

УДК 658.26:338.43:633

О. В. Калініченко,
к. е. н., доцент, доцент кафедри економіки підприємства,
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава

DOI: 10.32702/2306-6792.2018.23.10

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА

O. Kalinichenko,
Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department
of Enterprise Economics, Poltava State Agrarian Academy, Poltava

THE USE OF ENERGY IN THE PROCESS CROPS PRODUCTION

У статті розглянуто використання енергії в процесі виробництва продукції рослинництва.

Досліджено систему поглядів щодо універсальності енергетичної оцінки в аграрній сфері виробництва на основі категорії "енергія".

Обґрунтовано класифікацію основних законів трансформації енергії у біосфері: односпрямованість потоку енергії, максимізація енергії, максимум біогенної енергії, внутрішня динамічна рівновага, оптимальності, піраміди енергії, толерантності, зменшення енерговіддачі у природокористуванні, обмеженість природних ресурсів.

Запропоновано показники, які характеризують ефективність використання сонячної енергії: коефіцієнт якості енергії (еквівалент); еквівалент умовного палива; енергія ФАР, що надходить до посівів сільськогосподарських культур; коефіцієнт використання ФАР; енергія, що накопичена у сільськогосподарських культурах.

Обґрунтовано класифікацію видів енергії у процесі виробництва продукції рослинництва: поновлювана (сонячна енергія, енергопотенціал ґрунту, температура повітря і ґрунту); неоновлювана (енергетичні ресурси; енергія, уречевлена в мінеральних та органічних добривах, пестицидах; енергія, уречевлена в насінні; енергія, уречевлена в техніці та обладнанні; енергія, уречевлена в будівлях та спорудах); енергія живої праці.

Обґрунтовано класифікацію енергії як активу відповідно до застосування оціночних підходів: витратний (ресурсний), порівняльний, дохідний.

Обґрунтовано особливості енергоспоживання в процесі виробництва продукції рослинництва: 1) біокліматичні умови (сонячна радіація; ентропія; земельні ресурси; водні ресурси; кліматичні та погодні умови; біологічні процеси росту та розвитку сільськогосподарських культур; біологічні властивості видів та сортів сільськогосподарських культур; сезонність виробництва; екологічність виробництва); 2) рівень розвитку технологій виробництва (технології виробництва сільськогосподарських культур; використання органічних та мінеральних добрив; система боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами; система сівозмін; частина продукції рослинництва входить до наступного циклу виробництва; система зберігання продукції рослинництва); 3) технічне забезпечення (система машин і обладнання; технічний стан засобів виробництва; матеріально-технічне забезпечення); 4) організаційно-економічні чинники (тенденції формування виробничих відносин у аграрному секторі; специфіка організації праці; територіальна розосередженість).

The article investigates the energy consumption in the process of crop production.

The system of views regarding the universality of energy assessment in the agrarian production sector, based on the "energy" category is researched.

The classification of the basic laws of energy transformation in the biosphere: unidirectional energy flow, maximization of energy, maximum of biogenic energy, internal dynamic balance, optimality, pyramid of energy, tolerance, reduction of energy consumption in maintaining natural resources, their limitation, is justified.

The indicators, which characterize the efficiency of solar energy use: energy quality coefficient (equivalent), conventional fuel equivalent, PAR energy, received by agricultural crops, PAR use coefficient, energy, accumulated in agricultural crops, are proposed.

The classification of energy types (human labor power, renewable (solar energy, soil energy potential, air and soil temperature); non-renewable (energy resources, energy contained in mineral and organic fertilizers, pesticides, energy contained in seeds, energy contained in equipment, buildings and structures); energy of human labor (human labor power).

The classification of energy as an asset, according to estimation approaches: cost (resource), comparative and profitable, is justified.

The peculiarities of energy consumption in the process of crop production:

1) bioclimatic conditions (solar radiation, entropy, land resources, water resources, climatic and weather conditions; biological processes of agricultural crops' growth and development; biological peculiarities of species and varieties of agricultural crops; seasonal and environmentally friendly nature of production) 2) levels of production technology development (technologies of agricultural crops production; use of organic and mineral fertilizers; weed, pest and diseases' control and prevention system;

crop rotation system; part of the crop production is included in the next production cycle; crop production storage system); 3) level of technical support (system of machines and equipment; technical condition of means of production; material and technical support); 4) organizational and economic factors are determined (trends of forming the industrial relations in the agricultural sector; the specifics of organizing the labor; territorial dispersion).

Ключові слова: енергія, поновлювана енергія, непоновлювана енергія, енергетична оцінка, енергетична ефективність в рослинництві, енергомісткість, продукція рослинництва.

Key words: energy, renewable energy, non-renewable energy, energy assessment, energy efficiency in crop production energy consumption, crop production.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Будь-яке виробництво — це процес споживання енергії. Якщо є придатні до використання джерела енергії, то виробництво можливе, у разі їх відсутності чи недостатньої кількості — неможливе взагалі.

Ефективне використання енергії забезпечує збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, підвищення показників продуктивності праці й рентабельності. Здійснює значний внесок у зміцнення конкурентоспроможності на засадах сталого розвитку національної економіки [15, с. 1821; 16, с. 2276].

Використання категорії "енергія" в різних галузях науки та практичної діяльності дає уявлення про усі явища природи та соціально-економічної системи як єдиного цілого. Вказане дозволить розробити систему показників, значення яких можуть бути використані при проведенні енергетичної оцінки. А також, за результатами застосування відповідної методики, в подальшому можливо удосконалити шляхи та засоби використання енергії в процесі виробництва сільськогосподарської продукції.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження питань ефективності використання енергії в аграрній сфері матеріального виробництва висвітлені в працях Ю.О. Тараріко, О.Ю. Несмашної, О.М. Берднікова, Л.Д. Глуценка, Г.І. Личука [2]; В.К. Буги, Г.Ф. Добиша, А.А. Мицкевича [3]; В.В. Гришка, В.І. Перебийніса, В.М. Рабштини [4]; О.К. Медведовського, П.І. Іваненка [8]; А.М. Стельмашука [10]; С.А. Хатірлі, Б. Озкана, Ц. Ферта [12]; Й. Лю, Х. Хогенсена, Х. Егелінга, В. Лангера [13]; Н. Нагеша [14]; Б. Озкана, Г. Акчаоза, Ф. Караденіза [15]; Г. Сінгха, Д. Мішра, Н.М. Нахара [16] та інших.

Однак недостатня вивченість сільського господарства як у контексті споживання та виробництва енергії потребує подальшого теоретичного та практичного опрацювання шляхів ефективного використання поновлюваної і непоновлюваної енергії при виробництві продукції рослинництва за найменшого негативно-го впливу на навколишнє середовище.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Мета статті полягає в обґрунтуванні класифікації видів енергії та визначенні ефективності використання енергії у процесі виробництва продукції рослинництва.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Грецькою мовою слово "енергія" означає "внутрішня робота". Термін "енергія" почав використовуватися понад 100 років тому, витіснивши терміни "жива сила" чи просто "сила". Вперше новий термін ввів у своїх працях Т. Юнг (1807 р.) відносно до виразу "жива сила". На протязі наступних десятиліть видатні фізики того часу Р. Майер, Г. Гельмгольц, Ж. Понселе, В. Томсон, Т. Юнг, Г. Кориоліс, Дж. Джоуль та інші по-різному трактували поняття "енергія", наближаючись до сучасного розуміння енергії, енергетичних процесів [5, с. 126].

Енергія не тільки зберігається, але й перетворюється, і для якісно різних форм руху має місце специфічна міра. Під "енергією тіла" чи "системи тіл" розуміють кінцеву, однозначну та безперервну функцію стану, яка визначається сукупністю фізичних властивостей тіла чи системи тіл (взаємним розміщенням та швидкостями частин системи). При цьому безкінечно малим змінам етапу системи мають відповідати безкінечно малі зміни її енергії [5, с. 126].

Закон збереження та перетворення енергії був відкритий незалежно один від одного Р. Майером, Дж. Джоулем та Г. Гельмгольцем. Менш узагальнено та менш доказово закон збереження був також сформульований датським інженером Л.А. Кольднігом. Основна ідея закону висловлена С. Карно та М. Фарадеєм полягає в тому, що для всіх процесів в системі тіл має місце збереження величини, яка є мірою взаємодії та руху довільного виду. Збереження енергії при довільних процесах в системі необхідно пов'язувати з тим, що зміни енергії, які мають місце при переході системи з одного (початкового) стану в інший (кінцевий), залежать тільки від цих станів, але не від шляху (способу) переходу, що може розглядатися як інше формулювання вказаного закону [1, с. 126].

Таблиця 1. Класифікація основних законів трансформації енергії у біосфері

Закон	Характеристика
Односпрямованості потоку енергії	Енергія, яку одержує екосистема і яка засвоюється продуцентами, розсіюється, або разом з їх біомасою необоротно передається консументам першого, другого, третього та інших порядків, а потім редуцентам, що супроводжується втратою певної кількості енергії на кожному трофічному рівні в результаті процесів, які супроводжують дихання
Максимізації енергії	У конкуренції з іншими системами зберігається та з них, яка найбільше сприяє надходженню енергії та інформації й найефективніше використовує максимальну їх кількість
Максимуму біогенної енергії	Будь-яка біологічна та «біонедосконала» система з біотою, що перебуває у стані «стійкої нерівноваги» (динамічно рухливої рівноваги з довкіллям), збільшує, розвиваючись, свій вплив на середовище
Внутрішньої динамічної рівноваги	Енергія, речовина, інформація та динамічні якості окремих природних систем, їх ієрархії настільки пов'язані між собою, що будь-яка зміна одного з чинників зумовлює зміну інших. При цьому зберігається сукупна якість природної системи, оскільки під час зміни елементів природного середовища розвиваються ланцюгові реакції, які намагаються нейтралізувати ці зміни. Як наслідок, штучне зростання енергетичного потенціалу (як економічної характеристики великої екосистеми) обмежується термодинамічною стійкістю природних систем
Оптимальності	Ніяка система не може розширюватися або звужуватися до нескінченності, оскільки ніякий цілісний організм не може перевищити певні критичні розміри, що забезпечують підтримку його енергетики
Піраміди енергії	З одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший переходить, в середньому, не більше 10 % енергії
Толерантності	Лімітуючим чинником процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає міра чутливості (толерантності) організму до даного чинника. Тобто будь-який надлишок енергії чи речовини забруднює її
Зменшення енерговіддачі у природокористуванні	У процесі одержання з природних систем корисної продукції з часом (в історичному аспекті) на її виготовлення, у середньому, витрачається більше енергії (зростають питомі енергетичні витрати в розрахунку на одну людину)
Обмеженості природних ресурсів	Більшість освоєних природних ресурсів в умовах Землі є вичерпними

Джерело: узагальнено автором за даними [1, с. 75 — 78; 3, с. 15 — 17; 4, с. 5].

У фізиці поняття "енергія" введено для загальної міри різноманітних форм руху матерії. А. Енштейн установив взаємоперетворення енергії та маси, розширив рамки закону збереження енергії. Тепер цей закон формулюється в загальному випадку як закон збереження енергії та маси. Так, зменшення маси тіла чи системи тіл на 1 г призводить до виділення 9×10^{13} Дж енергії, що еквівалентно теплотворній здатності 3000 т умовного палива [5, с. 127].

У термодинаміці поняття "енергія", "тепло" й "робота" є характеристиками того самого явища — руху матерії в різних її формах, величина якого згідно із законом збереження матерії й енергії за перетворення останньої в нову форму не змінюється [11, с. 26].

Однією з найскладніших відкритих термодинамічних систем є біосфера — збалансована, самоорганізована, відкрита термодинамічна система, яка здійснює вплив на розподіл енергетичних потоків на Землі. Безперервність процесів в біосфері забезпечується завдяки кругообігу речовин, інформації та сонячної енергії.

Поняття "енергія" у біосфері має багатоаспектний характер (табл. 1).

Трансформація енергії (перехід з однієї форми до іншої) у біосфері — здатність біологічних систем до здійснення роботи з подальшим відновленням. Основою трансформації

енергії у біосфері є живі організми. При цьому частина енергії виділяється у навколишнє середовище у деградованому стані (у вигляді бідних на енергію кінцевих продуктів метаболізму або теплової форми).

Отже, основні закони трансформації енергії у біосфері взаємопов'язані, тому неможливо змінити жоден елемент системи окремого агробіоценозу без переведення його в новий стан. В планетарному масштабі, будь-які окремі зміни можуть призвести до істотних змін у всій біосфері. Якщо зміни не критичні, то біосфера прагне до відновлення та збереження біорізноманіття, а отже, до диверсифікації енергетичної характеристики окремих елементів.

Первинним джерелом енергії є Сонце. Але безпосередньо сонячні промені нездатні нагріти певний об'єкт на поверхні Землі до значної температури. Сконцентрованість (потужність) сонячної енергії, що доходить до поверхні Землі, в середньому, не перевищує кВт/м². Коефіцієнт корисної дії сонячної енергії, яка надходить на фотосинтез вуглеводу (глюкози) у листя чи траву рослини, не перевищує 1 %, а в деревину — лише 0,1 % [11, с. 29].

Отже, сонячна енергія, сконцентровуючись у вищій енергетично якійсній формі міжатомного зв'язку в деревині, втрачає 99,9% первинної енергії, розсіюючи її ще в менш якійсній формі.

У свою чергу, в процесі карбонізації біологічна маса — деревина, втрачаючи половину сконцентрованої сонячної енергії, вже з коефіцієнтом 0,5, перетворює залишок енергії ще у більш концентровану її форму в мінеральних складових вугілля [11, с. 29].

Подальший напрямок процесу підвищення сконцентрованості сонячної енергії у вугіллі чи будь-яких похідних рослинної біомаси, що їх використовує сучасна економіка як енергоносії (торф, вугілля, нафта, газ), — це конверсія (взаємоперетворення) їх внутрішньої енергії (питомої теплоти згоряння) в механічну роботу (енергію) парових турбін, двигунів внутрішнього згоряння чи у найвищу форму енергії — електричну (чверть від енергії вугілля). При цьому інтегрований коефіцієнт конверсії сонячної енергії в електричну становитиме 0,000125 (0,0125%), отже, втрачено — 99,9875 %, але сконцентрованість її збільшилась у 8000 разів. Для отримання 1 Дж електричної енергії витрачається 8000 Дж сонячної [7, с. 218; 11, с. 29—30].

Коефіцієнт якості енергії (еквівалент):

$$K_c = \frac{E_c}{E_k} \quad (1),$$

де K_c — коефіцієнт якості енергії, сонячних еквівалентів; E_c — сонячна енергія, яка надійшла на конверсію, Дж; E_k — енергія, отримана в процесі прямої чи послідовної конверсії сонячної енергії, Дж [7, с. 219; 11, с. 30].

Іншою характеристикою якості енергії, є еквівалент умовного палива (у. п.):

$$K_{п} = \frac{K_c}{K_{с.у.п}} \quad (2),$$

де $K_{п}$ — ступінь концентрації енергії у цьому виді палива відносно її концентрації в умовному паливі, у. п.; K_c — сонячний еквівалент даного виду (форми) енергії, Дж; $K_{с.у.п.}$ — сонячний еквівалент умовного палива, Дж [11, с. 30].

Питома теплота згоряння умовного палива (так, як і якісного вугілля) становить 29,3 МДж/кг, а його сонячний еквівалент — 2000, звідки на утворення 1 кг вугілля витрачається $29,3 \text{ МДж} \cdot 2000 = 5860 \text{ МДж} = 5,86 \text{ ГДж}$ сонячної енергії [11, с. 30].

Значення еквівалентів K_c і $K_{п}$ для різних видів енергоносіїв наведено в таблиці 2.

З енергетичної точки зору рослинництво є сукупністю енергетичних факторів, головними серед яких виступають антропогенна енергія, сонячна енергія та енергетичний потенціал ґрунту. При цьому провідна роль відводиться саме антропогенному фактору [6, с. 38].

Таблиця 2. Коефіцієнти якості енергії (еквіваленти) і конверсії (взаємоперетворення)

Тип енергоносія	Сонячний еквівалент	Еквівалент умовного палива	Коефіцієнт технічної конверсії
Сонячне світло	1	0,0005	в електричну – до 0,1
Рослинна маса (дрова)	1000	0,5	
Викопне паливо			
Вугілля, нафта, газ (на умовне паливо)	2000	1	у теплову – до 0,6 у механічну – до 0,4 в електричну – до 0,5
Механічна енергія			
Потік падаючої води, припливів, вітру	6000	3	в електричну – 0,97
Електроенергія	8000	4	у механічну – 0,99

Джерело: [7, с. 219; 11, с. 31].

У процесі засвоєння поживних речовин та сонячної енергії рослини синтезують біомасу — новий енергоносіє, який може бути вихідним джерелом біологічної енергії (корми, органічні добрива, насіння тощо), теплової енергії (дрова, солома, рослинні рештки тощо), матеріалом для виробництва енергоресурсів (біогаз, метиловий та етиловий спирт). Частка сонячної енергії у загальному енергобалансі рільництва складає близько 97 % [9, с. 40].

За своїми біологічними особливостями різні види рослин мають неоднакову здатність засвоювати кінетичну енергію сонця і мають різну енергетичну цінність.

Показник, який характеризує ефективність використання сонячної енергії рослинами, — фотосинтетична сонячна радіація (ФАР) — це енергія червоної ділянки спектра сонячного випромінювання з довжиною хвилі 0,65—0,75 мкм, що поглинається пігментами хлорофілу. ФАР, що бере участь у фотосинтезі, становить близько 40 % і варіює в широтах України від 38,5 до 41 % загальної сонячної енергії [2, с. 12].

Енергію ФАР, що надходить до посівів сільськогосподарських культур визначають за формулою:

$$E_{\text{ФАР}} = \frac{E_{\text{ФАР.вп}} \alpha T_{\text{вп}}}{T_{\text{вп}}} \quad (3),$$

де $E_{\text{ФАР}}$ — енергія ФАР, що надходить до посівів сільськогосподарських культур, МДж/га; $E_{\text{ФАР.вп}}$ — енергія ФАР за вегетативний період ($\geq 10^\circ\text{C}$) — 1441,4, ($\geq +5^\circ\text{C}$) — 1634,1 МДж/га; α — поправочний коефіцієнт на крутизну й експозицію схилу (для схилів західної і східної експозиції з нахилом до 5° суми радіації практично дорівнюють сумам на горизонтальну поверхню);

$T_{\text{вп}}$ — вегетаційний період, дні; $T_{\text{вп}}$ — період вегетації сільськогосподарської культури, дні [2, с. 12].

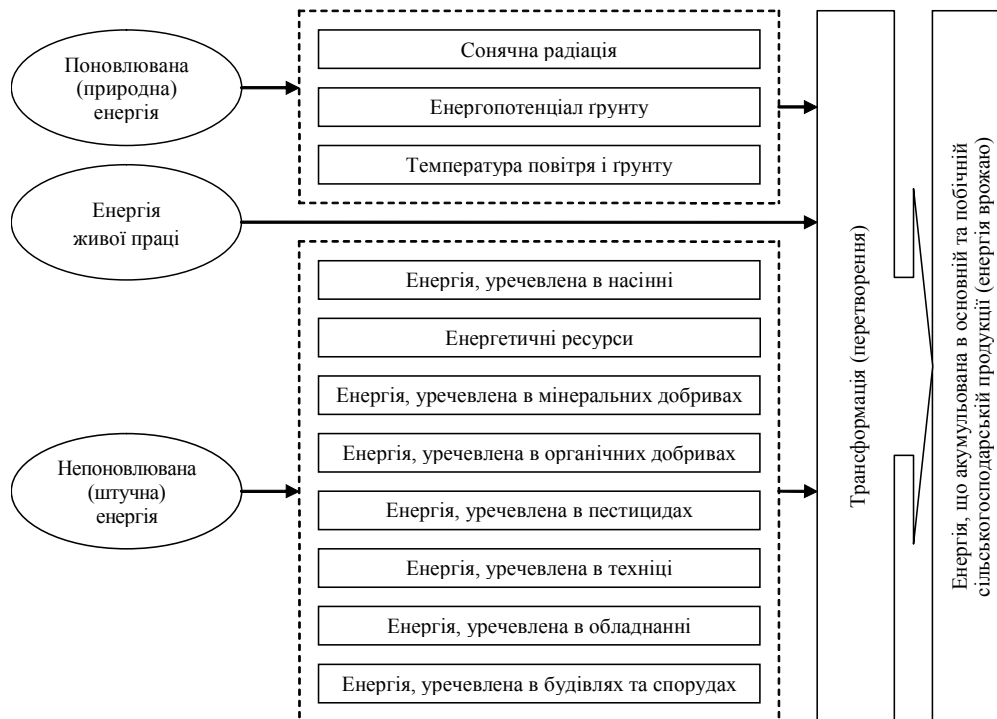


Рис. 1. Класифікація видів енергії в процесі виробництва продукції рослинництва

Джерело: авторська розробка.

Коефіцієнт використання ФАР:

$$K_{\text{ФАР}} = E_v \frac{100}{E_{\text{ФАР}}} \quad (4),$$

де $K_{\text{ФАР}}$ — коефіцієнт використання ФАР, %; E_v — енергеміст урожаю, МДж/га; $E_{\text{ФАР}}$ — енергія ФАР за вегетаційний період, МДж/га [2, с. 13].

Питома вага ФАР у фотосинтезі сільськогосподарських культур становить 45—60 % та варіює в природно-кліматичних зонах України від 38,5 до 41 % загальної сонячної радіації. Чим більша тривалість вегетаційного періоду сільськогосподарської культури, тим ефективніше рослина споживає ФАР та нагромаджує органічні речовини [10, с. 34 — 35].

У врожаї сільськогосподарських культур накопичену енергію визначають таким чином:

$$E_v = V_{\text{оп}} \cdot E_{\text{в оп}} \cdot 100 + V_{\text{пп}} \cdot E_{\text{в пп}} \cdot 100 \quad (5),$$

де E_v — енергеміст урожаю, МДж/га; $E_{\text{в оп}}$ — питомий енергеміст урожаю основної продукції, МДж/кг; $E_{\text{в пп}}$ — питомий енергеміст урожаю побічної продукції, МДж/кг; $V_{\text{оп}}$ — урожай основної продукції, ц/га; $V_{\text{пп}}$ — урожай побічної продукції, ц/га [2, с. 28].

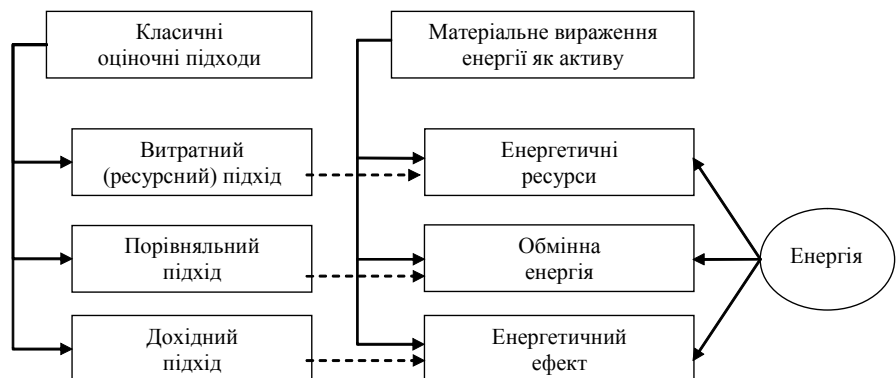


Рис. 2. Класифікація енергії як активу відповідно до застосування оціночних підходів

Джерело: авторська розробка.

Для визначення кількості зосередженої у рослинній біомасі енергії може використовуватись вимірник "кормова одиниця". Для розрахунку за цим показником усі складові урожаю переводяться в кормові одиниці (з поживністю, що рівна 1 кг вівса), які перемножуються на енергетичний еквівалент 1 кг вівса:

$$E_v = (V_{\text{оп}} \cdot K_{\text{к.од.}} + V_{\text{пп}} \cdot K_{\text{к.од.}}) \cdot E_{\text{к.од.}} \quad (6),$$

де $V_{\text{оп}}$ — урожай основної продукції, ц/га; $K_{\text{к.од.}}$ — коефіцієнт перерахунку в кормові одиниці; $V_{\text{пп}}$ — урожай побічної продукції, ц/га; $E_{\text{к.од.}}$ — енергеміст кормової одиниці, Дж [2, с. 30].

У процесі виробництва продукції рослинництва енергія живої праці, поновлювана (природна) та неоновлювана (штучна) енергії трансформуються в енергію, що акумулюється

ся в продукції рослинництва (рис. 1).

Між величиною сукупних витрат енергії та ефективністю виробництва продукції рослинництва існує тісний зв'язок, що обмежується, здебільшого, екологічними параметрами. Це обумовлено тим, що в процесі виробництва продукції має місце рух матерії, загальною мірою якого є енергія.

При цьому слід враховувати, що матеріалізоване вираження енергії може мати три основні прояви (рис. 2). При застосуванні класичних оціночних підходів, енергію як актив можна розглядати в ресурсному (згідно із витратним підходом), результативному (за дохідним підходом) та порівняльному аспектах.

Визначення ефективності використання енергії в сільському господарстві є важливим для оцінки впливу виробничих систем на екологічну ситуацію [13, с. 196].

У сільськогосподарському виробництві категорія "енергетична ефективність" відображає співвідношення між обсягом виробництва сільськогосподарської продукції, що відповідає чинним стандартам якості, та величиною сукупних витрат енергії за умови дотримання вимог щодо охорони навколишнього середовища.

Покращення енергетичної ефективності сприяє підвищенню рівня конкурентоспроможності аграрних підприємств завдяки зниженню витрат, а також призводить до мінімізації забруднення навколишнього середовища [14, с. 35]. Крім того, ефективне використання енергетичних ресурсів є життєво важливим з точки зору виробництва продуктів харчування для населення, яке збільшується, а також для підвищення продуктивності та розвитку сільського господарства [12, с. 428].

Категорія "енергетична ефективність в рослинництві" може бути визначена як ступінь оптимізації сукупних витрат енергії у розрахунку на одиницю продукції рослинництва або зе-

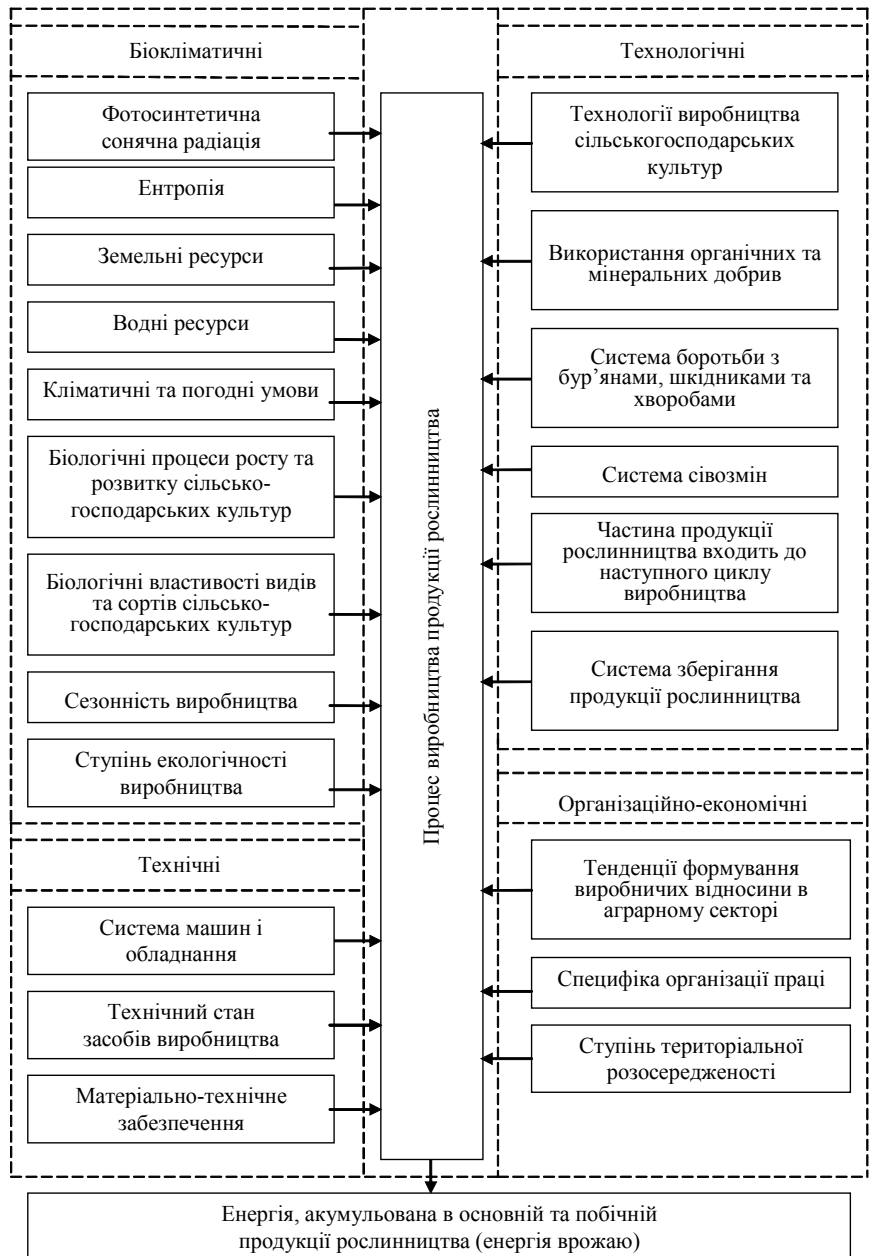


Рис. 3. Особливості енергоспоживання в процесі виробництва продукції рослинництва

Джерело: авторська розробка.

мельної площі в обробітку, здійснених без погіршення якості за найменшого негативного впливу на навколишнє середовище.

Становлення досягнутого рівня енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва дозволяють оцінити раціональне використання природного і ресурсного потенціалу галузі рослинництва в масштабах окремого аграрного підприємства, району, області.

Підвищення рівня енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва без забруднення навколишнього середовища можливо здійснити за напрямками:

1) шляхом реалізації адаптивного потенціалу виду, сорту, агробіоценозу. Тобто їх біологічних властивостей пристосовуватись до умов навколишнього середовища. При цьому витрати непоновлюваної (штучної) енергії на меліорацію середовища є мінімальними;

2) зміною (поліпшенням) навколишнього середовища таким чином, щоб воно відповідало потребам рослин. Впровадити це можливо при значних витратах непоновлюваної (штучної) енергії [8, с. 10].

Показником, що найбільш широко використовується для визначення рівня енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва, є енергомісткість. Вона характеризує відношення сукупних витрат енергії на виробництво продукції рослинництва до валової продукції рослинництва. Тобто величина енергомісткості відображає ступінь раціональності використання сукупних витрат енергії у процесі створення валової продукції рослинництва.

Підгалузі рослинництва мають значні відмінності у рівні енергомісткості. Зумовлено це їх технологічними особливостями, які мають вирішальний вплив на використання засобів і предметів праці та енергетичну ефективність виробництва продукції. Серед вказаних особливостей слід виділити наступні групи: 1) біокліматичні умови; 2) рівень розвитку технологій виробництва; 3) технічне забезпечення; 4) організаційно-економічні чинники (рис. 3).

ВИСНОВКИ

Енергія — це узагальнена міра руху матерії. Вона є не об'єктом чи явищем, а є лише його характеристикою. Енергія не виникає та не зникає з нічого, а лише переходить з однієї форми до іншої (трансформується). Поняття "енергія" пов'язує всі явища природи та економічної системи. Первинним джерелом енергії всього живого є Сонце. Енергію можна виробляти, передавати, споживати, а також вимірювати її кількість.

У процесі виробництва продукції рослинництва використовуються такі види енергії: поновлювана (сонячна енергія, енергопотенціал ґрунту, температура повітря і ґрунту); непоновлювана (енергетичні ресурси; енергія, уречевлена в мінеральних та органічних добривах, пестицидах; енергія, уречевлена в насінні; енергія, уречевлена в техніці та обладнанні; енергія, уречевлена в будівлях та спорудах); енергія живої праці.

Енергетична ефективність виробництва продукції рослинництва досягається шляхом оптимізації сукупних витрат енергії у

розрахунку на одиницю продукції рослинництва або без погіршення якості за найменшого негативного впливу на навколишнє середовище.

Енергоспоживання у рослинництві визначається дією чотирьох груп особливостей сільськогосподарського виробництва: 1) біокліматичними умовами (сонячна радіація; ентропія; земельні ресурси; водні ресурси; кліматичні та погодні умови; біологічні процеси росту та розвитку сільськогосподарських культур; біологічні властивості видів та сортів сільськогосподарських культур; сезонність виробництва; екологічність виробництва); 2) рівнем розвитку технологій виробництва продукції рослинництва (технології виробництва сільськогосподарських культур; використання органічних та мінеральних добрив; система боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами; система сівозмін; частина продукції рослинництва входить до наступного циклу виробництва; система зберігання продукції рослинництва); 3) технічним забезпеченням (система машин і обладнання; технічний стан засобів виробництва; матеріально-технічне забезпечення); 4) організаційно-економічними чинниками (тенденції формування виробничих відносин у аграрному секторі; специфіка організації праці; територіальна розосередженість). Усі складові тісно взаємозв'язані та взаємозалежні між собою.

Література:

1. Білявський Г.О. Основи загальної екології / Г.О. Білявський, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй. — К.: Либідь, 1993. — 304 с.
2. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково-методичне забезпечення) / [Ю.О. Тараріко, О.Ю. Несмашна, О.М. Бердніков, Л.Д. Глушенко, Г.І. Личук та ін.]. — К.: Аграрна наука, 2005. — 200 с.
3. Голицын Г.А. Гармония алгебра живого / Г.А. Голицын, В.М. Петров. — М.: Знание, 1990. — 129 с.
4. Гришко В.В. Енергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління) / В.В. Гришко, В.І. Перебийніс, В.М. Рабштина. — Полтава: ВАТ "Видавництво "Полтава", 1996. — 280 с.
5. Коваленко М.П. Енергозбереження — пріоритетний напрямок державної політики України / М.П. Коваленко, С.П. Денесюк. — К.: УЕЗ, 1998 — 506 с.
6. Коврига В.В. Споживання паливно-енергетичних ресурсів у сільськогосподарських підприємствах / В.В. Коврига // Економіка АПК. — 2002. — № 1. — С. 34—41.

7. Колотило Д.М. Екологія і економіка : навч. посібник / Д.М. Колотило. — К.: КНЕУ, 1999. — 368 с.

8. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. — К.: Урожай, 1988. — 208 с.

9. Панус О.В. Модель затрат енергії в сільськогосподарському виробництві / О.В. Панус // Економіка сільського господарства. — 1983. — № 12. — С. 37—40.

10. Стельмашук А.М. Економічний механізм прискорення інтенсифікації виробництва в АПК / А.М. Стельмашук. — К.: Урожай. — 1990. — 160 с.

11. Технологічні процеси галузей промисловості: навч. посібник / Д.М. Колотило, А.Т. Соколовський, С.В. Гарбуз; За наук. ред. Д.М. Колотила, А.Т. Соколовського. — К.: КНЕУ, 2003. — 380 с.

12. Hatirli S.A., Ozkan B., and Fert C. 2006. Energy inputs and crop yield relationships in greenhouse tomato production. *Renewable Energy* 31: 427—438.

13. Liu Y., Høgh-Jensen H., Egelyng H., and Langer V. Energy efficiency of organic pear production in greenhouses in China, *Renewable Agriculture and Food Systems* 25, 2010, 196 — 203.

14. Nagesha N. 2008. Role of energy efficiency in sustainable development of small-scale industry clusters: an empirical study. *Energy Sustain. Develop.* 12.3: 34—39.

15. Ozkan B., Akcaoz H. and Karadeniz F. (2004), Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey, *Energy Conversion and Management*, vol. 45 (11—12), pp: 1821 — 1830.

16. Singh H., Mishra D. and Nahar N. M. (2002), Energy use pattern in production agriculture of a typical village in arid zone, India-part I, *Energy Conversion and Management*, Vol. 43, pp. 2275 — 2286.

References:

1. Biliavs'kyj, H. O. Padun, M. M. and Furdui, R. S. (1993), *Osnovy zahal'noi ekolohii* [Fundamentals of General ecology], Lybid', Kyiv, Ukraine.

2. Tarariko, Yu. O. Nesmashna, O. Yu. Berdnikov, O. M. Hlushchenko, L. D. and Lychuk, H. I. (2005), *Bioenerhetychna otsinka silskohospodarskoho vyrobnytstva (naukovo-metodychne zabezpechennia)* [Bioenergy assessment of agricultural production (scientific and methodological support)], Ahrarna nauka, Kyiv, Ukraine.

3. Golicyn, G. A. and Petrov, V. M. (1990), *Garmonija algebra zhivogo* [Harmony algebra of living], Znanie, Moscow, Russia.

4. Hryshko, V. V. Perebyjnis, V. I. and Rabshtyna, V. M. (1996), *Enerhoberezhennia v sil'skomu hospodarstvi (ekonomika, orhanizatsiia, upravlinnia)* [Energy saving in agriculture (economy, organization, management)], VAT "Vydavnytstvo "Poltava", Poltava, Ukraine.

5. Kovalenko, M. P. and Denesiuk, S. P. (1998), *Enerhoberezhennia — priorytetnyj napriamok derzhavnoi polityky Ukrainy* [Energy saving is a priority direction of the state policy of Ukraine], UEZ, Kyiv, Ukraine.

6. Kovryha, V. V. (2002), "Consumption of fuel and energy resources in agricultural enterprises", *Ekonomika APK*, vol. 1, pp. 34—41.

7. Kolotylo, D. M. (1999), *Ekolohiia i ekonomika: navch. posibnyk* [Ecology and Economics: textbook], KNEU, Kyiv, Ukraine.

8. Medvedovs'kyj, O. K. and Ivanenko, P. I. (1988), *Enerhetychnyj analiz intensyvnykh tekhnolohij v sil's'kohospodars'komu vyrobnytstvi* [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production], Urozhaj, Kyiv, Ukraine.

9. Panus, O. V. (1983), "Model of energy costs in agricultural production", *Jekonomika sel'skogo hazajstva*, vol. 12, pp. 37—40.

10. Stel'maschuk, A. M. (1990), *Ekonomichnyj mekhanizm pryskorennia intensyfikatsii vyrobnytstva v APK* [Economic mechanism of accelerating the intensification of production in agriculture], Urozhaj, Kyiv, Ukraine.

11. Kolotylo, D. M. Sokolovs'kyj, A. T. and Harbus, S. V. (2003), *Tekhnolohichni protsesy haluzej promyslovosti: navch. posibnyk* [Technological processes of industries: textbook], KNEU, Kyiv, Ukraine.

12. Hatirli, S. A. Ozkan, B. and Fert, C. (2006), "Energy inputs and crop yield relationships in greenhouse tomato production", *Renewable Energy*, vol. 31, pp. 427—438.

13. Liu, Y. Høgh-Jensen, H. Egelyng, H. and Langer, V. (2010), "Energy efficiency of organic pear production in greenhouses in China", *Renewable Agriculture and Food Systems*, vol 25, pp. 196—203.

14. Nagesha, N. (2008), "Role of energy efficiency in sustainable development of small-scale industry clusters: an empirical study", *Energy Sustain. Develop.*, vol 12.3, pp. 34—39.

15. Ozkan, B. Akcaoz, H. and Karadeniz, F. (2004), "Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey", *Energy Conversion and Management*, vol. 45 (11—12), pp. 1821—1830.

16. Singh, H. Mishra, D. and Nahar, N. M. (2002), "Energy use pattern in production agriculture of a typical village in arid zone", India-part I, *Energy Conversion and Management*, vol. 43, pp. 2275—2286. *Стаття надійшла до редакції 23.11.2018 р.*