким кліматом вермікультуру практикують у відкритому ґрунті цілий рік. Для підтримки оптимальних температур грядки з черв'яками можна захистити від вимерзання взимку і прямих сонячних променів влітку, укрити їх сіном, солом'яною тощо. Для створення необхідного температурного режиму використовується ґрунтовий обігрів, над каркасом якого простягаються тунелі з поліетиленової плівки. Це може продовжити час активності черв'яків і підвищити їх продуктивність. Оптимальними умовами для виживання черв'яків є температура навколишнього середовища +19°C.

Однак температура, що відрізняється від оптимальної на +7–10°C, не матиме шкідливого впливу на них, якщо температура буде на 12°C нижче оптимальної, знадобляться заходи ізоляції.

Температурний режим також впливає на кількість знесених коконів. Так, при культивуванні з лютого по квітень за середнього значення температури $t_{cep} = 20^\circ\text{C}$ адаптаційний період складає 14 днів, а за 35 днів інкубаційного періоду кількість коконів склала 27 штук. При культивуванні з серпня по жовтень за середнього значення температури $t_{cep} = 28^\circ\text{C}$ адаптаційний період складає 12 днів, а за 25 днів інкубаційного періоду кількість коконів склала 45 штук.

Лабораторні дослідження щодо визначення впливу температурних режимів на тривалість періоду інкубації коконів (яець) виконувались при температурах 21 °C та 28 °C. При більш низьких температурних режимах 21 °C тривалість періоду інкубації збільшується до 70 днів. Так, при підвищених температурних режимах 28 °C тривалість інкубаційного періоду зменшується до 30 днів. Таким чином, температурний режим впливає на тривалість процесу інкубації. Це має велике значення для підтримання оптимальних температурних режимів в компостному середовищі, що є дієвим методом регулювання чисельності *Eisenia fetida*.

Подальші дослідження включали відбір субстрату разом із черв'яками для визначення кількісних показників ефективності вермікультивування. Середня чисельність черв'яків репродуктивного віку в готовому компості (біогумусі) каліфорнійського черв'яка *Eisenia fetida* склала 36 штук при температурі 20°C та 48 штук при температурі 28°C (рис. 5). Чисельність коконів черв'яка на 35 штук більше у досліджуваному субстраті масою 1 кг. Аналогічний результат стосовно молодих особин черв'яків.

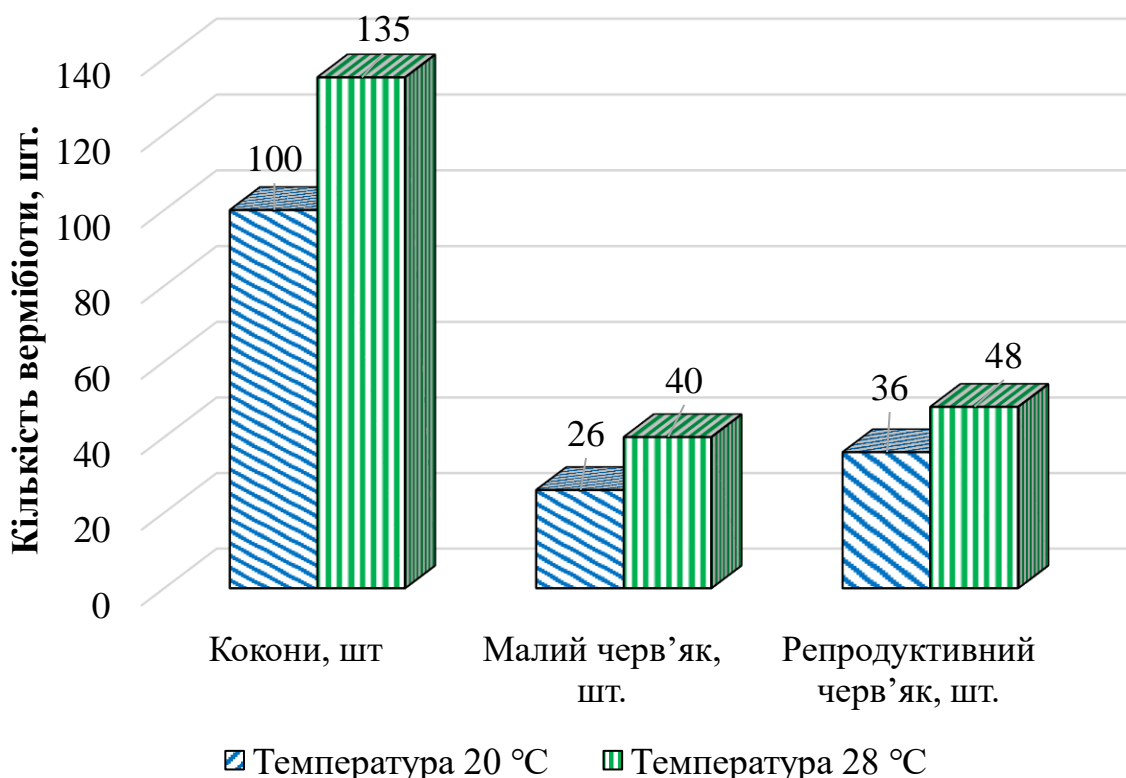


Рис. 5. Усереднені показники вермібіоти *Eisenia fetida* після компостування 1 кг субстрату

Дослідження вагових показників вермібіотичної активності в готовому біогумусі у перерахунку на 1 кг субстрату (табл.) показало, що середня вага репродуктивного черв'яка становить $3,24 \pm 0,8$ г.

Таблиця

Показники вермібіотичної активності *Eisenia fetida*

Вага коконів, г	Вага малих черв'яків, г	Вага дорослих особин, г
0,15	0,35	3,24

В лабораторних умовах був закладений дослід з вермікультивування черв'яків *Eisenia fetida* контейнерним способом. Схема досліду передбачала закладку двох контейнерів перший розмірами 45 x 25 x 12 см, а другий 59 x 39 x 17 см,. В якості компосту використовувалась 2 типи суміші: опале листя та з соломі, гною, сіна, опалого листя.

Узагальнені показники ефективності вермікультивування представлені на рис. 7 та рис. 8.

Виходячи з отриманих результатів на рис. 7 з типом суміші компосту опалого листя підходить каліфорнійським черв'якам, оскільки є відмінним джерелом органічного матеріалу, тому біогумус збільшився на 400 г за 2 місяці, біомаса збільшилась на 81 особину, субстрат зменшився з 1200 г до 50 г.

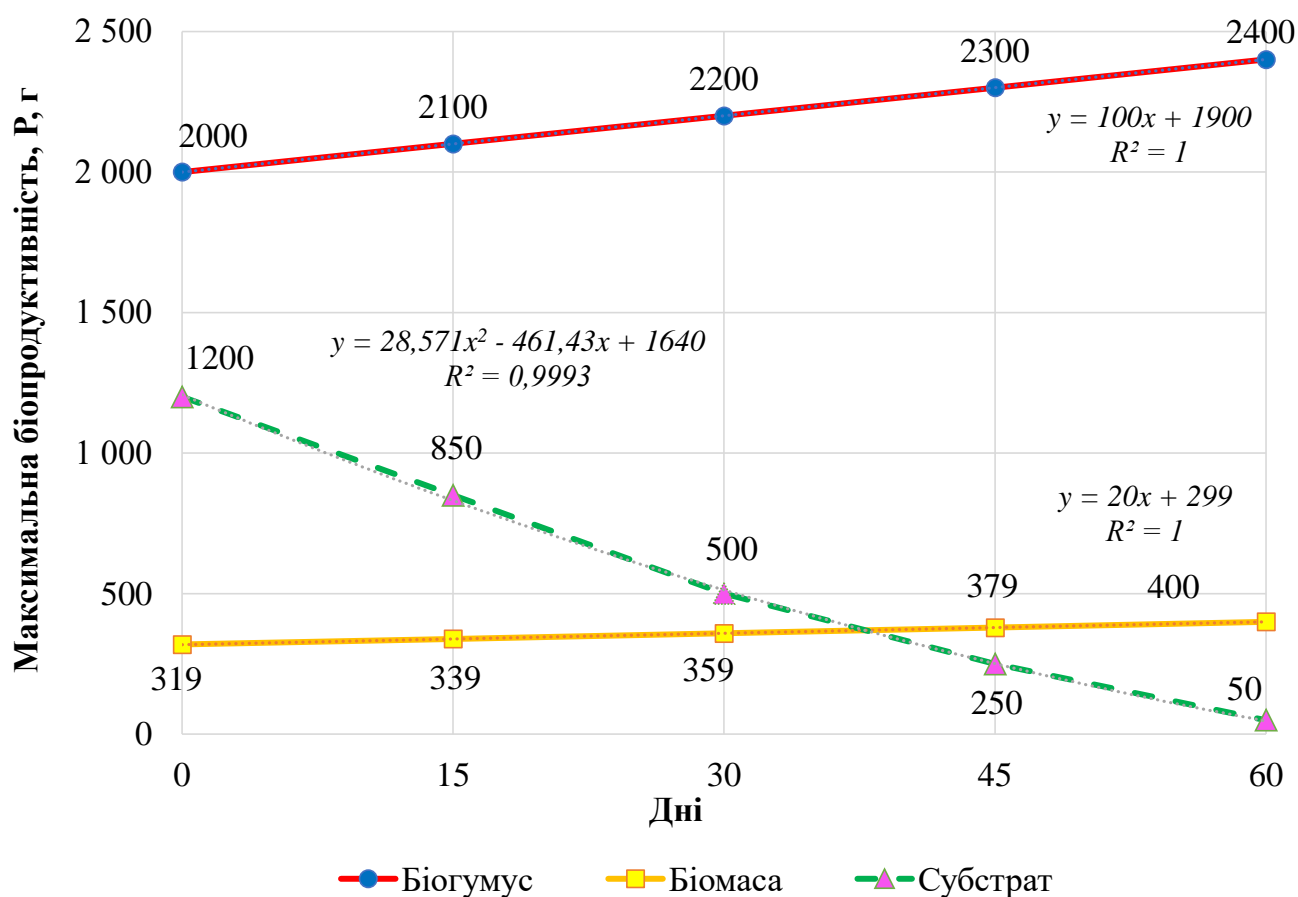


Рис. 7. Узагальнені показники ефективності вермікультивування з опалим листям

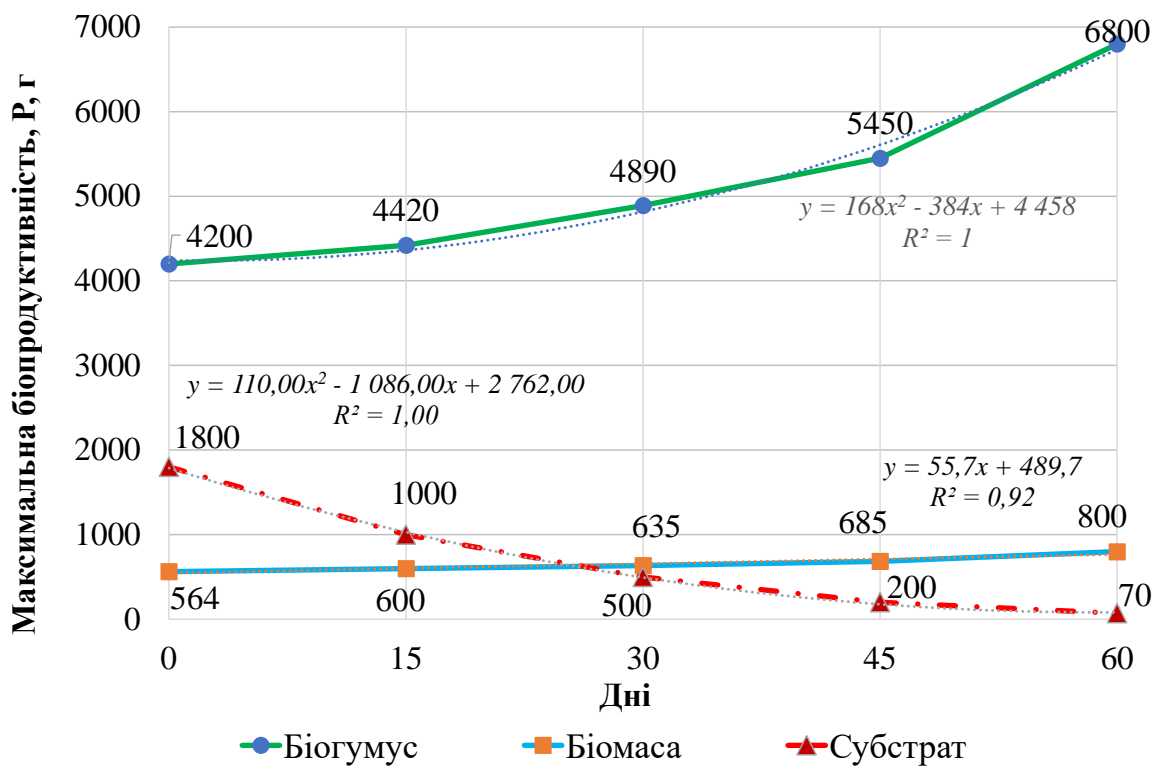


Рис. 8. Узагальнені показники ефективності вермікультивування з суміші соломи, гною, сіна, опалого листя

Виходячи з отриманих результатів на рис. 8 з типом суміші компосту з соломі, гною, опалого листя та сіна найкраще підходить каліфорнійським черв'якам, оскільки гній містить велику кількість поживних речовин (азот, фосфор і калій) тому кількість біогумусу збільшилась на 2600 г за 2 місяці, біомаса черв'яків збільшилась на 236 особин, субстрат зменшився з 1800 г до 70 г.

Висновки. У результаті проведеного дослідження *Eisenia fetida* було побудовано залежності усереднених показників вермібіоти після компостування 1 кг субстрату, де середня чисельність черв'яків репродуктивного віку в готовому компості (біогумусі) каліфорнійського черв'яка склала 36 штук при температурі 20°C та 48 штук при температурі 28°C, а чисельність коконів черв'яка на 35 штук більше у досліджуваному субстраті масою 1 кг при температурі 28°C.

Досліджено вагові показники вермібіотичної активності в готовому біогумусі у перерахунку на 1 кг субстрату та показало, що середня вага репродуктивного черв'яка становить $3,24 \pm 0,8$ г.

Було проведено у лабораторних умовах дослід з двома видами субстрату: перший з опалим листям, а другий з суміші гною, сіна, соломи, опалого листя. У першому контейнері з опалого листя біогумус збільшився на 400 г за 2 місяці, біомаса черв'яків збільшилась на 81 особину, субстрат зменшився з 1200 г до 50 г. У другому контейнері з типом суміші компосту з соломи, гною, опалого листя та сіна біогумус збільшився на 2600 г за 2 місяці, біомаса черв'яків збільшилась на 236 особин, субстрат зменшився з 1800 г до 70 г.

Встановлено, що в процесі вермікультивування в лабораторних умовах протягом 60 днів на субстраті з опалим листям та на композитній суміші з соломи, гною, сіна, опалого листя показники біопродуктивності є наступними: розкладання органічного субстрату – 66 % і 96,7 %, збільшення біомаси дорослих черв'яків – 25,4 % і 41,8 %, продукція біогумусу – 20,0 % і 61,9 % відповідно.

Таким чином, результати дослідження дозволяють оптимізувати технологію вермікультивування черв'яків *Eisenia fetida* з урахуванням особливостей субстратів для отримання екологічно чистого біогумусу.

Disclaimer / Дисклеймер

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Фінансується Європейським Союзом. Однак висловлені погляди та думки належать лише авторам і не обов'язково відображають погляди Європейського Союзу чи Європейського виконавчого агентства з освіти та культури (EACEA). Ні Європейський Союз, ні орган, що надає гранти, не можуть нести за них відповідальності.

Перелік посилань

1. Shetty, A., & Biradar, P.M. (2023). Biology of the epigeic earthworm *Eisenia fetida* in different organic wastes. *J. Environ. Biol.*, 44, 736–743. <http://doi.org/10.22438/jeb/44/5/MRN-5133>

2. Iordache, M. (2018). Survival, weight and prolificacy of *Eisenia fetida* (Savigny 1826) in relation to food type and several soil parameters. *Pol. J. Environ. Stud.*, 27(1), 109–115. <https://doi.org/10.15244/pjoes/74902>
3. Hartenstein, R., Neuhauser, E., & Kaplan, D. (1979). Reproductive potential of the earthworm *Eisenia foetida*. *Oecologia*, 43, 329–340. <https://doi.org/10.1007/BF00344959>
4. Salazar-Murillo, L., Chacón-Villalobos, A., & Herrera-Muñoz Juan, I. (2023). Crecimiento, eficiencia y composición de tilapia (*Oreochromis aureus*) alimentada con lombriz roja (*Eisenia fetida*). *Nutrición Animal Tropical*, 17(1), 1–35. <https://doi.org/10.15517/nat.v17i1.54085>
5. Edwards, C.A. (1985) Production of feed protein from animal waste by earthworms. *Philosophical Transactions of the Royal Society-B.Biol. Sci.*, 310(1144), 299–307. <https://doi.org/10.1098/rstb.1985.0120>
6. Venter, J.M., & Reinecke, A.J. (1988). The life-cycle of the compost worm *Eisenia fetida* (*Oligochaeta*), *South African Journal of Zoology*, 23(3), 161–165, <https://doi.org/10.1080/02541858.1988.11448096>
7. Podolak, A., Kostecka, J., Mazur-Pączka, A., Garczyńska, M., Pączka G., & Szura, R. (2020). Life cycle of the *Eisenia fetida* and *Dendrobaena veneta* earthworms (*Oligochaeta*, *Lumbricidae*), *Journal of Ecological Engineering*, 21(1), 40–45. <https://doi.org/10.12911/22998993/113410>
8. Beyginiya, V., Khoramivafa, M., Sayadiyan, K., & Yeganehpour, F. (2013). Effect of seasons and substrates different on the quality of the compost produced by worms *Eisenia fetida*, *Intl J Farm & Alli Sci.*, 2(20), 816–820.
9. Ali, S., & Kashem, M.A. (2018). Life cycle of vermicomposting earthworms *Eisenia fetida* and *Eudrilus eugeniae* under laboratory controlled condition, *Biomedical Journal of Scientific and Technical Research*, 10(5), 8110–8113. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2018.10.002015>
10. Мельник, І.А., Городний, М.М., Повхан, М.Ф., & Гітіліс, В.С. (1994). *Вермікультура: виробництво і використання*. УкрНТЕІ.
11. Жариков, Г.А., & Шаланда, А. В. (2008). Проблема оцінки ризику при вермікомпостуванні органічних відходів. *Агро XXI*, 1, 33–35.
12. Reynolds, J.W., & Wetzel, M.J. (2004). Nomenclatura *Oligochaetologica*. Supplementum Quartum. A catalogue of names, descriptions and type specimens of the *Oligochaeta*. *Illinois Natural History Survey Special Publication*.

ABSTRACT

Purpose. Study of the life cycle of California red worm *Eisenia fetida* and evaluation of the influence of the main biotic factors on the process of vermiculture.

The research methodology is based on the theoretical analysis of vermiculture technologies, the study of the development stages of invertebrates, laboratory studies of the influence of temperature and moisture on the growth of the worm population and the formation of biohumus.

Findings. The life cycle and stages of biomass development of *Eisenia fetida* worm species were studied, the peculiarities of the influence of temperature regimes on the development of worms and the whole bioproductivity of biomass were determined. The efficiency of the production of worm biomass and biohumus on various vermiculture substrates was evaluated. It has been determined that a mixture of biocompost consisted of straw, manure, fallen leaves and hay is the best suitable for worms' cultivation. Within 60 days of cultivation and under an optimal temperature of 26–28°C, the amount of biohumus increased by 2600 g, the biomass of worms increased by 236 individuals, the substrate decreased from 1800 g to 70 g. The average number of worms of reproductive age in biohumus is 36 at the temperature of 20°C and 48 at the temperature of 28°C, which indicates a significant effect of temperature on the growth of the worm population.

Originality. The practice of vermiculture with elements of monitoring the life cycle of *Eisenia fetida* worms on two alternative substrates has gained further development. New patterns of worm biomass growth, biohumus production, and biodegradation of the original organic substrate in the process of vermiculture in laboratory conditions were established. The scientific novelty of the results lies in the use of a special composite mixture of straw, manure, hay and fallen leaves, which leads to an increase in the production of biohumus by 61.9% and a decrease in the biomass of the original substrate by 96.7%, which are described by polynomial dependencies.

Practical value. The use of vermiculture products increases soil fertility, reducing the need for synthetic fertilizers. The practical significance of the research lies in the optimal management of the most influential growth factors of the *Eisenia fetida* worm population to optimize vermiculture technologies for the production of ecologically clean biohumus.

Keywords: *vermiculture, California worm Eisenia fetida, biocompost, biohumus.*