

## МЕТОДОЛОГІЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО АНАЛІЗУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Чміль А. І.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Наведено методологію системного біоенергетичного аналізу сільськогосподарських технологічних процесів.*

**Постановка проблеми.** Для оцінки ефективності нової техніки і оптимізації режимів роботи машин і обладнання найбільшого поширення набула методика на основі критерію приведених витрат. Проте в умовах інфляції і економічної кризи, коли ціни різко міняються, дати повну економічну оцінку стало практично неможливо. В цих умовах ефективність використання енергетичних ресурсів в тваринництві і пошук енергозберігаючих технологій доцільно проводити з допомогою системного біоенергетичного аналізу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз літературних джерел з означеної проблеми [1,2,3] свідчить про відсутність системного біоенергетичного аналізу сільськогосподарських технологічних процесів є головною причиною застосування недосконалих технологічних процесів і систем в тваринництві.

**Мета досліджень** – обґрунтування методології системного біоенергетичного аналізу сільськогосподарських технологічних процесів.

**Основні матеріали дослідження.** Під системним біоенергетичним аналізом (СБЕА) розуміється метод системного дослідження сільськогосподарських технологічних процесів, направлений на виявлення резервів енергозбереження з врахуванням природних і техногенних потоків енергії і речовини і в їх неперервному зв'язку. Основною метою СБЕА є:

- на стадії проектування-попередження виникнення зайвих витрат викопних джерел енергії при обов'язковому дотриманні параметрів, що забезпечують реалізацію функціонального призначення об'єкта;
- на стадії виробництва і експлуатації-скорочення або виключення невиправданих витрат і втрат енергії при збереженні або поліпшенні споживчих властивостей об'єкта. В основі СБЕА лежить визначення коефіцієнта біоенергетичної ефективності, кількісним виразом якого є відношення енергії, акумульованої в продукції (енергомісткість продукції) до сумарних витрат енергії на її виробництво (енергоємність продукції):

$$\eta_{en} = \frac{E_n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}^k X_{ij}^k}, \quad (1)$$

де  $E_n$  - енергомісткість сільськогосподарської продукції, ГДж/ц;  $C_{ij}^k$  - енергетичний еквівалент  $k$  елемента  $i$  виду витрат по кожному технологічному процесу  $j$ , ГДж/(ц, м<sup>2</sup>, люд.-год);  $X_{ij}^k$  - величина  $k$  елемента  $i$  виду витрат на виробництво продукції по кожному технологічному процесу  $j$  (ц, м<sup>2</sup>, люд.-год);  $i, j$  - види витрат і їх елементів - прямі витрати (електроенергії, паливно-мастильних матеріалів), непрямі

(на виробництво кормів, племінних тварин, лікарських препаратів), інвестиційні витрати (машин, споруд і т. д.), витрати живої праці (робітників, службовців);  $j$  - технологічні процеси (годування, напування, прибирання гною, підтримання мікроклімату і т. д.).

Такий підхід дає можливість враховувати не тільки прямі витрати електроенергії і палива, а й упереджені раніше в різних галузях народного господарства, а також витрати живої праці робітників і службовців. Системний біоенергетичний аналіз значно перевищує можливості техніко-економічного аналізу по виявленню резервів економії викопних енергоресурсів. далі в процесі проведення техніко-економічного аналізу здійснюється констатація недоліків і обумовлених ними причин, то результатом СБЕА є пошук конкретних шляхів усунення цього роду недоліків, підвищення ефективності функціонування досліджуваного об'єкта. Сумарні витрати всіх видів ресурсів перераховують в енергетичні одиниці за відповідними енергетичними еквівалентами. При цьому енергетичні еквіваленти на засоби виробництва включають енергію, витрачену на видобуток сировини, її переробку, виготовлення і транспортування машин і обладнання, а також енергію на виготовлення запасних частин і ремонт. При розробці енергетичних еквівалентів враховувалося, що щорічно машини й устаткування переносять на продукцію тільки частина сукупної енергії. Таким чином всі витрати зводяться в єдину систему енергетичних показників, які на відміну від вартісних, не вимагають у зведенні до незмінним в часі цін, інфляційних процесів та курсів валют.

Корисний енерговміст сільськогосподарської продукції оцінюється за якісним і хімічним складом органічних сполук (енергія 1 кг білка дорівнює 23,56 МДж, жиру-39,77 МДж, вуглеводнів- 15,5 МДж).- У загальному вигляді енерговміст можна представити як функцію:

$$E_n = f(u, v), \quad (2)$$

де  $E_n$ - корисний енерговміст продукції;  $f$  - функція, що зв'язує наявність у продукції органічних сполук,  $u$  і вологовміст  $v$ .

Для м'якоті туш бичків, наприклад, енерговміст можна визначити за формулою [2]:

$$E_m = 9,713M - 2195,299 \quad (3)$$

де  $E_m$ - корисний енерговміст в м'якоті туш, МДж;  $M$  – передзабійна маса бичків, кг.

Узагальненим показником витрати всіх видів енергії є сумарна енергоємність продукції або процесу,

тобто поєднання витрати паливно-енергетичних ресурсів на виробництво одиниці продукції у всіх попередніх і поточних процесах. Сукупні витрати  $E_{заг}$  складаються з прямих витрат енергії  $E_{пр}$ , що включають споживання енергоносіїв (паливо, електрична та теплова енергія) технологічним і енергетичним обладнанням, непрямих  $E_{к}$  витрат енергії поза інфраструктурою виробництва на виготовлення добрив, пестицидів, запчастин та ін., що повністю витрачаються в процесі одного циклу виробництва та інвестиційних  $E_i$  - минулих витрат енергії на виробництво машин, будівництво будівель і споруд та ін. і витрат енергії у вигляді живої праці людей  $E_{жпн}$ :

$$E_{заг} = E_{пр} + E_{к} + E_i + E_{жпн} \quad (4)$$

Прямі витрати енергії визначаються витратою електроенергії і палива, непрямі - через відповідні енергетичні еквіваленти. Визначення інвестиційних витрат енергії має свою особливість, яка полягає в тому, що енергія, витрачена на виготовлення цих засобів, використовуються лише частково. Для кількісної оцінки інвестиційних витрат необхідно розділити енерговитрати на виготовлення засобів виробництва на термін їх служби і помножити на час використання протягом одного технологічного циклу. Сукупні річні витрати енергії, що витрачається на продукцію тваринництва визначається наступним чином:

$$E_{пр} = E_{мн} + E_{кр} + E_{осн} + E_{обор} + E_{жпн}, \quad (5)$$

де  $E_{мн}$  - сукупна енергія, матеріалізована у поставочному поголів'я, МДж;  $E_{кр}$  - сукупна енергія, матеріалізована в кормах, ГДж;  $E_{осн}$  - сукупна енергія, що переноситься основними засоби виробництва (крім поголів'я худоби), ГДж;  $E_{обор}$  - сукупна енергія, що переноситься оборотними засобами виробництва (крім кормів), ГДж;  $E_{жпн}$  - сукупна енергія, пов'язана з витратами роботи, ГДж.

Сукупні енергозатрати на виробництво кормів складаються з енергозатрат обробіток, збирання, транспортування і приготування кормів.

$$E_{кр} = E_{тер} + E_o + E_{тр} + E_{маш} \quad (6)$$

де  $E_{тер}$  - прямі витрати паливно-енергетичних ресурсів, МДж/т;  $E_o$  - сукупні витрати енергії, оречевлені в мінеральних добривах, пестицидах і насінні, МДж / т;  $E_{маш}$  - енергоємність машин і обладнання, МДж/т.

Сукупні витрати основних засобів виробництва складаються з енергії, яку переносять обладнанням  $E_{об}$ , машинами  $E_{маш}$ , спорудами і приміщеннями  $E_{зд}$ .

$$E_{осн} = E_{сб} + E_{маш} + E_{зд} \quad (7)$$

Сукупні витрати оборотних коштів складаються з прямих витрат енергії пального  $E_{зсм}$ , теплової енергії  $E_{те}$ , електричної енергії  $E_{еє}$  і енергії, що переноситься ветеринарними препаратами  $E_{ен}$ .

$$E_{обор} = E_{зсм} + E_{те} + E_{еє} + E_{ен}. \quad (8)$$

Дуже ефективним представляється використання поняття мінімально необхідних (теоретичних) витрат для отримання розглянутої тваринницької продукції [3]. Зіставлення витрат енергії ідеалізованої СЕБС з витратами реальної досліджуваної СЕБС дозволяє судити про енергетичні ефективності останньої за величиною відносного ККД:

$$\eta_{ен}^{отн} = \frac{\sum E_3^{ИД} \sum E_3^P}{\sum E_3^3} = \eta_{ен}^3 / \eta_{ен}^{ИД}, \quad (9)$$

де  $\eta_{ен}^{отн}$  - відносний ККД енергетичної ефективності СЕБС;  $E_3^{ИД}$ ,  $E_3^3$  - витрати енергоресурсів відповідно ідеалізованою і реальною СЕБС;  $\eta_{ен}^{ИД}$ ,  $\eta_{ен}^P$  - коефіцієнт енергетичної ефективності відповідно ідеалізованої і реальною СЕБС.

Різниця між показниками енергоспоживання на виробництво однієї тваринницької продукції для реального і ідеалізованого рівнів, помножена на обсяг її випуску в перспективі, визначає резерви паливно-енергетичних ресурсів [1]

$$P_i = (E_i^P - E_{ен}^P) M_i^{ИД} \quad (10)$$

де  $M_i^{ИД}$  - об'єм випуску однієї тваринницької продукції для ідеалізованої моделі.

**Висновки.** Запропоновано методологію системного біоенергетичного аналізу сільськогосподарських технологічних процесів в основі якої лежить визначення коефіцієнта біоенергетичної ефективності, кількісним виразом якого є відношення енергії, акумульованої в продукції (енергомісткість) до сумарних витрат енергії на її виробництво (енергоємність).

#### Список використаних джерел

1. Бусенко О. Т. Технологія виробництва продукції тваринництва / За ред. О. Т. Бусенка. - К.: Вища освіта, 2005. - 496 с.
2. Ревенко І. І. Машиновикористання у тваринництві / І. І. Ревенко, В. М. Манько, В. І. Кравчук. - К.: Урожай, 1999. - 207 с.
3. Шабельник Б. П. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / Б. П. Шабельник, М. М. Троянов, І. Г. Бойко, О. В. Нанка, А. І. Дзюба. - Х., 2002.

#### Аннотація

### МЕТОДОЛОГИЯ БИОЕНЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Чмил А. И.

*Приведено методологію системного біоенергетичного аналізу сільськогосподарських технологічних процесів.*

#### Abstract

### METHODOLOGY BIOENERGY ANALYSIS OF AGRICULTURAL PROCESS

A. Cmil

*Powered methodology system bioenergetic analysis of agricultural processes.*