

4. Вихід продукції з 1 га площі сівозміни, ц/га (середнє за 1962-1997 рр.)

Період культури сівозмін	Вихід з 1 га площі		
	Зерно	Кормові одиниці	Перетраченої протеїн
Чорний пар	16,6	54,6	3,99
Горох	20,8	61,6	5,23
Чина	19,2	57,2	5,06
Вико-овес	14,9	61,0	6,0
Соя	14,4	58,6	5,02
Кукурудза	13,0	60,8	4,18

Отже, за даними, одержаними в 35-річному досліді, можна стверджувати, що зміна чорного пару зернобобовими, особливо горохом, призводить до підвищення продуктивності сівозмін короткої ротатії.

УДК 631.8.022.3 + 63.001.4

В.О. Казаков

Харківський державний аграрний університет

ОКРЕМІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОБРИВ

Динамічне зростання енергетичної вартості продуктів харчування, з урахуванням неповнолюваності значної частини енергоресурсів, екологічні обмеження ставлять раціональне використання енергії в ряд найважливіших завдань сучасного землеробства. Енергетичний аналіз є поки що єдиним методом аналізу, який дозволяє об'єднати в один показник всі види праці і матеріально-технічні засоби, визначити активну частину кожного елемента у технологічному процесі, його внесок у формування врожаю. За енергоємністю технологічного процесу можна порівнювати технології в землеробстві, рослинництві, тваринництві [1,2].

Формування енергетичного підходу до проблем суспільного виробництва пов'язано з працями українського вченого С.А. Подолінського [3], який у 70-х роках минулого століття намагався поєднати фізичне вчення про енергію й економічну науку, розглядаючи різні види праці людини з точки зору збереження, накопичення та розкрадання енергії. На думку К.А.Тімірязєва, в майбутньому калориметр розповість сільському господарю, що той одержав, а піргеліометр - що повинен був

одержати. "И тогда станет понятно, что каждый луч солнца, не уловленный нами, а бесплодно отразившийся в мировое пространство, - кусок хлеба, вырванный изо рта отдаленного потомка ..." [4]. Початок аналізу енергетичних потоків у природних екосистемах та агроценозах покладено працями Одума [13,14].

Зараз енергетичний підхід широко використовується для оцінки ефективності функціонування біогео- та агроценозів [5,6]. Особливою науково-практичною проблемою є агроенергетика, яка повинна вивчати закономірності накопичення та перетворення енергії в продуктах фотосинтезу в агроценозах [6].

Центральною ланкою енергетичного аналізу є кількісне порівняння несповнюваної енергії, використаної для одержання врожаю, та енергії, яка міститься в одержаному врожаї. Всі види трудових і виробничих витрат у сільському господарстві можуть бути визначені за допомогою енергетичних еквівалентів. Енергетичні еквіваленти - це кількість несповнюваної енергії, яка витрачається на одержання 1 кг (1 л) маси та визначається в кілокалоріях або джоулях (враховуються всі витрати, пов'язані з виготовленням, ремонтом та експлуатацією засоба або машини). Енергетичні еквіваленти на основні й оборотні засоби виробництва та трудові ресурси, дані про вміст енергії в одиниці сільськогосподарської продукції, уточнені для умов України, наводять О.К.Медведовський та П.І.Іваненко [1].

Для визначення енергетичної ефективності технології вирощування сільськогосподарської культури (R) застосовують загальновідому формулу:

$$R = \frac{\Pi}{E} \quad (1)$$

(Π - енергоміст продукції з одиниці площі (вихід енергії), МДж; E - повні енерговитрати на одержання продукції з одиниці площі (вихід енергії), МДж).

Для розрахунку енергетичної ефективності дії добрив застосовують формулу:

$$\eta = \frac{V_f^0}{A_0} \quad (2)$$

(η - енергетична ефективність добрив, або коефіцієнт енергетичної ефективності, V°_f - вміст енергії в одержаному природі врожаю, Мдж, A_0 - енерговитрати на виробництво добрив, Мдж).

Енергетичні еквіваленти на мінеральні добрива (1 кг діючої речовини азотних добрив оцінюється в 86,8 Мдж, 1 кг д.р. фосфорних добрив - 12 - 12,6 Мдж, 1 кг д.р. калійних добрив - 8,3 Мдж) включають в себе заводські витрати теплової та електричної енергії на їх виробництво; для фосфорних і калійних добрив підраховані прямі витрати на добування сировини, її переробку та транспортування [1].

Коефіцієнт енергетичної ефективності, який визначається за формулою 2, дозволяє оцінювати дію добрив як речовини.

Для визначення енергетичної ефективності застосування добрив використовують формулу:

$$\eta = \frac{V^{\circ}_f}{A_0 + E_0} \quad (3)$$

(E_0 - енерговитрати, пов'язані з внесенням добрив, Мдж).

Енерговитрати, пов'язані з внесенням добрив, обчислюються з урахуванням всіх витрат на транспортування та внесення добрив, збирання додаткового врожаю, в тому числі витрат, пов'язаних з виготовленням тракторів і машин, їх енергоємністю. В цьому випадку енергетична ефективність добрив визначатиметься не тільки їх дією, але і технологією застосування, залежатиме від марок машин, тракторів, які використовувались.

Енергетичну ефективність, яка визначається за формулою (2), слід, на нашу думку, назвати "енергетичною ефективністю дії добрив", за формулою (3) - "енергетичною ефективністю застосування добрив". Формулу (2) можна використовувати для визначення енергетичної ефективності дії різних видів добрив, доз добрив, коли це пов'язано із способами та прийомами їх застосування. Формула (3) придатна для визначення ефективності технології застосування добрив. Тільки за допомогою такого підходу можна визначати та порівнювати енергетичну ефективність різноманітних способів та прийомів застосування добрив.

Про взаємозв'язок між визначенням енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур і визначенням енергетичної ефективності застосування добрив свідчить формула:

$$R = \frac{\Pi_1 + V^o_f}{E_1 + A_o + E_o} \quad (4)$$

(Π_1 - вміст енергії в продукції, одержаний в результаті проведення всіх технологічних операцій, за винятком застосування добрив, МДж; E_1 - енерговитрати на проведення всіх технологічних операцій, за винятком пов'язаних із застосуванням добрив, МДж).

Формули (1-4) розкривають взаємозв'язок між двома основними напрямками енергетичного аналізу: визначенням енергетичної ефективності технології вирощування культури та визначенням енергетичної ефективності застосування добрив або іншої технологічної операції. Перший напрямок дає можливість порівнювати окремі технології, визначати місце витрат окремої технологічної операції в структурі загальних енерговитрат, зміни енергетичної ефективності технології при зміні рівня інтенсифікації окремої технологічної операції. Другий напрямок дає можливість вивчити вплив інтенсифікації певного фактора, технологічної операції на зміну їх енергетичної ефективності.

Важко погодитися з думкою, що кращим варіантом технології або технологічної операції слід вважати варіант, який забезпечує одержання найвищого енергетичного коефіцієнта. Енергетичну ефективність обов'язково слід оцінювати за такими показниками, як енергоємність врожаю або його приросту; витрати енергії або додаткової енергії на одержання одиниці продукції або додаткової продукції; розмір коефіцієнта енергетичної ефективності. В залежності від обставин, можуть переважати різні показники, але остаточні висновки слід робити тільки з урахуванням комплексу показників.

Енергетичну ефективність вирощування культур за сівозміну можна визначити за формулою:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i}{\sum_{i=1}^n E_i} \quad (5)$$

(n - кількість культур у сівозміні).

Енергетичну ефективність дії та застосування добрив за сівозміну визначають за формулами:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n V^o_f i}{\sum_{i=1}^n A_{o_i}} \quad (6)$$

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n V_i^0 f_i}{\sum_{i=1}^n A_{o_i} + \sum_{i=1}^n E_{o_i}} \quad (7)$$

Дія добрив (для багатьох інших технологічних операцій) на урожайність сільськогосподарських культур триває кілька років. При розрахунках енергетичної ефективності добрив бажано враховувати розміри післядії:

$$\eta' = \frac{V_f^0 \pm V_f'}{A_o} \quad (8)$$

$$\eta' = \frac{V_f^0 \pm V_f'}{A_o + E_o + E'} \quad (9)$$

(η' - коефіцієнт енергетичної ефективності добрив, з урахуванням післядії; V_f' - вміст енергії в прирості врожаю, одержаному за рахунок післядії, МДж; E' - енергозатрати на збирання врожаю, одержаного за рахунок післядії добрив, МДж).

Енергетична ефективність добрив з урахуванням їх післядії може не тільки зростати, а й зменшуватися, на що слід зважати при розрахунках.

Біоенергетичний підхід у вивченні агросистем повинен визначати найбільш раціональне використання ґрунтової родючості з точки зору не тільки максимального одержання продукції, а й збереження рекреаційної та естетичної цінності агроландшафтів і підвищення родючості ґрунту [7]. З точки зору енергетичного підходу, вирішення проблеми підвищення родючості ґрунту може бути успішним тільки на основі нових теоретичних уявлень про родючість та її розширене відтворення як про процес, який відображає характер і напрямок кругообігу речовини та потоків енергії [8].

Витрати енергії на відтворення родючості ґрунтів вперше були підраховані Г.О.Булаткіним [9], який запропонував методику розрахунків. Використовуючи відповідні нормативи, він визначив, скільки гною потрібно для підвищення вмісту гумусу до певного (оптимального) рівня; скільки діючої речовини фосфорних і калійних добрив потрібно для підвищення вмісту рухомих форм фосфору та калію в ґрунті до оптимального рівня; скільки меліорантів потрібно для

підтримання чи доведення рівня рН ґрунту до оптимального рівня. Використовуючи енергетичні еквіваленти, він підрахував вміст енергії у визначеній кількості добрив і меліорантів та витрати енергії на їх застосування. Дефіцит енерговкладень на процес відтворення родючості ґрунтів ріллі тільки по чотирьох властивостях становить 1,4 ГДж/га на рік.

Співробітниками кафедри агрохімії Харківського ДАУ [10] була запропонована методика розрахунку біоенергетичного коефіцієнта дії добрив, який одночасно показує вплив добрив на нагромадження енергії в додатковому врожаї культури та на зміну вмісту гумусу у ґрунті:

$$\eta'' = \frac{V_f^0 \pm \Delta \Gamma \alpha \Gamma}{A_0} \quad (10)$$

(η'' - коефіцієнт енергетичної ефективності добрив з урахуванням зміни родючості ґрунту; $\Delta \Gamma$ - зміна вмісту гумусу у ґрунті, кг/га; $\alpha \Gamma$ - енергетичний еквівалент гумусу, МДж/кг).

В.А.Ковда вважає, що потенційна продуктивність ґрунтів обернено пропорційна запасу внутрішньої енергії ґрунтів. Основну енергію ґрунтів становить енергія кристалічної решітки мінералів ґрунту. Її відносно мало в ґрунтах з високим вмістом новоутворених мінералів, найбільше в ґрунтах, збагачених залишковими мінералами. Незважаючи на те, що навіть в найбільш гумусованих ґрунтах енергія, пов'язана з гумусом, становить лише біля 0,6% всієї внутрішньої енергії, продуктивність ґрунту тим більша, чим більше в ньому гумусу [11].

За формулою (10), енергетична ефективність добрив зростає з підвищенням (під їх впливом) вмісту гумусу в ґрунті і зменшується при витрачання гумусу ґрунтом. При розрахунках енергетичної ефективності добрив з урахуванням їх впливу на вміст гумусу можна користуватися як фактичними показниками вмісту гумусу, так і передбачуваними, виходячи з теоретичного балансу гумусу.

Коефіцієнт енергетичної ефективності дії добрив з урахуванням змін чотирьох показників родючості ґрунту пропонуємо визначати за формулою:

$$\eta'' = \frac{V_f^0 \pm \Delta \Gamma \alpha \Gamma \pm \Delta \Phi \kappa \phi \pm \Delta \kappa \kappa \kappa \kappa \pm \Delta \rho \kappa \kappa \kappa \kappa}{A_0} \quad (11)$$

(K_p - кількість P_2O_5 добрив для збільшення на 1 мг вмісту рухомого фосфору в 100 г ґрунту, кг/га; K_k - кількість K_2O добрив для збільшення на 1 мг вмісту обмінного калію в 100 г ґрунту, кг/га; K_v - витрати вапна $CaCO_3$ на зміну рН ґрунту на одиницю, кг/га; Φ - зміна вмісту рухомих форм фосфору в ґрунті, мг/100 г; K - зміна вмісту обмінного калію у ґрунті, мг/100 г; pH - зміна рН ґрунту; λ_p - енергетичний еквівалент 1 кг діючої речовини фосфорних добрив, МДж; λ_k - енергетичний еквівалент 1 кг діючої речовини калійних добрив, МДж; λ_v - енергетичний еквівалент 1 кг $CaCO_3$, МДж).

Енергетична ефективність дії добрив зростає, коли під їх впливом поліпшуються агрохімічні показники ґрунту та підвищується приріст врожаю, і зменшується, коли агрохімічні показники погіршуються.

Теоретично можна проводити аналіз і за іншими показниками родючості ґрунту. Для цього треба знати кількість речовини для зміни відповідного показника на одиницю; знати або визначити енергетичний еквівалент цієї речовини. Іншими словами: визначити кількість енергії, яка використовується для зміни показників родючості ґрунту.

Перші спроби застосування окремих положень запропонованої методики показали, що висновки про енергетичну ефективність добрив можуть різко змінюватися, коли до уваги приймається не тільки приріст енергії в додатковому врожаї, а й можлива зміна запасів енергії гумусу [10] або враховується післядія добрив за кілька років [12].

Порівнюючи коефіцієнти енергетичної ефективності η, η', η'' , вивчивши їх зміну в динаміці, можна, на нашу думку, характеризувати напрямок енергетичних потоків в системі "ґрунт-рослина-добрива" агроценозів. Розрахунки енергетичної ефективності добрив можуть використовуватися для оцінки та прогнозування їх дії, при проведенні ґрунтового моніторингу. Формулами (2-11) можна користуватися в розрахунках не тільки енергетичної ефективності добрив, а й будь-якої технологічної операції, яка впливає на зміну урожайності сільськогосподарських культур.

Бібліографічний список: 1. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 2. Илиади Г.С. Методические предпосылки энергетической оценки агроресурсного потенциала // Вестн. с.-х. науки. 1989. №2. С. 121-128. 3. Подольский С.А. Труд человека и его отношение к распределению энергии. М.: Ноосфера, 1991. 4. Тимирязев К.А.

- Сочинения. Т.1.М.:Сельхозгиз.1937. 5. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов. Пушкино. 1986. 6. Волобуев В.Р. Агроэнергетика - актуальная научная и практическая проблема //Почвоведение. 1979.№10. С.5-14. 7. Медведовський О.К., Нікіфоренко Л.І. Дослідженню та регулюванню родючості ґрунтів - системний біоенергетичний підхід //Вісн. с.-г. науки. 1986. №9. С.37-41. Володин В.М. О расширенном воспроизводстве почвенного плодородия//Вестн. с.-х. науки. 1989.№6.С.24-30. 9. Булаткин Г.А. Энергетические проблемы сохранения плодородия почв//Вестн. с.-х. науки. 1991.№5. С.60-65. 10. Зализовский В.С., Казаков В.А., Бабынина Л.Г., Томан И.С. Энергетическая эффективность возрастающих норм удобрений в звене севооборота на черноземе типичном//Состав, свойства и плодородие почв Украины: Сб. науч. тр./ Харьк.с.-х. ин-т им.В.В.Докучаева. Харьков. 1990. С.73-81. 11. Ковда В.А. Основы учения о почвах. Кн. 1,2. М.: Наука,1973. 12. Казаков В.О. Продуктивність сівозміни короткої ротачії при різних рівнях насиченості добривами в умовах Лісостепу України// Вісник ХДАУ: 36.наук.пр./ Харк. держ. аграр. ун-т.1997. №3.С.115-121. 13. Odum H.T. Ecological potential and analogic circuits for the ecosystem//Amer. Sci. 1960.V.48.P.1-8. 14. Odum H.T. Energetics of world food production//The World Food Problem.1967.V.3.P.55-94.

УДК 630^x

І.М.Патлай, В.П.Ткач, Л.О.Медведєв, А.С.Торосов

УкрНДІ лісового господарства й агролісомеліорації, м.Харків

ПРОБЛЕМА СТАБІЛЬНОСТІ РОЗВИТКУ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

Для України характерні різноманітні природні та соціально-економічні умови. висока (понад 75%) освоєність території, її ерозійність (понад 30%), урбанізація природного середовища, що призводить до забруднення атмосфери, ґрунтів, поверхневих і підземних вод, погіршення стану лісів. Розширюється міжгалузева конкуренція у використанні території, скорочуються площі сільськогосподарських земель. Тому охорона та відтворення природного середовища повинні стати основним елементом господарської діяльності.