

увеличивается. Наиболее продолжительным вегетационным периодом отличались растения на вариантах, на которых одновременно были двойные дозы всех трех элементов. Таким по продолжительности был вегетационный период на вариантах, где в соотношении удобрений преобладал азот. Но на этих вариантах он увеличивался в основном за счет периода всходы-бутонизация, тогда как на варианте с двойными дозами трех элементов питания продолжительным был период цветения, что оказало положительное воздействие на продуктивность растений.

**Ключевые слова:** картофель, вегетационный период, фазы развития растений, минеральные удобрения, всходы, бутонизация, цветение.

УДК 631.95:631.861/862

V. Sendetsky, candidate of Agricultural Sciences, Doctoral candidate, State Agrarian and Engineering University in Podilya

## DETERMINATION OF OPTIMAL CONDITIONS FOR THE CULTIVATION OF RED RAIN CALIFORNIAN WORMS

**Annotation.** Grounded research results to determine the impact on the rain cherv'yakiv their performance and physical factors, including the optimal conditions vermykultyvuvannya, temperature, humidity, oxygen content, pH. Significant impact on the population of earthworms and its performance have physical and physicochemical factors.

The most important ones – temperature, humidity, acidity (pH), oxygen treatment, chemical composition and density of the substrate. The significance of these factors so that even if there is sufficient food and proper mental conditions favorable habitats error compliance with any environmental factors can lead to inhibition of physiological functions, reduce productivity and even death earthworms. Faeces worms that are cultivated on a variety of organic waste, require certain conditions for their growth, development and reproduction. Are very important and produtsiyni characteristics of the worm, fecundity, growth rate, timing puberty.

During the preparation of the substrate using different organic wastes (manure of cattle, horses, poultry manure, sludge treatment plants, waste meat processing, canning plant and various plant remains). However, due to violation of individual processes, including neglect selection of components for substrate ratio of N:C in the compost mass violations of growing conditions, most vermyhospodarstv obtained biohumus (biohumus) low quality, which adversely affects the economic and environmental performance of its production.

**Keywords:** California red rain cherv'yaky, vermykultyvuvannya, temperature, humidity, oxygen content.

*В.М. Сендецький, кандидат с.-г. наук, докторант ПДАТУ*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ЧЕРВОНИХ ДОЩОВИХ КАЛІФОРНІЙСЬКИХ ЧЕРВ'ЯКІВ**

*Обґрунтовано результати досліджень з визначення впливу на стан дощових черв'яків і їх продуктивність фізичних факторів, зокрема визначено оптимальні умови вермикультивування, температури, вологості, уміст кисню, кислотність.*

**Ключові слова:** дощові червоні каліфорнійські черв'яки, вермикультивування, температура, вологість, уміст кисню.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Органічні відходи, що нагромаджуються як побічні продукти техногенезу, є чужорідні для біосфери і не вписуються у природний біологічний кругообіг. Це призводить до забруднення повітря, води, ґрунту і, як наслідок, негативно впливає на здоров'я людини.

У кінці ХХ сторіччя у США, Західній Європі, Японії та інших країнах світу почали впроваджувати технологію перероблення органічних відходів методом вермикультивування (за допомогою червоних дощових каліфорнійських черв'яків) – безвідходну технологію біотехнологічної трансформації органічних відходів, що дає можливість одержати нове екологічно чисте добриво – біогумус (вермикомпост) і біологічну масу вермикультури [1, 7].

З 1990 року ця технологія набула поширення і в Україні. Вермикультивування (промислове розведення дощових черв'яків) уможливорює розв'язати на біологічній основі актуальні екологічні і господарські проблеми: утилізацію органічних відходів, поліпшення родючості ґрунту, одержання високоякісного екологічно чистого органічного добрива, збільшення виробництва якісної сільськогосподарської продукції. За даними російської корпорації «ГРІН-ППК», рентабельність вермикультивування складає більше 300% [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Проблема переробки органічних відходів агропромислового комплексу методом вермикультивування привертає все більше уваги вчених і практиків України та інших країн. Найрізноманітнішим його аспектам присвячено низку наукових праць вітчизняних вчених, зокрема

праці І.П. Мельника [1], М.М. Городнього [4], В.М. Сендецького, Н.М. Колісник [7, 8], А.В. Бикіна [2], С.М. Гармаш [3] та ін., а також іноземних авторів – Ю.Б. Морева [4], О.Н. Кодолової [6], І.М. Косолапова [5], І.М. Тітова, І.М. Anderson, Е.А. Edraards [5, 9] та інших.

Упродовж 1990-1994 років за сприяння асоціації «Біоконверсія» було створено більше 150 вермигосподарств, більшість яких унаслідок непродуманої аграрної реформи припинили своє існування. Тільки з 2005 року в Україні розпочалось створення нових вермигосподарств, яких на сьогодні більше 50. Більше 500 вермигосподарств на даний час функціонує в Росії, Білорусі, Казахстані та країнах Балтії.

Значний вплив на стан популяції дощових черв'яків і її продуктивність мають фізичні і фізико-хімічні чинники. Найважливіші з них – температура, вологість, кислотність (рН), кисневий режим, хімічний склад і щільність субстрату. Значущість цих чинників настільки велика, що навіть за наявності достатньої кількості відповідного корму і сприятливих умов місця існування похибка недотримання якого-небудь з екологічних чинників може призвести до пригнічення фізіологічних функцій, зменшення продуктивності і навіть загибелі дощових черв'яків. Компостні черв'яки, що культивують на різних органічних відходах, потребують певних умов для їх зростання, розвитку і розмноження. Велике значення мають і продукційні характеристики самого черв'яка: плодючість, швидкість росту, терміни настання статевої зрілості. Усе це повинно забезпечити виробництво високоякісного біогумусу.

У більшості господарств України, Білорусі, Росії не готують субстрат до вермикультивування з урахуванням якісних показників, а якщо й здійснюють компостування органічних відходів в суміші, то не враховують співвідношення С:N, а також вміст в субстраті кисню, кислотності, вологості, внаслідок чого вермикультивування відбувається за несприятливих умов, тому й одержують біогумус низької якості

**Мета дослідження** – вивчити і обґрунтувати оптимальні умови вермикультивування: температуру, вологість, вміст кисню, кислотність, щільність.

**Матеріали і методи дослідження.** Експериментальні та виробничі дослідження проводили в науково-виробничому товаристві «Відродження» та в ПП «Біоконверсія» Івано-Франківської області. У дослідженнях використовували червоні дощові каліфорнійські черв'яки, органічні відходи агропромислового комплексу: гній ВРХ, свиней, птишиний послід, кінський гній, осад очисних споруд, солому і рослинні рештки, інші органічні відходи та біодобавки.

Усі розрахунки, пов'язані з впорядкуванням ділянки, годуванням черв'яків, доглядом за ними, збором продукції виконувалися в перерахунку на стандартну грядку розміром  $2 \times 1$  м, так зване ложе.

Агрохімічний аналіз органічних відходів та біогумусу проводили за загальноприйнятими методами [10].

Опрацювання та узагальнення результатів досліджень проводились з використанням методів математичної статистики, викладених у Б.О. Доспехова (1985 р.) [11].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для визначення оптимальних умов вермикультивування, якості промислової популяції дощових черв'яків виду *Eisenia foetida*, технології інкубування коконів нами продовж 2007-2014 рр. на науково-виробничій базі ПП «Біоконверсія» і за участі вчених асоціації «Біоконверсія» було дано аналітичну оцінку матеріалів наукових досліджень та виконано дослідження з визначення оптимальних умов вермикультивування [7, 8].

Установлено, що великий вплив на стан дощових черв'яків та їх продуктивність мають фізичні фактори: температура, вологість, кислотність, уміст кисню, щільність.

**Температура.** Для успішного вермикультивування потрібен 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 продовж тривалого часу.

Гнойові черв'яки мають досить звужену екологічну специфічність. У ґрунті вони не перезимовують, так як не витримують мінусових температур і гинуть у перші дні його промерзання. Теоретична точка біологічного нуля для розвитку ембріонів *Eisenia foetida* близько 5-6°C. У 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 в щільний ґрунт. Унаслідок слабкої гідродинамічної будови органу для риття нір *Eisenia foetida* знаходяться на межі субстрату і землі і не здатні зариватися у більш глибокі щільніші 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.

Спостереження за молодими черв'яками продовж 200 днів показали залежність їх росту від температурних умов. *Eisenia foetida* росте з максимальною швидкістю за температури 20-25°C. Температура 30°C і вище є згубною, особливо за надлишкової вологості субстрату (рис. 1).

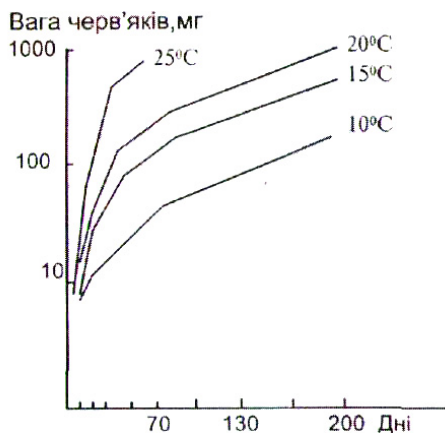


Рис. 1. Вплив температури субстрату на збільшення маси *Eisenia foetida*

За температури 30°C активність і маса тіла черв'яків зменшуються унаслідок збільшення виділення захисного слизистого

секрету у відповідь на температурний подразник. За температури 37°C черв'яки гинуть. Найбільш сприятлива температура субстрату – 28°C, 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 (табл. 1).

Таблиця 1

### Процент вилуплення і тривалість періоду інкубації коконів

*Eisenia foetida*

| Температура, °C | Вилуплювання, % | Тривалість періоду інкубації, днів |         |         |
|-----------------|-----------------|------------------------------------|---------|---------|
|                 |                 | максимум                           | мінімум | середнє |
| 10              | 87,0            | 98                                 | 74      | 81      |
| 15              | 71,6            | 52                                 | 36      | 44      |
| 20              | 65,4            | 26                                 | 20      | 23      |
| 25              | 31,2            | 21                                 | 15      | 18      |

Багато черв'яків роду *Allolobophora* на полях без рослинного покриву гинуть під час ранніх осінніх приморозків. У цей час навіть близькі до нуля температури є згубними, тоді як зимою без шкоди переносять температури, на декілька градусів нижчі за нуль. За температури 23°C спостерігається схилення до більш прохолодних умов, за більш високої температури черв'яки гинуть, а за температури 5°C кишківник звільняється від умісту корму і проходить підготовчий період до стану зимового спокою.

У країнах з м'яким кліматом вермикультуру цілий рік утримують під відкритим небом. Для підтримання оптимальної температури грядки з черв'яками захищають зимою від промерзання, а влітку – від прямих сонячних променів, накриваючи сіном, соломом 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.

**Вологість.** У каліфорнійського 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  $\text{CO}_2$ .

Результатами дослідження за постійної температури  $25^\circ\text{C}$  виявлено пряму залежність швидкості росту від вологості середовища (рис. 2).

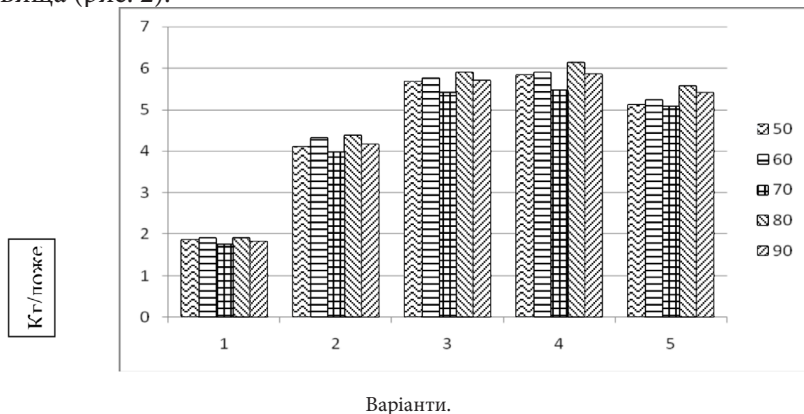


Рис. 2. Вплив вологості субстрату на біомасу черв'яків *Eisenia foetida* різного складу компонентів, кг/ложе (середнє за 2011-2013 рр.)

**Примітка:** Варіант 1 – 60% гною ВРХ, 10% кінського гною, 30% подрібненої соломи; варіант 2 – 40% гною ВРХ, 40% птишиного 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.

Дослідженнями встановлено, що оптимальна вологість, за якої спостерігається найбільший вихід біомаси вермикультури, – 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 складав 6,12 кг/ложе. Зниження вологості до 60% сповільнило розвиток червоних дощових каліфорнійських черв'яків в усіх варіантах, а вологість нижче 60% призвела до стрімкого зменшення біомаси. Збільшення вологості до 90% викликало обмеження доступу кисню у субстрат, що призводило до розвитку анаеробних

процесів розкладання субстрату, сповільнення росту і розвитку червоних дощових каліфорнійських черв'яків.

Наші дослідження підтвердили результати досліджень, виконані Б. Моревим, А. Бикіним, І. Мельником, С. Гармаш та іншими, що найоптимальнішою вологістю для нормального росту й розвитку дощових черв'яків є вологість компонентів у субстраті 70-80%. За вологості субстрату менше 30-35% черв'яки згорталися у клубок, багато з них гинуло, чисельність популяції зменшувалася. З іншого боку, черв'яки добре витримували тривале затоплення за достатку кисню і довго зберігали життєдіяльність в субстраті [1, 3, 6].

Дослідженнями 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 в їх тілі становить 84,1%). За втрати більше 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% продовж 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 більше 50%. Нижче цієї відмітки їх ріст припиняється, хоча вони 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, так як і ріст їх біомаси, залежить від вологості середовища. Із збільшенням вологості зростає і активність черв'яків.

Вологість також впливає на мікробіологічну активність, що у свою чергу сприяє споживанню їжі дощовими черв'яками. Для підтримання вологості необхідно 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

**Кисень.** Як уже відмічалось, у дощових черв'яків немає спеціальних дихальних органів. Дихання відбувається через шкіряне вкриття їх тіла. З висиханням шкіри дихання стає неможливим. Дощові черв'яки є аеробами, тобто організмами, яким необхідний кисень, тому в природних умовах види черв'яків, придатних для вермикультури, розміщують в основному у верхньому шарі ґрунту, бо їм необхідне добре забезпечення киснем. Тому у штучних умовах кормовий субстрат необхідно розкласти порівняно тонким шаром. Ущільнений субстрат треба періодично розпушувати для проникнення кисню у глибокі горизонти і виділення нагромаджених газів (аміак, метан, сірководень,  $\text{CO}_2$ ). Нами встановлено, що дощові черв'яки найкраще розвиваються при вмісті кисню 8-12%.

**Реакція середовища.** У компості, підготованому для висаджування або годівлі каліфорнійського черв'яка, необхідно визначати рН за допомогою іонетра або лакмусового паперу. Наші дослідження підтвердили, що оптимальним для черв'яків є нейтральне середовище (рН = 7,0). У разі підвищення кислотності її коригують внесенням на поверхню субстрату порошку гашеного вапна або крейди (300 г/м<sup>2</sup>), після цього рясно поливають, щоб вода пройшла через все ложе. Допустима кислотність рН – 6-8.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** На основі проведених досліджень підтверджено ряд досліджень, проведених українськими і закордонними вченими, і визначено, що оптимальними умовами вермикультивування є оптимальна вологість 70-80%, температура – 20-25°C, рН – 6,8-7,2; вміст кисню – 8-12%.

Нами продовжуються дослідження по створенню оптимальних умов при додаванні в субстрат різних біодобавок.

#### Список використаних джерел

1. Биоконверсия органических отходов и охрана окружающей среды / под. ред. И.А. Мельника). – К., 1996. – 235 с.
2. Бикін А.В. Біоконверсія органічних відходів агропромислового комплексу та продуктивність агроєкосистем при застосуванні

- нових видів добрив / А.В. Бикін: автореф дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.01.04 «Агрохімія»; 06.01.06 «Овочівництво». – К., 1999. – 38 с.
3. Гармаш С.М. Біоконверсія соняшникового лушпиння / С.М. Гармаш, М.О. Рябенко, О.П. Кулик. – Дніпропетровськ: Пороги, 2008. – 94 с.
  4. Городний Н.М. Вермикультура и ее эффективность / Н.М. Городний, В.Б. Ковалев, И.А. Мельник. – К., 1990. – (Сел. хоз-во; обзор, информ. УкрНИИНТИ. Сер.Земледелие, агрохимия, с.-х. мелиорация). – 20 с.
  5. Дождевые черви и плодородие почв. Сборник международной конференции, ОАО «Грин-ПИКЪ». – Владимир. – 2002. – 305 с.
  6. Мельник И.А. Технология разведения дождевых червей и производство биогумуса / И.А. Мельник, И.П. Карпец // Земледелие. – 1991. – № 6. – С. 68-70.
  7. Пат. 42505 Україна, МПК (2009) C05F 15/00 C05F 11/00. Спосіб переробки органічних відходів агропромислового комплексу методом вермикультивування / В.С. Гнидюк та ін. – № U200900808; заявл.04.02. 2009; опубл. 10.07. 2009, Бюл. № 13.
  8. Сендецький В.М. Еколого-агрохімічне обґрунтування переробки агрохімічних відходів агропромислового комплексу методом вермикультивування / В.М. Сендецький: дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.-г. наук. – Кам'янець-Подільський – 2010. – 213 с.
  9. Титов И.Н. Дождевые черви / И.Н. Титов. – М.: ООО «МФК Точка опоры», 2012. – 352 с.
  10. Еськов Л.И. Методы анализов органических удобрений / Л.И. Еськов, С.И. Тарасов. – М.: Россельхозиздат, 2003. – 552 с.
  11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

**Аннотация.** Обосновано результати досліджень по определению влияния на состояние дождевых червей и их продуктивность физических факторов, в частности определены оптимальные условия вермикультивирования: температура, влажность, содержание кислорода, кислотность.

**Ключевые слова:** дождевые красные калифорнийские черви, вермикультивирование, температура, влажность, содержание кислорода.