

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

А. І. Чміль, доктор технічних наук, професор

Н. М. Семенова, старший викладач

С. В. Гайдукевич, старший викладач

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

E-mail: a.chmil@ukr.net

Анотація. *З кожним роком екологічна ситуація в світі погіршується, і в першу чергу це стосується забруднення ґрунтів. З метою реанімації ґрунтів, підвищення їх родючості і стійкості світова наука і практика звертаються до використання біогумусу – продукту життєдіяльності дощових черв'яків.*

Досліджено енергетичну ефективність процесів перетворення енергії при утилізації органіки тваринницьких комплексів у білковий корм та біогумус в агротехнічній споруді захищеного ґрунту, що дає змогу цілий рік отримувати цінну продукцію для народного господарства.

Вивчено складники рівняння енергетичного балансу продукції черв'яків та визначено ступінь їх впливу на коефіцієнт біоенергетичної ефективності.

Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату у вермикультурному приміщенні необхідна кількісна оцінка параметрів температурно-вологісного режиму. Вирішити цю проблему можна на основі рівняння теплового балансу, яке було побудовано для найсуворіших температурних умов черв'якової ферми.

Значно зменшити споживання електроенергії можна за допомогою різних засобів утримання тепла у вермікультиваційних конструкціях: солом'яних матів, поліетиленових та пінопластових покриттів.

Співвідношення потужності нагрівальних елементів субстрату та повітря має істотний вплив на енергоефективність системи вермикультури. Тому температура субстрату задається технологічними параметрами розведення черв'яків і повинна підтримуватися на постійному рівні. Температура повітря в черв'яковій фермі залежить від умов навколишнього середовища.

Ключові слова: *вермикультивування, енерговитрати, тваринницькі відходи*

Актуальність. *Промислове вирощування дощових черв'яків вперше було здійснено в США, а зараз використовується в Японії, Німеччині, Італії, Франції, Угорщині, Швейцарії, Китаї, Польщі та інших країнах для переробки органічної сировини в біогумус. Суттєвих успіхів у підвищенні продуктивності*

вермікультури було досягнуто у 60-их роках минулого століття, саме тоді була

виведена нова порода - каліфорнійський червоний гібрид дощового черв'яка. На відміну від звичайного дощового черв'яка, середня тривалість життя якого складає близько 4 років, каліфорнійський червоний гібрид живе понад 16 років, дуже плідний, не хворіє, швидко росте, харчується різними органічними відходами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Чисельність молодих черв'яків і швидкість розкладання органічних відходів залежать від стану і кількості органічної їжі і параметрів навколишнього середовища (температура, вологість субстрату, відсутність аміаку, режим кислотності). При правильному поєднанні два дощових черв'яка можуть виробляти понад 1500 молодих черв'яків на рік.

За даними акад. М. М. Городнього [1] стандартними умовами промислового виробництва черв'яків, є: аерація субстрату повітрям; вологість - 70-80 %; температура субстрату в межах 19-22 °С, кислотність субстрату рН=7-8; співвідношення вуглеводнів до азоту в межах 20.

Мета дослідження – оцінка і аналіз енергетичної ефективності процесу вермикультивування.

Матеріали та методи дослідження. Промислове вермикультивування здійснюється як на відкритих ділянках, так і в закритих спорудах. Процес біоконверсії полягає в проходженні через шлунок черв'яків органічних відходів і виділення їх у вигляді копролітів. Чисельними дослідженнями встановлено[2], що біогумус порівняно з іншими органічними добривами (торф, компост, гній) має ряд переваг - водостійка структура, збагаченість біологічно активними речовинами, високий ступінь гуміфікації, відсутність насіння бур'янів, фіто і зоопатогенів. Особливу цінність біогумусу мають гумінові кислоти, вміст яких знаходиться в межах від 5,6 до 17,6 % у перерахунку на суху речовину.

Результати досліджень та їх обговорення. Енергетична ефективність вермикультивування є відношення енерговмісту біомаси до енерговитрат на її перетворення. Розглянемо цю ефективність на прикладі захищеної культивацийної споруди.

Баланс енергії для вермивиробництва представимо у вигляді рівняння:

$$E_{заг}^{BK} = E_{бч} + E_{бг} + E_{огр} + E_{вин} + E_n + E_{ин}, \quad (1)$$

де $E_{бч}$ - енерговміст біомаси черв'яків; $E_{вин}$ - втрати теплової енергії на випаровування; $E_{бг}$ - енерговміст біогумусу; $E_{огр}$ - втрати теплової енергії через огорожі; E_n - втрати теплової енергії з отриманою продукцією (біогумус і біомаса черв'яків); $E_{ин}$ - інші втрати енергії; $E_{заг}^{BK}$ - загальні витрати енергії на вермикультивування.

Інші витрати енергії $E_{ин}$ включають такі складові:

$$E_{заг}^{BK} = E_{еф} + E_{об} + E_{б} + E_{ее} + E_n + E_{жп}, \quad (2)$$

де $E_{об}$ - витрати на обладнання і машини; $E_{б}$ - енерговитрати на будівлі і споруди; $E_{ее}$ - витрати електричної енергії; E_n - витрати енергії палива; $E_{еф}$ - енерговміст органічних відходів, що надходять на корм черв'якам; $E_{жп}$ - енерговитрати живої праці.

Для того щоб забезпечити необхідний мікроклімат у споруді, необхідна критична оцінка параметрів температурно-вологісного режиму. Для цього складаємо рівняння теплового балансу споруди для зимових умов вирощування вермикультури. Розбиваємо шар субстрату на декілька горизонтальних шарів товщиною 5 см, приймаючи, що кожний з них має однакову температуру по всій споруді.

Запишемо рівняння теплового балансу для повітря та бетонної подушки вермикультиваційної споруди:

$$P = \frac{t_n - t_z}{R_{c1}} + \frac{t_{c1} - t_{c2}}{R_{c(1-2)}} + C_c m_c \frac{dt_{c1}}{d\tau}; \quad (3)$$

$$\frac{t_n - t_g}{R_{cg}} = \frac{t_g - t_n}{R_o} + C_o m_g \frac{dt_g}{d\tau}; \quad (4)$$

$$\frac{t_n - t_g}{R_{cg}} = \frac{t_g - t_n}{R_o} + C_g m_g \frac{dt_g}{d\tau}; \quad (5)$$

де t_g , t_z , t_c - відповідно температура повітря, ґрунту і субстрату; R_c , R_g - опори

тепловіддачі відповідно від субстрату до ґрунту і від субстрату до повітря споруди, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$; P - повна потужність нагрівальних елементів; C_c, m_c – питома теплоємність і маса субстрату, $\text{Дж}/\text{кг } ^{\circ}\text{C}$.

З цих рівнянь можна отримати розподіл температур за глибиною субстрату за різних потужностей нагрівальних елементів для секції (рис. 1).

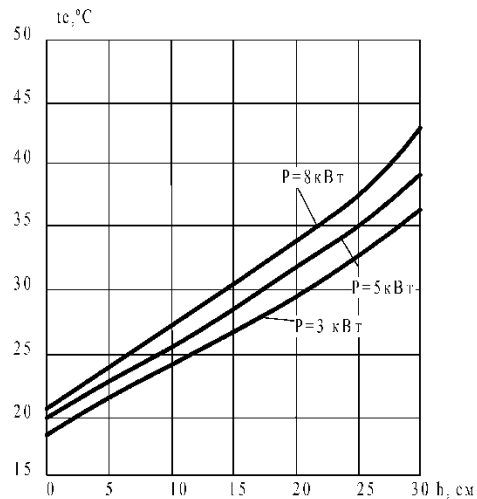


Рис. 1. Розподіл температур вермикультивувальної споруди

Енергетичн ефективність споруди значною мірою залежить від співвідношення потужностей повітряних і субстратних нагрівальних елементів. Відомо, що температура субстрату задається за технологією вермикультивування і має підтримуватись на постійному рівні. Таким чином, температура повітря у вермикультивувальній споруді залежить як від умов зовнішнього середовища, так і від співвідношення потужностей субстратних і повітряних нагрівальних елементів ($k = P_c / P_e$).

Аналіз наведених залежностей показує, що добові витрати електричної енергії стабілізуються і набувають мінімального значення при співвідношенні $k > 2-3$. За умови відсутності повітряного обігрівання споруди ($k = 0$), витрати електроенергії зростають більше, ніж у 2,5 рази (рис.2).

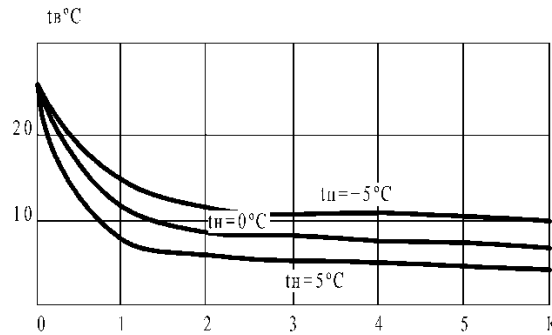


Рис. 2. Розподіл температури повітряї споруди від співвідношення потужностей k

Висновки і перспективи. Теоретично обґрунтована та експериментально перевірена модель обігрівання вермикультиваційної споруди. Встановлена необхідність як повітряного, так і субстратного обігрівання споруди. При цьому суттєвий вплив на енергетичну ефективність споруди має співвідношення потужностей повітряних і субстратних нагрівальних елементів.

Список використаних джерел

1. Новітні технології біоенергоконверсії: монографія / Я.Б. Блюм, Г.Г. Гелетука [та інші]. Київ: Аграр Медіа Груп, 2010. 326 с.
2. Чміль А. І. Енергетична ефективність і екологічна безпека замкнутих еколого-біотехнічних систем в тваринництві: монографія. Київ: ЦК «Компринт», 2015. 163 с.
3. Чміль А. І. Дослідження енергетичної досконалості біотехнічних систем у тваринництві. Науковий вісник НУБіП України. 2015. Вип. 209, ч.2. С. 58-63.

Reterences

1. Blium, Ya. B., Heletukha, H. H. etc (2010). Novitni tekhnolohii bioenerhokonversii [The latest technologies of bioenergy conversion]. Kyiv: Ahrar Media Hrup, 326.
2. Chmil, A. I. (2015). Enerhetychna efektyvnist i ekolohichna bezpeka zamknutykh ekoloho-biotekhnichnykh system v tvarynnystvi [Energy efficiency and environmental safety of closed ecological and biotechnical systems in animal husbandry]. Kyiv: TsK «Komprynt», 2015. 163 s.
3. Chmil, A. I. (2015). Doslidzhennia enerhetychnoi doskonalosti biotekhnichnykh system u tvarynnystvi [Research of energy efficiency of biotechnical systems in animal husbandry]. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, 209 (2), 58-63.

ENERGY EFFICIENCY ORGANIC WASTE DISPOSAL PROCESS

A. Chmil, N. Semenova, S. Haydukevych

Abstract. Every year, the environmental situation in the world worsens, and this primarily concerns soil pollution. With the aim of revitalizing soils, increasing their fertility and stability, world science and practice are turning to the use of biohumus - a product of the vital activity of earthworms.

The energy efficiency of the processes of energy conversion during the utilization of organic matter from animal husbandry complexes into protein feed and biohumus in an agrotechnical structure of protected soil, which makes it possible to obtain valuable products for the national economy all year round, was studied.

The components of the energy balance equation of worm products were studied and the degree of their influence on the bioenergy efficiency coefficient was determined.

To ensure optimal parameters of the microclimate in the vermiculture room, a quantitative assessment of the parameters of the temperature and humidity regime is necessary. It is possible to solve this problem on the basis of the heat balance equation, which was built for the most severe temperature conditions of the worm farm.

It is possible to significantly reduce electricity consumption with the help of various means of retaining heat in vermiculture structures: straw mats, polyethylene and foam coatings.

The power ratio of the heating elements of the substrate and the wind has a significant impact on the energy efficiency of the vermiculture system. Therefore, the temperature of the substrate is set by the technological parameters of breeding worms and must be maintained at a constant level. The air temperature in the worm farm depends on the environmental conditions.

Key words: *vermicultivation, energy consumption, livestock wastes*