

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАМКНЕНИХ ЕКОЛОГО-БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ У ТВАРИННИЦТВІ

А. І. Чміль, доктор технічних наук

e-mail: nmfialko@ukr.net

Анотація. *Розроблено математичну модель енергозберігаючої і природоохоронної технології утилізації тваринницьких відходів з максимальним коефіцієнтом переносу енергії на тваринницьку продукцію.*

Ключові слова: *утилізація тваринницьких відходів, енергозбереження, екологія*

Взаємовідносини людини з природою в процесі виробництва різко ускладнюються. Безперервно зростаючий обмін речовин та енергії, що виявляється в розширеному використанні природних ресурсів і збільшенні тваринницьких та інших видів відходів, які повертаються в навколишнє середовище, різко підсилює загальний вплив сільськогосподарського виробництва на природу. Здатність же природи до природного відтворення інтенсивно використовуваних ресурсів та самоочищення від забруднення є обмеженою. Тому проблема попередження забруднення природного середовища тваринницькими відходами визначає необхідність створення замкнених еколого-біотехнічних систем (ЗЕБС) як екологічно замкнених виробничих структур, здатних «вписуватися» у рівноважну систему природного середовища з мінімальними збитками для неї.

Виходячи з екологічних, енергетичних та санітарно-ветеринарних вимог розроблено інтегровану енергозберігаючу і природоохоронну технологію утилізації органічної маси тваринницьких комплексів і птахофабрик [1].

Мета досліджень – модель оптимізації енергозберігаючої і екологобезпечної технології обробки і утилізації тваринницьких відходів.

Матеріали та методика досліджень. Суть інтегрованої системи полягає в комбінованій біоконверсії органічних відходів у три етапи, шляхом передачі

відходів одного технологічного модуля іншому, для якого відходи служать сировиною, з метою отримання добрив, кормів і палива, інтенсифікації процесу біодеградації, повної утилізації мінеральних речовин, що знаходяться у відходах, захисту навколишнього природного середовища та попередження поширення епідемій.

Результати досліджень. Нехай існує деяка множина тваринницьких відходів O , що належать різним видам тварин і птахів, які визначають вибір відповідного процесу обробки та утилізації і реалізованому на деякій множині технологічних ліній T , що складається з варіантів однієї і тієї ж технології або інших технологій.

Необхідно визначити підмножину продукції і відходів, які можуть бути використані в сільському та інших галузях народного господарства.

Формально задачу можна сформулювати таким чином: є множина $\{O\}$ тваринницьких відходів і множина $\{T\}$ технологій, що обробляють $\{O\}$, у результаті чого утворюються множина $\{PR\}$ продуктів і множина $\{S\}$ відходів, що відповідає множині $\{G\}$ обмежень.

Обмеженнями є види відходів $(O_1, \dots, O_n) \in O$, які можна обробляти за деякою множиною $(T_1, \dots, T_m) \in T$ технологій з отриманням $(PR_1, \dots, PR_m) \in PR$ продуктів і $(S_1, \dots, S_l) \in S$ відходів.

Множина $\{O\}$ розглядається як вхідний параметр, а множини $\{PR\}$ і $\{S\}$ - вихідні. $\{G\}$ є фіксованою множиною керованих дій, за межами якої система стає нестійкою (некерованою).

Ставиться задача визначення вектора $(T_1, \dots, T_m)$ керуючих дій, який формує вектор $\{S\}$, елементи якого належать множині $\{O\}$ при дотриманні $\{G\}$ обмежень.

Введемо позначення:

- i - індекс тваринницького підприємства ;
- j - індекс виробництва, що утилізує відходи тваринницького підприємства ($j=1,1$);
- f - індекс продукції, що виробляється в основних та утилізаційних процесах

$(f=1,F)$;

g - індекс регіону, де виробляється або споживається продукція ($g=1,R$);

I - індекс технологічного процесу тваринницького виробництва ($I=1,L$);

h - індекс технологічного процесу утилізації відходів ($h=1,H$);

Q_i - об'єм кормових та інших ресурсів отриманих і використаних на i -му підприємстві;

I_i^f - ліміт на імпорт f -ої продукції;

S_j^f - об'єм виробітку f -ої продукції на підприємстві j ;

U_j - об'єм відходів, що підлягають утилізації на підприємстві j ;

V_j - об'єм неутилізованих відходів, що надходять у зовнішнє середовище;

S_j^f - об'єм виробітку f -ої продукції на підприємстві j ;

X_r^{lf} - об'єм транспортування f -ої продукції з підприємства до кінцевого споживача в регіоні g ;

X_r^{jf} - об'єм транспортування f -ої продукції на підприємство у регіоні g ;

N_{il}^{lf}, N_{jh}^{lf} - цілочислові змінні, що показують, чи входять конкретні технологічні процеси l, h у відповідні ланки тваринницького виробництва;

C_{il}^f - приведені витрати на отримання одиниці об'єму f -го продукту на підприємстві i за технологією I ;

C_{jh}^f - приведені витрати на отримання одиниці об'єму f -го продукту в утилізаційному процесі на підприємстві j за технологією h ;

C_r^{fi}, C_r^{fj} - приведені витрати на транспортування одиниці об'єму f -го продукту у відповідній ланці перевезення виробник - споживач;

α_i - економічні збитки через надходження у зовнішнє середовище одиниці відходу від підприємства];

e_i^f - економічна оцінка експорту-імпорту одиниці об'єму f для регіону g ;

P_r^f - об'єм виробленої продукції f у регіоні g ;

α_i^f - вміст компоненти в кормових та інших ресурсах на підприємстві i ;

α_j^f - вміст компоненти в утилізованих відходах на підприємстві j ;

$E_{jh}^f(N_{jh}^f)$ - ступінь використання f -ої компоненти кормових та інших ресурсів на підприємстві j за технологією h ;

$E_{jh}^f(N_{jh}^f)$ - ступінь використання f-ої компоненти з відходів в утилізаційному процесі на підприємстві за технологією h;

Π^f - ціна f-го продукту;

I_r^f - об'єм імпорту f-ої продукції в регіон r;

R_r^f - об'єм експорту f-ої продукції з регіону r;

Q_i - ліміт кормових та інших ресурсів, що використовуються на підприємстві i;

Q_i - сумарне утворення відходів на підприємстві;

f= f_1 (суспензія мікроводоростей), f_2 (біомаса черв'яків), f_3 (біогумус), f_4 (біогаз) тощо.

Загальний еколого-економічний критерій оптимізації сформулюємо так: максимізувати економічний ефект комплексного виробництва як різницю між результатами виробництва і витратами на нього з урахуванням отримання супутніх продуктів, охорони довкілля та задоволення потреб регіонів у f-ій продукції.

Обмеження:

1. Технологічний баланс отримання f-ої продукції в основному виробництві

$$\sum_{i=1}^L \alpha_i^f \alpha_i^f [E_{ih}^f(N)] N_{jh}^f Q_i - S_i^f = 0, i=1, L. \quad (1)$$

2. Перевезення f-ої продукції від основного виробництва

$$S_i^f > \sum_{r=1}^R X_r^f, i = 1, L. \quad (2)$$

3. Технологічний баланс утворення і використання відходів

$$Q_j = U_j - V_j, j=1, J. \quad (3)$$

4. Технологічний баланс отримання f-ої продукції з відходів

$$\sum_{m=1}^M \alpha_m^f [E_{jh}^f(N_{jm}^f)] N_{jh}^f U_j - S_j^f = 0, j=1, J, f=1, F. \quad (4)$$

5. Перевезення f-ої продукції від підприємства виробнику

$$j S_j^f > \sum_{r=1}^R X_r^f, j=1, J; f= f_1, f_2, f_F. \quad (5)$$

Задоволення потреб регіонів у f-ій продукції

$$P_j^f = \sum_{i=1}^L X_i^f + X_j^f + I_j^f - F_j^f, i=1, R. \quad (6)$$

6. Імпорт f-ої продукції

$$\sum_{r=1}^R I_r^f < I^f. \quad (7)$$

7. Неперервні змінні

$$Q_i, Q_i^f, U_i, V_i, S_j^f, x_r^{if}, I_j^f, E_r^f > 0 \quad (8)$$

8. Цілочислові змінні

$$N_{il}^f, N_{jh}^f \in \{0, 1\} \quad (9)$$

Залежно від структури алгоритму застосовуються такі критерії:

- річний економічний ефект від використання відходів виробництва

$$\Pi_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \left(C_i^f S_j^f / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_i^f \alpha_i^f E_{ih}^f(N_{jh}^f) N_{jh}^f Q_i - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^p C_r^{if} x_r^{if} - \right. \\ \left. - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^p C_{jh}^f \alpha_j^f E_{jh}^f(N_{jh}^f) N_{jh}^f U_j - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_r^f (I_r^f - E_r^f) \right) \rightarrow \max, \quad (10)$$

- приведені витрати на транспортування відходів

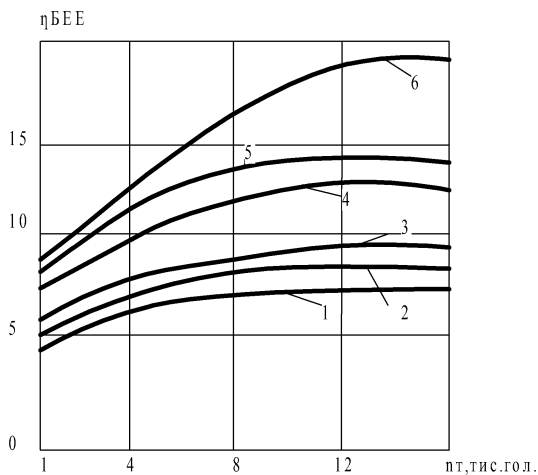
$$\Pi_2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_r^{if} x_r^{if} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^p C_r^{jf} x_r^{jf} \rightarrow \min, \quad (11)$$

- капітальні витрати на виробництво продукції при використанні відходів

$$\Pi_3 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{il}^f a_i^f E_{ih}^f(N_{jh}^f) N_{jh}^f Q_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^p k_r^{jf} x_r^{jf} + \\ + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^p k_{jh}^f \alpha_j^f E_{jh}^f(N_{jh}^f) N_{jh}^f U_j \rightarrow \min. \quad (12)$$

Проаналізуємо тепер біоенергетичну ефективність замкненої еколого-біотехнічної системи, що складається з підсистем «тваринницьке виробництво» та «обробка і утилізація відходів»

На рисунку наведено залежність коефіцієнта біоенергетичної ефективності (η БЕЕ) тваринницького виробництва з відгодівлі молодняку ВРХ від розмірів комплексу, режимів його роботи і технологій. Як видно з графіка, збільшення розмірів комплексу викликає збільшення η БЕЕ і при 10-12 тис. скотомісць воно досягає свого максимального значення, а потім поступово знижується. Суттєвий вплив на η БЕЕ має спосіб утилізації відходів. Так, використання інтегрованої системи дає можливість підвищити коефіцієнт біоенергетичної ефективності ЗЕБС з 7,69 до 20 %.



**Залежність коефіцієнта біоенергетичної ефективності
тваринницького виробництва з відгодівлі ВРХ від розмірів, застосованих
технологій і режимів роботи комплексу:**

- 1- тваринницький комплекс з утилізацією теплоти вентиляційного повітря (ТК);
 2 - ТК + КМ; 3 - відгодівельна площадка;
 4 -ТК + БЕУ; 5 - ТК + ВК; 6 -ТК +ІСОУ.

Висновки

Результати розв'язку поставленої задачі є основою для коригування параметрів технологічних процесів, що дозволить змінити показники вихідних продуктів у встановлених нормативних межах. При цьому отримані відходи одних підприємств за своїми якісними показниками будуть наближатись до основної сировини інших підприємств.

Список літератури

1. Чміль А.І. Енергетична ефективність і екологічна безпека замкнутих еколого-біотехнічних систем в тваринництві / А.І. Чміль: Монографія. – К.: ЦК «Компринт», 2015. – 163 с.
2. Чміль А. І. Дослідження енергетичної досконалості біотехнічних систем у тваринництві / А. І. Чміль //Науковий вісник НУБіП України. - 2015. – Вип. 209, ч.2. – С.58– 63.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАМКНУТЫХ ЭКОЛОГО-БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

А. И. Чмилъ

Аннотация. *Разработана математическая модель энергосберегающей и природоохранной технологии обработки и утилизации животноводческих отходов с максимальным коэффициентом переноса энергии на животноводческую продукцию.*

Ключевые слова: *утилизация животноводческих отходов, экология, энергосбережение*

OPTIMIZATION CLOSED ECOLOGICAL AND BIOTECHNICAL SYSTEMS IN LIVESTOCK

A. Chmil

Annotation. *Research energy saving and environmental protection technology of processing and disposal of animal waste with a maximum energy transfer factor for livestock products .*

Key words : *disposal of animal waste, ecology, energy savings*