

**ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ВІДДІЛЕННЯ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ
ВІД ВЕРМИКОПОСТУ**

М. Сенчук, старший науковий співробітник

УкрНДІПВТ

В статті представлені результати наукових досліджень по обґрунтуванню схеми і параметрів відділення черв'яків від вермикомпосту.

В результаті досліджень рекомендовано спосіб відділення черв'яків від вермикомпосту, а також методу розрахунку режимів, конструкційних і енергетичних параметрів роздільника.

Одним з основних факторів, які впливають на реалізацію генетичного потенціалу продуктивності с.- г. тварин і птиці, є повноцінне годування, обумовлене в основному протеїновим і амінокислотним складом раціонів. Тому біомаса черв'яків є одним з ефективних джерел забезпечення тварин і птиці високоякісними білковими кормами.

Дослідження, проведені Риженком М., показали, що краще використовувати біомасу черв'яків на корм птиці і рибі в живому вигляді, свиням - у вигляді пульпи, а коровам - у вигляді борошна. Для годівлі птиці найбільш раціональним способом одержання білкового корму є подрібнення дощових черв'яків і змішування біомаси з наповнювачем [1]. Як наповнювач можна використовувати розсипний комбікорм дрібного помолу. Відмічається, що з 1 т субстрату можна одержати 100 кг біомаси черв'яків, 60 - 70% якої складає білкова речовина. Використання біомаси черв'яків для годівлі птиці дало змогу одержати приріст маси бройлерів на 32% і зменшити витрати кормів на 12%.

Традиційно біомаса черв'яків використовується в ряді країн як харчовий продукт. В Державному технологічному університеті (м. Перм, Російська Федерація) розроблена і апаратурно реалізована технологія одержання екологічно чистого білка з біомаси дощових черв'яків, який призначений для використання в якості харчової добавки. Результати досліджень дозволяють також зробити висновок про можливість і доцільність використання спеціально переробленої біомаси черв'яків як добавки в дитячому лікувальному харчуванні.

В літературі існує достатньо велика кількість повідомлень про одержання препаратів, в тому числі і лікувальних, з біомаси дощових черв'яків. Це роботи колективу авторів Івано-Франківської медичної академії під керівництвом Бабенка Г., товариств "Венол-мед" і "Біном", а також інших наукових закладів України, Росії, Угорщини, Чехії, Польщі [2-4].

В Інституті біології НАНУ також проводились дослідження по використанню біомаси черв'яків для виробництва фармакологічних препаратів. Встановлено, що наявність ліпідів складає в середньому 2,5-5,1% від вологості біомаси черв'яків. Склад компонентів ліпідів в тканинах черв'яків дає підставу використовувати їх для виготовлення фармакологічних препаратів.

Відомий і багатовіковий досвід використання дощових черв'яків в народній медицині різних країн [5].

Виготовлення білкових кормових добавок, лікарських і фармакологічних препаратів з використанням дощових черв'яків в основному залежить від наявності високоякісної біомаси черв'яків. Тому відділення біомаси черв'яків від компосту - необхідна операція в технології вермикомпостування.

В процесі наукових досліджень встановлено, що при нормальному розвитку вермикюльтури вміст черв'яків у вермикомпості не перевищує 10% від загальної маси

вермикомпосту. Відділення черв'яків методом переходу їх з вермикомпосту в субстрат дає можливість збільшити вміст черв'яків у субстраті до 20-30% від маси субстрату [5].

На даний час одержання високоякісної біомаси дощових черв'яків є трудомістким технологічним процесом. Тому вивчення механізованих процесів відділення черв'яків від вермикомпосту є актуальним.

На основі проведеного аналізу літературних і патентних джерел встановлено, що вермикомпост з черв'яками є складним середовищем за складом і фізико-механічними властивостями, тому досягти високої ефективності відділення черв'яків від вермикомпосту механічним способом неможливо. Крім того визначені тенденції розвитку способів і пристроїв для відділення черв'яків від вермикомпосту, які полягають у створенні у вермикомпості несприятливих умов для їх існування. В розглянутих технологічних схемах даних пристроїв зовнішніми чинниками, які створюють у вермикомпості несприятливі для черв'яків умови, є тепло, світло, холод, вода, вібрація. В основу запропонованої конструкційно-технологічної схеми відділювача використано схему пристрою Жигунова В.М., Крюкова А.Ф. (а.с. №685251, а.с. №888892), за якою у вермикомпості несприятливі умови для черв'яків створюються одночасно світло, холодним повітрям і ворушилкою. В прийнятій і запатентованій схемі нового пристрою для відділення черв'яків від вермикомпосту є характерним використання світла і гарячого повітря, причому вплив на поверхню вермикомпосту виконують спочатку світлом – для занурення черв'яків у вермикомпост, щоб зменшити негативний вплив гарячого повітря, а потім - теплом.

Робота відділювача характерна тим, що на стрічку конвейєра 1 з бункера дозатора 3 насипається вермикомпост з черв'яками шаром певної товщини. Стрічка конвейєра повинна бути виготовлена таким чином, щоб забезпечити перехід черв'яків в піддони для збору біомаси і мінімальну її забрудненість. Вермикомпост переміщують в освітлювальну камеру 4. Черв'яки, які знаходяться на поверхні, під дією світла занурюються в субстрат, після чого вермикомпост потрапляє в термокамеру, де нагріте теплогенератором 5 повітря створює у вермикомпості несприятливі умови для черв'яків. Черв'яки під дією температури перепозують в піддони для їх збору. Після відділення черв'яків вермикомпост, або субстрат, вивантажується в бункер-нагромаджувач, а тепле повітря з термокамери повертається в теплогенератор для його нагрівання до заданої температури.

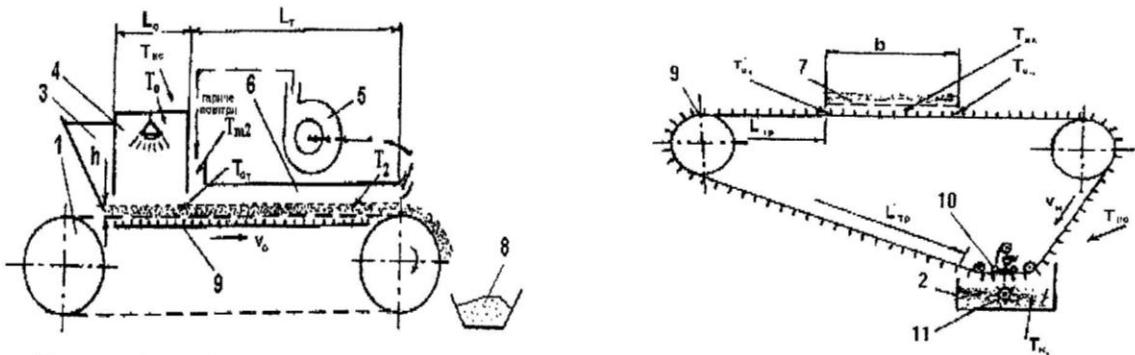


Рис. 1. Конструкційно-технологічна схема відділювача черв'яків від вермикомпосту: а- схема відділювача ; б- схема поперечного транспортера

1 - конвейєр; 2 - піддон для збору відділених черв'яків; 3 - бункер-дозатор; 4 - освітлювальна камера; 5 - теплогенератор; 6 - термокамера; 7 - вермикомпост; 8 - бункер-нагромаджувач вермикомпосту; 9 - поперечний транспортер; 10 -вібратор; 11- щітка.

В конструкційній схемі відділювача для механізованого видалення дощових черв'яків використано поперечний транспортер 9 з імітатором компосту. Імітатор виконаний у вигляді пружинних ниток з кульками на протилежних кінцях, які закріплені до зовнішньої поверхні стрічки транспортера. В бункері-нагромаджувачі черв'яків

знаходиться вода. Частина нижньої гілки поперечного транспортера занурюється у воду, а спеціальною щіткою її додатково вичісують з імітатора черв'яки в бункер – нагромаджувач 8. Вода служить для охолодження стрічки транспортера.

Аналіз досліджуваних процесів механізованого відділення черв'яків від вермикомпосту показав, що ці процеси можна розглядати як випадкові величини, які протікають у часі. Розглядаючи дані процеси як ймовірності складних подій, визначено основну формулу, яка характеризує якість виконання технологічного процесу технічним засобом:

$$\eta = \frac{\xi_a}{0,01\xi_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

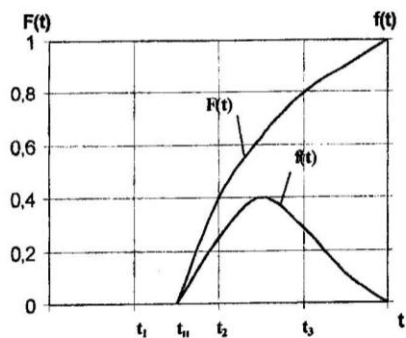
де η – ступінь відділення, %; ξ_0 – ступінь вмісту черв'яків у вермикомпості, %; ξ_a – коефіцієнт відділення, $\xi_a = \frac{M^1}{M_0}$; M^1 – маса відділених черв'яків, кг; M_0 – маса вермикомпосту з черв'яками, кг.

Для обґрунтування оптимальних режимів роботи відділювача – освітленості і температури в освітлювальній камері v (лк), T_0 (°C), температури в термокамері T_{m2} (°C), швидкості руху конвейера v_0 (м/с), питомих витрат гарячого повітря L (м³/с) і продуктивності Π (кг/с); конструкційних параметрів: довжини освітлювальної і термокамери L_0 , L_T (м), ширини конвейера b , а також енергетичних параметрів питомих витрат тепла $g_{пк}$ (Дж/с), коефіцієнта корисної дії термокамери η_K – за критерій оцінки якості виконання технологічного процесу занурювання черв'яків у вермикомпост прийнято ступінь занурювання η_z , а для процесу відділення черв'яків від вермикомпосту – ступінь відділення η_a . На основі аналізу процесів занурювання черв'яків під дією світла і переоповзання їх в інше середовище під дією тепла прийнято наукову гіпотезу, про те що інтенсивність протікання цих процесів визначається нелінійним рівнянням регресії (рис. 2):

$$f(t) = \frac{d\eta}{dt} = a(t - t'_{1H}) \exp\left\{-\frac{(t - t'_H - \gamma)^2}{\beta}\right\}. \quad (2)$$

Проінтегрувавши функцію (2), визначено залежність ступеня занурення черв'яків у вермикомпост, а також їх відділення від вермикомпосту від тривалості проходження процесу (рис.2):

$$\eta(t) = \frac{1}{2} a\beta \left[\exp\left\{-\frac{\gamma^2}{\beta}\right\} - \exp\left\{-\frac{(t - t'_H - \gamma)^2}{\beta}\right\} \right] + \sqrt{2\pi} a\gamma\beta \left[\Phi_0\left(\frac{t - t'_H - \gamma}{\beta}\right) - \Phi_0\left(\frac{-\gamma}{\beta}\right) \right], \quad (3)$$



де t – тривалість проходження процесу, с, хв., год.; a, γ, β – коефіцієнти (визначаються експериментальним методом); t'_H – період, який характеризується тривалістю дії зовнішнього чинника на черв'яків (світло, тепло, свіжий субстрат та ін.) до початку проходження технологічного процесу (занурювання черв'яків у вермикомпост, перехід черв'яків в інше середовище), с, хв., год.; Φ_0 – функція Лапласа.

Рис.2. Графічне зображення функцій (2), (3).

На основі рівняння 3 отримано функціональний зв'язок η від параметрів відділювача: $L_0, L_T, v_0, \epsilon, h, \Pi$, який визначається наступними рівняннями регресії:

$$\eta_s = \frac{1}{2} a \beta \left[\exp\left\{-\frac{\gamma^2}{\beta}\right\} - \exp\left\{-\frac{\left(\frac{L_0}{v_0} - t_n^1 - \gamma\right)^2}{\beta}\right\} \right] + \sqrt{2\pi} a \gamma \beta \left[\Phi_0\left(\frac{L_0}{v_0} - t_n^1 - \gamma\right) - \Phi_0\left(\frac{-\gamma}{\beta}\right) \right], \quad (4)$$

$$\eta_o = \frac{1}{2} a \beta \left[\exp\left\{-\frac{\gamma^2}{\beta}\right\} - \exp\left\{-\frac{\left(\frac{L_T}{v_0} - t_n^1 - \gamma\right)^2}{\beta}\right\} \right] + \sqrt{2\pi} a \gamma \beta \left[\Phi_0\left(\frac{L_T}{v_0} - t_n^1 - \gamma\right) - \Phi_0\left(\frac{-\gamma}{\beta}\right) \right], \quad (5)$$

$$\eta_s = \frac{1}{2} a \beta \left[\exp\left\{-\frac{\gamma^2}{\beta}\right\} - \exp\left\{-\frac{\left(\frac{L_0 \epsilon h \rho_a}{\Pi} - t_n^1 - \gamma\right)^2}{\beta}\right\} \right] + \sqrt{2\pi} a \gamma \beta \left[\Phi_0\left(\frac{L_0 \epsilon h \rho_a}{\Pi} - t_n^1 - \gamma\right) - \Phi_0\left(\frac{-\gamma}{\beta}\right) \right], \quad (6)$$

$$\eta_o = \frac{1}{2} a \beta \left[\exp\left\{-\frac{\gamma^2}{\beta}\right\} - \exp\left\{-\frac{\left(\frac{L_E \epsilon h \rho_a}{\Pi} - t_n^1 - \gamma\right)^2}{\beta}\right\} \right] + \sqrt{2\pi} a \gamma \beta \left[\Phi_0\left(\frac{L_E \epsilon h \rho_a}{\Pi} - t_n^1 - \gamma\right) - \Phi_0\left(\frac{-\gamma}{\beta}\right) \right]. \quad (7)$$

Отримано функціональну залежність швидкості поперечного транспортера v_n (м/с) від довжини стрічки транспортера від місця виходу його з води до конвейера L_{TP}^1 (м) і маси захопленої води в розрахунку на одиницю площі стрічки транспортера Δm_B (кг/м²);

$$v_n = \frac{\alpha_o (L_{TP}^1 + \epsilon) \left(T_{nc} - \frac{T_{o1} + T_{o2}}{2} \right)}{c_o \cdot \Delta m_B \cdot \Delta T_n}, \quad (8)$$

де α_o - коефіцієнт тепловіддачі від повітря до води, Вт/м²·К; T_{nc} - температура навколишнього середовища, К; T_{o1} - початкова температура поверхні транспортера, К; T_{o2} - температура нагрівання поверхні транспортера, К; c_o - питома теплоємність води, Дж/кг·К; $\Delta T_n = T_{o2} - T_{o1}$.

Аналітичним способом виведено формули для розрахунку конструкційних параметрів відділювача в залежності від його продуктивності:

- довжина освітлювальної камери, м: $L_0 = \frac{\Pi}{\epsilon \cdot h \cdot \rho_a} t_0$; (9)

- швидкість конвейера, м/с: $v_0 = \frac{\Pi}{\epsilon \cdot h \cdot \rho_a}$; (10)

$$L_T = \frac{\Pi}{v \cdot h \cdot \rho_s} t_n ; \quad (11)$$

де t_0 - тривалість впливу світловим потоком, необхідна для занурення черв'яків у вермикомпост, с; Π - продуктивність відділювача, кг/с; ρ_s - об'ємна маса вермикомпосту, кг/м³; h - товщина шару вермикомпосту, м; v - ширина шару вермикомпосту, м; t_n - тривалість температурного впливу на черв'яків, с; $t_n = t_p + t_n$, де t_p - час, необхідний для створення несприятливих умов у вермикомпості, с; t_n - час, необхідний для переходу черв'яків через щілини конвейера в інше середовище, с;

- швидкість руху поперечного транспортера, м/с:

$$v_n = \frac{\alpha_s \left(L_{Tp}^1 + \frac{\Pi}{h \cdot \rho_s \cdot v_0} \right) \left(T_{nc} - \frac{T_{a1} + T_{a2}}{2} \right)}{c_s \cdot \Delta m_s \cdot \Delta T_n}, \quad (12)$$

Виходячи з конструкційно-технологічної схеми відділювача, отримано основне рівняння теплового балансу термокамери і на основі якого виведено формули для розрахунку таких показників:

$$L \cdot (I_1 - I_2) = \left[C_0 \left(1 - \frac{\omega_1}{100} \right) + C_s \frac{\omega_1}{100} \right] \cdot \Pi \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2} \times (T_2 - T_{OT}) + \frac{\lambda}{\delta} (T_{m2} - T_{nc}) \cdot F, \quad (13)$$

- питомих витрат тепла, Дж/м³·с:

$$g_{nk} = \frac{\left[C_0 \left(1 - \frac{\omega_1}{100} \right) + C_s \frac{\omega_1}{100} \right] \cdot \Pi \cdot \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2} \times (T_2 - T_{om}) + \frac{\lambda}{\delta} (T_{m2} - T_{nc}) \cdot F}{\eta_n}, \quad (14)$$

де η_n - коефіцієнт тепловтрат в повітромагістралі;

- питомих витрат гарячого повітря, м³/с:

$$L = \frac{\left[C_0 \left(1 - \frac{\omega_1}{100} \right) + C_s \frac{\omega_1}{100} \right] \cdot \Pi \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2} \cdot (T_2 - T_{OT}) + \frac{\lambda}{\delta} (T_{T2} - T_{nc}) \cdot F}{I_1 - I_2}, \quad (15)$$

- коефіцієнта корисної дії термокамери:

$$\eta_{ккд} = \frac{\left[C_0 \left(1 - \frac{\omega_1}{100} \right) + C_s \frac{\omega_1}{100} \right] \cdot \Pi \frac{100 - \omega_1}{100 - \omega_2} \cdot (T_2 - T_{OT})}{L(I_1 - I_2)} \eta_n. \quad (16)$$

де L - питомі витрати гарячого повітря, м³/с; I_1 - тепловміст повітря на вході в термокамеру, Дж/м³; I_2 - тепловміст атмосферного повітря, Дж/м³; C_0 - питома теплоємність сухого вермикомпосту, Дж/кг·К; ω_1, ω_2 - вологість вермикомпосту до термокамери і після неї, %; C_s - питома теплоємність води, Дж/кг·К; T_{OT}, T_2 - температура вермикомпосту відповідно на вході і виході термокамери, град; λ - коефіцієнт теплопровідності стінок термокамери, Вт/м·К; δ - товщина стінок термокамери, м; F - загальна площа стінок термокамери, м²; T_{m2} - температура гарячого повітря, К.

Схема експериментальних досліджень для визначення оптимальних параметрів технологічного процесу відділення черв'яків прийнята у відповідності з матрицями планування експериментів. Для вирішення поставлених завдань була виготовлена експериментальна установка, на якій відпрацьовані технологічні режими процесу відділення черв'яків від вермикомпосту технічними засобами.

В результаті лабораторних досліджень з використанням експериментальної установки визначено оптимальну температуру вермикомпосту $T_B = 15-25$ °С і на трьох рівнях керованих факторів $T_0 = 10, 20, 40$ °С, $\nu = 50, 200, 800$ лк, $T_{m2} = 60, 80, 100$ °С, $h = 15, 30, 45$ мм при тривалості занурення черв'яків у вермикомпост $t_3 = 3$ хв і тривалості процесу відділення $t_B = 1,33$ год отримано числові моделі з вихідними параметрами $\eta_3(T_0, \nu)$, $\eta(T_{m2}, h)$:

$$\eta_3 = \frac{-109,5415}{T_0 \cdot \nu} - 0,1243 \frac{T_0}{\nu} + 0,9401; \quad (17)$$

$$\eta_6 = -0,4368 \frac{T_{m2}}{h} - 3,7204 \frac{h}{T_{m2}} + 3,5334; \quad (18)$$

Поверхні відгуку $\eta_6(T_{m2}, h)$ (рис.4 а), $\eta_3(T_0, \nu)$ (рис.3 б) мають випуклий характер з зоною максимуму $T_0 = 20$ °С, $\nu = 200$ лк, $T_{m2} = 80$ °С, $h = 30$ мм. Використовуючи двовірні січення (рис.3 в,г), встановлено, що найбільш раціональними режимами роботи відділювача є $T_0 = 20-30$ °С, $\nu = 200-300$ лк, $T_{m2} = 80-90$ °С, $h = 30-35$ мм, при яких забезпечується оптимум η_3 і η_6 .

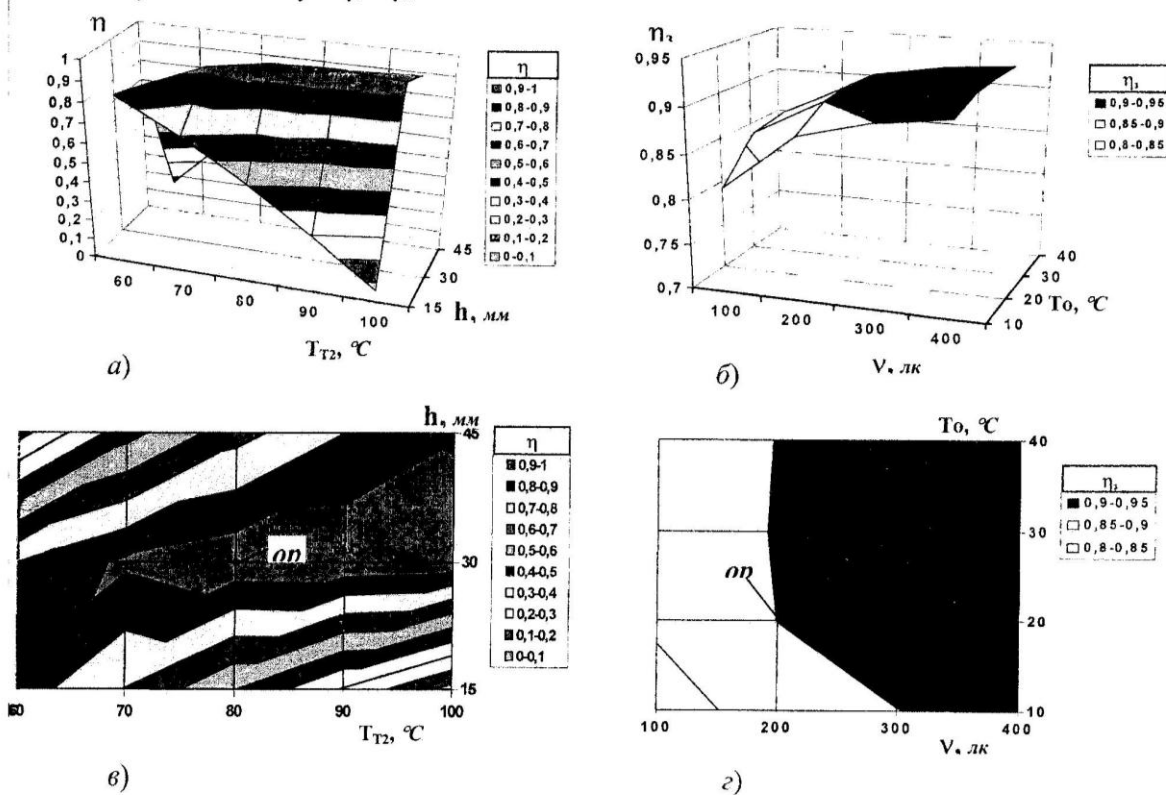


Рис.3. Поверхні відгуку показників якості відділення черв'яків від вермикомпосту: а – ступеня відділення черв'яків від вермикомпосту; б – ступеня занурення черв'яків у вермикомпост; в, г – їх двовірні січення з визначеними зонами оптимальних розмірів роботи (оп).

Для визначення оптимального значення критерія оцінки роботи відділювача η_3 , η_6 за даними експериментальних досліджень побудовано емпіричні залежності $\eta_3 = F_e(t)$, $d\eta_3/dt = f_e(t)$, $\eta_6 = F_e(t)$, $d\eta_6/dt = f_e(t)$, за якими аналітично визначено коефіцієнти α , γ , β . Для процесу занурювання черв'яків у вермикомпост отримано значення

коефіцієнтів $a = 3,8 \times 10^{-13}$, $\gamma = 25,6$, $\beta = -20,8$. Для процесу відділення черв'яків - $a=0,11$, $\gamma = 0,14$, $\beta = 0,17$. З урахуванням залежностей (2, 3), математичні моделі цих процесів будуть мати вигляд:

$$f(t) = \frac{d\eta_3}{dt} = 3,8 \cdot 10^{-13} t \exp\left\{-\frac{(t-25,6)^2}{-20,8}\right\}; \quad (19)$$

$$F(t) = \eta_3 = 3,9 \cdot 10^{-12} \left(\exp\{31\} - \exp\left\{-\frac{(t-25,6)^2}{-20,8}\right\} \right) + 2 \cdot 10^{-10} \sqrt{2\pi} \left[\Phi_0\left(\frac{t-25,6}{-20,8}\right) - \Phi_0(1,23) \right]; \quad (20)$$

для процесу відділення:

$$f(t) = \frac{d\eta_6}{dt} = 0,11 t \exp\left\{-\frac{t-0,14}{0,17}\right\} \quad (21)$$

$$F(t) = \eta_6 = 7,7 \cdot 10^{-3} (\exp\{-0,82\} - \exp\left\{-\frac{(t-0,14)^2}{0,17}\right\}) + 0,26\sqrt{2\pi} \left[\Phi_0\left(\frac{t-0,14}{0,17}\right) - \Phi_0(-0,12) \right] \quad (22)$$

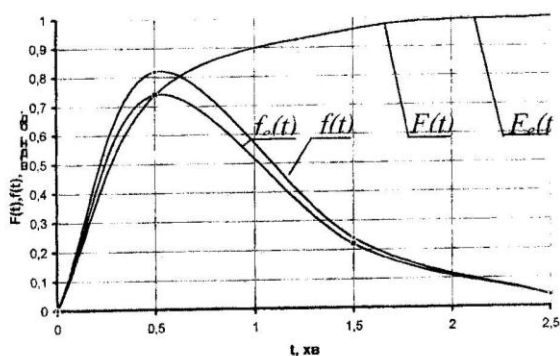


Рис.4. Емпіричні і теоретичні функції залежності величини коефіцієнта занурювання черв'яків від тривалості процесу $\eta_3 = F_e(t)$, $\eta_3 = F(t)$ і інтенсивності занурювання черв'яків у вермикомпост $d\eta_3/dt = f_e(t)$, $d\eta_3/dt = f(t)$.

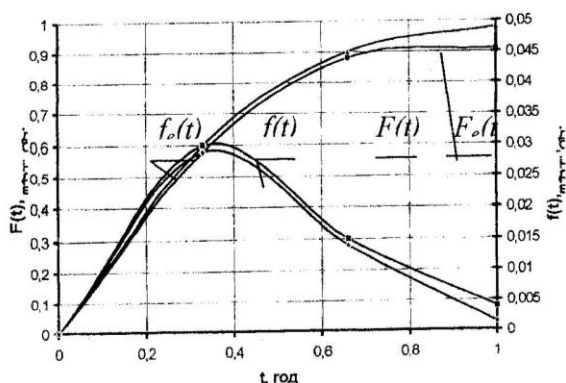


Рис.5. Емпіричні і теоретичні функції сті коефіцієнта відділення від су $\eta = F_e(t)$, $\eta = F(t)$ і інтенсивності черв'яків від вермикомпосту $d\eta/dt = f(t)$.

За графіками (рис.4, 5) визначено, що раціональні параметри η_3 і $\eta_6 = 0,9-0,95$.
 На основі формул (4-7), (20), (22) отримано функціональні залежності η_3 і η_6 від $L_0, L_T, \nu, h, \Pi, \nu_0$:

$$F(t) = \eta_3 = 3,9 \cdot 10^{-12} \left(\exp\{31\} - \exp \left\{ - \frac{\left(\frac{L_0}{60\nu_0} - 25,6 \right)^2}{-20,8} \right\} \right) +$$

$$+ 2 \cdot 10^{-10} \sqrt{2\Pi} \left[\Phi_0 \left(\frac{\frac{L_0}{60\nu_0} - 25,6}{-20,8} \right) - \Phi_0(1,23) \right];$$
(23)

$$F(t) = \eta_6 = 7,7 \cdot 10^{-3} (\exp\{-0,82\} - \exp \left\{ - \frac{\left(\frac{L_T}{3600\nu_0} - 0,14 \right)^2}{0,17} \right\}) +$$

$$+ 0,26\sqrt{2\Pi} \left[\Phi_0 \left(\frac{\frac{L_T}{3600\nu_0} - 0,14}{0,17} \right) - \Phi_0(-0,12) \right]$$
(24)

$$F(t) = \eta_3 = 3,9 \cdot 10^{-12} \left(\exp\{31\} - \exp \left\{ - \frac{\left(\frac{L_0 \nu h \rho_s}{60\Pi} - 25,6 \right)^2}{-20,8} \right\} \right) +$$

$$+ 2 \cdot 10^{-10} \sqrt{2\Pi} \left[\Phi_0 \left(\frac{\frac{L_0 \nu h \rho_s}{60\Pi} - 25,6}{-20,8} \right) - \Phi_0(1,23) \right];$$
(25)

$$F(t) = \eta_6 = 7,7 \cdot 10^{-3} (\exp\{-0,82\} - \exp \left\{ - \frac{\left(\frac{L_E \nu h \rho_s}{3600\Pi} - 0,14 \right)^2}{0,17} \right\}) +$$

$$+ 0,26\sqrt{2\Pi} \left[\Phi_0 \left(\frac{\frac{L_E \nu h \rho_s}{3600\Pi} - 0,14}{0,17} \right) - \Phi_0(-0,12) \right]$$
(26)

За формулами (23), (24) побудовано графіки з вихідними параметрами $\eta_3 (L_0, v_0)$, $\eta_6 (L_T, v_0)$, а також двомірні перетини парних взаємодій L_0, v_0, L_T, v_0 на η_3 і η_6 (рис. 6). Також встановлено, що для кожного заданого значення L_0, L_T відповідає мінімальне і максимальне значення, v_{0min}, v_{0ma} , при якому забезпечується оптимум $\eta_3 = \eta_6 = 0,90 - 0,95$.

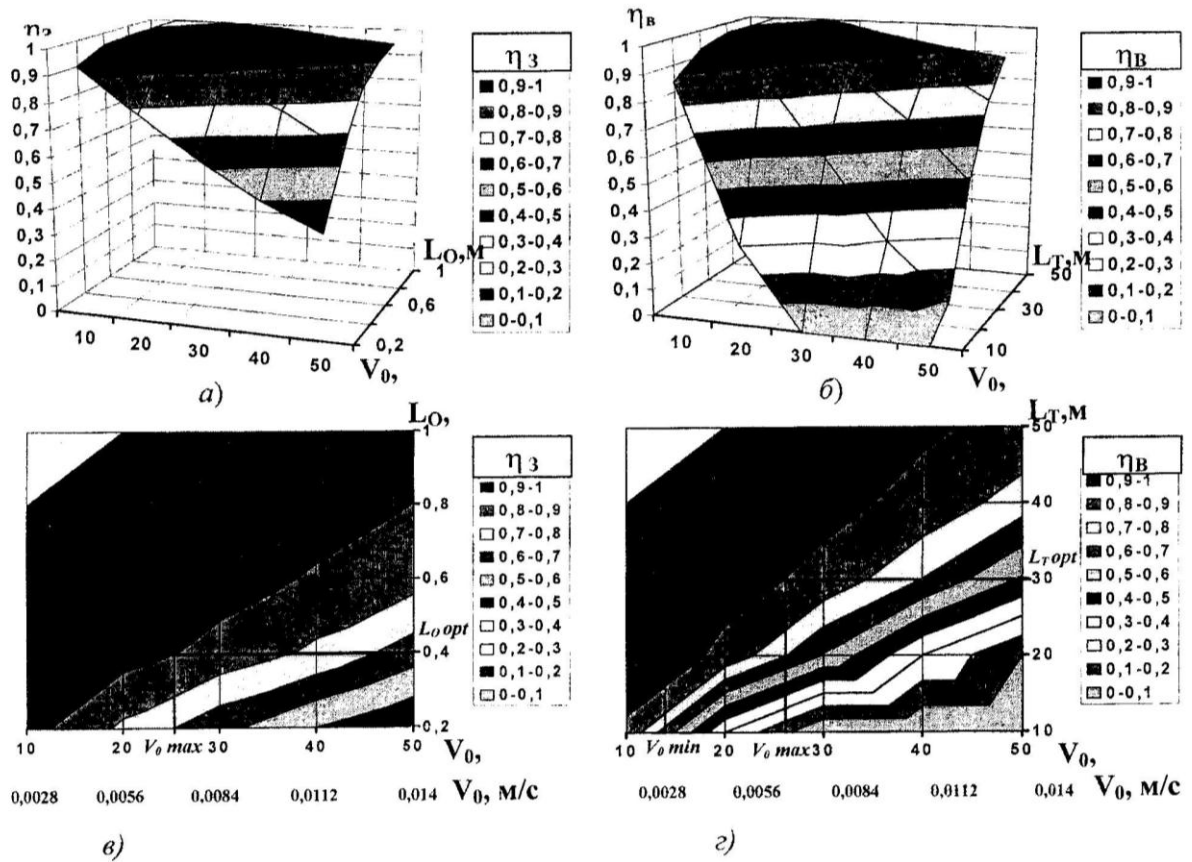


Рис. 6. Графіки залежностей: а - $\eta_3 (L_0, v_0)$; б - $\eta_6 (L_T, v_0)$; в, г - їх двомірні перетини парних взаємодій $L_0, v_0; L_T, v_0$ на η_3 і η_6 .

Для обґрунтування раціональних значень L_0, L_T , а також v_{0min}, v_{0ma} використано систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \Pi_{min} &= v_{0min} \cdot v \cdot h \cdot \rho \\ \Pi_{max} &= (v_{0min} + \Delta v_0) \cdot v \cdot h \cdot \rho \end{aligned} \quad (27)$$

де Π_{min}, Π_{ma} - раціональні значення продуктивності відділювача $\Pi_{min} = 0,139$ кг/с (500 кг/год),

$\Pi_{max} = 0,278$ кг/с (1000 кг/год.), див. табл.2; $\Delta v_0 = v_{0ma} - v_{0min} = 0,0035$ м/с (12,5 м/год), див.

рис. 6 г; $h = 0,03$ м; $\rho = 670$ кг/м³ (табл. 1).

Розв'язком даної системи відносно v і v_{0min} є оптимальні значення $v_{opt} = 2$ м, а також раціональні значення: $v_{0ma} = 0,0035$ м/с (12,5 м/год), $v_{0min} = 0,007$ м/с (25 м/год).

За рис. 6 в, г визначено оптимальну довжину освітлювальної і термокамери $L_{0opt} = 0,4$ м, $L_{Topt} = 30$ м.

За формулою (6) встановлено, що на величину швидкості поперечного транспортера для видалення черв'яків суттєво впливають L_T^1 і Δm_6 . Графічним методом $v_n (L_T^1, \Delta m_6)$ в межах варіювання $L_T^1 = 0 - 10$ м з інтервалом 2 м і $\Delta m_6 = 0,050 - 0,500$ кг/м² визначено раціональні значення довжини стрічки поперечного транспортера від місця виходу його з води до конвейєра - $L_T^1 = 1,5 - 2$ м, масу захопленої води в розрахунку на

одиницю площі стрічки транспортера - $\Delta m_e = 0,25 - 0,4 \text{ кг/м}^2$, при яких швидкість поперечного транспортера - $v_n = 0,01 - 0,015 \text{ м/с}$ (36 - 58 м/год).

При роботі відділювача на режимах з продуктивністю 0,139 - 0,278 кг/с (по вермикомпосту) на основі отриманих результатів досліджень за формулами (12-14) визначено, що для підтримання температури в термокамері 80-90 °С питомі витрати тепла складають $g_{\text{тк}} = 19,371 - 36,107 \text{ кДж/с}$, витрати гарячого повітря $L = 1,9 - 3,6 \text{ м}^3/\text{с}$, коефіцієнт корисної дії термокамери $\eta_{\text{ккд}} = 0,82 - 0,88$.

На ефективність роботи відділювача суттєво впливає його продуктивність. Тому, дослідивши функціональну залежність питомих витрат на виконання технологічної операції відділення від продуктивності відділювача і його балансової вартості, отримано раціональну продуктивність відділювача - 500 - 1000 кг/год і його балансову вартість 100-150 тис. грн., що забезпечує питомі витрати на виконання технологічної операції відділення черв'яків від вермикомпосту - 120-300 грн/т.

На основі отриманих результатів досліджень можна зробити висновок, що створено методичну базу для проектування і виготовлення відділювачів дощових черв'яків від вермикомпосту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рижено Н. Использование продуктов вермипроизводства в сельском хозяйстве // Достижение науки и техники АПК.- 1992 - №1.- С. 15-18.
2. Холодова Ю.Д., Повхан М.Ф. Ткани червя Ейзения фоеида как источник сырья для выработки фарматологических препаратов // Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды: Тезисы докладов 2 Международного конгресса. - Ивано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия", 1992. - С. 138-139.
3. Холодова Ю. Д., Морозова Ф. В. Применение биологически активной основы для производства медицинских косметических пищевых и кормовых средств из биомассы дождевых червей // Биоконверсия органических отходов и охрана окружающей среды: Тезисы докладов 4 Международного конгресса. - К.: Ассоциация "Биоконверсия", 1996. - С. 97.
4. Бабенко Г.А., Погрибный И.П. Биофизико-химические и микро-биологические показатели тканей и биожидкостей калифорнийского дождевого червя, их биологическая активность лечебных средств // Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды: Тезисы докладов 2 Международного конгресса. - Ивано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия", 1992. - С. 49-51.
5. Городний М.М., Мельник И.А. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. - К.: Урожай, 1990. - 285 с.

Аннотация

М. Сенчук

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ТА КОНСТРУКЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ ОТ ВЕРМИКОПОСТА

В статье представлены результаты научных исследований по обоснованию схемы и параметров отделителя червей от вермикомпоста.

В результате исследований рекомендовано способ отделения червей от вермикомпоста, а также методику расчета режимов работы, конструкционных и энергетических параметров отделителя.

Summary

M. Senchuk

Scheme and design parameters of machinery for separation worms from vermicompost.

The results of scientific researches on scheme and desing parameters of machinery for separation of worms from vermicompost are presented.

The means of separation of worms from vermicompost and method of working modes, desing and energy parameters calculation are offered.

