

УДК 631.153:631.582:635.21 (477.41/.42)

Т.В. Радько
аспірант

І.В. Шудренко
к. с.-г. н.

Державний агроекологічний університет

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УДОБРЕННЯ В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ ПОЛІССЯ

В статті наведені результати досліджень різних підходів до енергетичної оцінки технології вирощування картоплі в короткоротаційній сівозміні при різних системах удобрення. Найвищу енергетичну ефективність ($K'_{e,e} = 2,56$) забезпечує комплексне застосування соломи, сидератів і помірних норм мінеральних добрив.

Постановка проблеми

Енергетичний аналіз структури витрат на вирощування сільськогосподарських культур і енергетичного оцінювання технологій є важливою складовою їх комплексного оцінювання та планування заходів щодо мінімізації їх негативного впливу на навколишнє середовище. Енергія є універсальною природно-науковою категорією, а енергетичний підхід дозволяє пов'язати в єдине ціле прояви хімічного, біологічного та соціального життя, екологічні й економічні поняття [5]. О. Є. Ферсман зазначав: «...енергетичний підхід до аналізу процесів природи є кінцевою метою наших пошуків. Ми маємо перейти на єдине мірило визначення ходу процесів, причому таким може бути або калорія, або кіловат». Розробка заходів, які забезпечили б раціональне використання непоновлюваної енергії та підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва, повинна проводитись із застосуванням енергетичного аналізу технологій, який є більш коректним і екологічним, ніж методика зведених грошових витрат [2].

Вирощування картоплі пов'язане зі значними енерговитратами, які зумовлюють низьку енергетичну ефективність виробництва і можуть призвести до надходження в агроєкосистему кількості енергії понад допустимий рівень. Наслідками є порушення основних властивостей агроєкосистеми, зниження родючості ґрунту, забруднення водних джерел, повітря і тому енергетичний аналіз та оцінювання технологій вирощування культури й окремих технологічних заходів, з метою зниження енергоемності продукції, є важливим як в економічному, так і в екологічному плані [5].

Об'єктом досліджень була зміна енергетичної ефективності вирощування картоплі в короткоротаційній сівозміні Полісся під впливом різних систем удобрення.

Завдання досліджень полягали у визначенні кращої за енергетичною ефективністю системи удобрення картоплі в короткоротаційній сівозміні Полісся з урахуванням зміни енергопотенціалу ґрунту.

Методика досліджень

Дослідження проводились у 2005–2006 рр. у стаціонарному досліді, закладеному в 2001 році на дослідному полі Державного агроекологічного університету. Картоплю вирощували у сівозміні:

1. Конюшина;
2. Озиме жито;
3. Картопля;
4. Овес з підсівом конюшини.

Варіанти системи удобрення картоплі:

1. Без добрив (контроль).
2. Солома озимого жита (3 т/га) + N_{30} (компенсація на розкладання соломи) + зелена маса олійної редьки (10 т/га).
3. Мінеральні добрива ($N_{50} P_{50} K_{50}$).
4. Солома озимого жита (3т/га) + N_{30} + зелена маса олійної редьки (10т/га) + мінеральні добрива ($N_{50} P_{50} K_{50}$).
5. Гній (40 т/га).
6. Солома озимого жита (3т/га) + N_{30} + зелена маса олійної редьки (10т/га) + гній (40 т/га) + мінеральні добрива ($N_{50} P_{50} K_{50}$).

Ґрунт – ясно-сірий лісовий супіщаний на лесовидному суглинку, підстеленому флювіогляціальними відкладами. Горизонт HE потужністю 0–28 см шар характеризувався наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу – 1,22–1,35%, реакція ґрунтового розчину середньою кислотою (рН 4,8–4,9), сума увібраних основ і ступінь насичення основами ґрунту низькі й складають відповідно 1,80–2,07 мг-екв./100 г ґрунту та 46,5–53,2%, вміст рухомих форм азоту та фосфору середній, калію – низький.

Основний обробіток ґрунту проводився без обертання скиби – важкими дисковими боронами БДТ-3 на глибину 14–16 см.

Агротехніка вирощування картоплі – загальноприйнята для зони Полісся.

Схема дослідів розгорнута в просторі всіма полями. Повторність дослідів – триразова. Площа облікової ділянки 25 м² (2×12,5м), ширина захисної смуги 2 м, ширина коридорів 8 м, між полями в сівозмінах та між сівозмінами 5 м.

Енергетичне оцінювання технології вирощування картоплі здійснювали за коефіцієнтом енергетичної ефективності $K_{e.e}$, який визначали за загальноприйнятою методикою ВІМ [3, 4]. Розрахунок витрат антропогенної (E_a , МДж/га) проводили поопераційно за технологічною картою вирощування картоплі. Уточнений коефіцієнт енергетичної ефективності визначали за співвідношенням:

$$K_{e.e}^i = \frac{E_y + \Delta E_2}{E_a}, \text{ де} \quad (1)$$

E_y – енергія, акумульована в урожаї картоплі, МДж/га;

ΔE_2 – зміна енергопотенціалу ґрунту під час вирощування культури, МДж/га (оцінювали за балансом гумусу в сівозміні визначеним розрахунковим методом за методикою [1]).

Результати досліджень

Аналіз структури витрат антропогенної енергії показав, що при внесенні 40 т/га гною вони становили 19097 МДж/га, мінеральних добрив – 5650 МДж/га, на застосування соломи (з компенсацією N_{30}) і сидератів – 3669 МДж/га, чим головним чином і зумовлена різниця між загальними енерговитратами при вирощуванні картоплі у варіантах досліду (табл. 1).

Таблиця 1. Енергетична ефективність вирощування картоплі в короткоротаційній сівозміні Полісся при різних системах удобрення, 2005–2006 рр.

Варіанти удобрень ¹	Урожайність картоплі, ц/га, середня за 2005-2006 рр.	Енерговміст урожаю картоплі (E_y), МДж/га	Витрати антропогенної енергії (E_a), МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності ($K_{e.e}$)	Приріст енерговмісту урожаю картоплі, МДж/га	Додаткові витрати антропогенної енергії ² , МДж/га	Окупність додаткових витрат енергії ³ , од
1. Без добрив	71	25986	29984	0,87	-	-	-
2. С + N_{30} + 3М	126	46116	34935	1,32	20130	3669	5,49
3. N_{50} P_{50} K_{50}	176	64416	38081	1,69	38430	5650	6,80
4. С + N_{30} + 3М + N_{50} P_{50} K_{50}	203	74298	42379	1,75	48312	9319	5,18
5. Гній (40 т/га)	201	73566	51887	1,42	47580	19097	2,49
6. С + N_{30} + 3М + гній (40 т/га) + N_{50} P_{50} K_{50}	239	87474	62416	1,40	61488	28416	2,16
$НІР_{0,5}$, ц/га	17,3						

Примітки. 1. С – солома озимого жита (3 т/га);

3М – зелена маса олійної редьки (10 т/га);

2. Без витрат на транспортування і сортування картоплі;

3. Відношення додаткових витрат енергії до приросту енерговмісту урожаю.

Застосування добрив підвищувало енергетичну ефективність вирощування картоплі, де окупність додаткових витрат енергії на внесення тільки мінеральних добрив за рахунок приросту енерговмісту урожаю була найвищою (вар.3) і становила 6,80, соломи і сидератів (вар.2) – 5,49, гною (вар.5) – 2,49. Найкращим варіантом в енергетичну відношенні був варіант 4 при комплексному застосуванні мінеральних добрив, соломи і сидератів у порівнянні з внесенням тільки мінеральних добрив (вар.3), або тільки соломи і сидератів (вар.2) або тільки гною (вар.5) – величина коефіцієнта енергетичної ефективності становила 1,75, 1,69, 1,32 і 1,42, відповідно. Слід зазначити, що невисоку енергетичну ефективність ($K_{e.e} = 1,40$), отримано при поєднанні усіх видів добрив (вар. 6), що забезпечувало окупність додаткових витрат енергії в межах 2,16. Таким чином, при визначенні коефіцієнта енергетичної ефективності вирощування картоплі за загальноприйнятою методикою перевагу мала система удобрення, яка поєднувала внесення мінеральних добрив, соломи і зеленої маси рослин, а також внесення тільки мінеральних добрив. При цьому окупність додаткових витрат енергії приростом енерговмісту урожаю була високою. Застосування соломи у поєднанні з сидератами теж забезпечувало високу енерговіддачу, однак, через низьку урожайність бульб картоплі вона була нижчою у порівнянні з іншими варіантами удобрення.

Для більш об'єктивного оцінювання енергетичної ефективності технологій, на нашу думку, треба враховувати поряд із виходом енергії, що міститься в урожаї, також і зміну енергопотенціалу ґрунту. Це відповідає теоретичному положенню, згідно з якими коефіцієнт енергетичної ефективності – це відношення виробленої енергії до високоякісної енергії, поверненої в процес виробництва [5]. Вироблена енергія акумульована не тільки в урожаї, але і в прирості мінеральної і органічної речовини ґрунту. Якщо енергопотенціал ґрунту знижується, то це знижує енергетичну ефективність виробництва, і повинно враховуватись при обчисленні $K_{e.e}$ за формулою (1). Зміну енергопотенціалу ґрунту ΔE_z можна спрощено оцінити за середньорічним балансом гумусу та мінеральних елементів у ґрунті. Враховуючи складність практичного визначення гумусу за короткий період у сівозміні, ми використали розрахунковий метод визначення балансу гумусу, енерговміст якого для ґрунту досліді можна вважати рівним 20 МДж/га.

Результати розрахунку середньорічного балансу гумусу та коефіцієнта енергетичної ефективності $K'_{e.e}$ з урахуванням зміни енергопотенціалу ґрунту наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Енергетична ефективність вирощування картоплі в короткоротаційній сівозміні Полісся при різних системах удобреннях із урахуванням зміни енергопотенціалу ґрунту, 2005–2006 рр.

Варіанти удобрення	Урожайність картоплі, ц/га, середня за 2005-2006 рр.	Енерговміст урожаю картоплі (E), МДж/га	Витрати антропогенної енергії, МДж/га	Середньорічний баланс гумусу, т/га	Зміна енергопотенціалу ґрунту, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності $K'_{e.e}$
1. Без добрив	71	25986	29984	-0,9	-18000	0,27
2. С + N ₃₀ + 3М	126	46116	34935	0,5	10000	1,61
3. N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	176	64416	38081	1,1	22000	2,27
4. С + N ₃₀ + 3М + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	203	74298	42379	1,7	34000	2,56
5. Гній (40 т/га)	201	73566	51887	2,3	46000	2,30
6. С + N ₃₀ + 3М + гній (40 т/га) + N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	239	87474	62416	2,9	58000	2,33

Найвищою у досліді енергетична ефективність ($K'_{e.e} = 2,56$) була на варіанті з внесенням соломи в поєднанні з сидератами та помірними нормами мінеральних добрив (вар. 4). У варіантах з внесенням гною (вар.5), а також з поєднанням його з мінеральними добривами, соломою і сидератами (вар. 6) отримані практично однакові результати, відповідно, 2,30 та 2,33. Варіант з внесенням тільки мінеральних добрив поступався іншим, незважаючи на те, що застосування загальноприйнятої методики свідчило про їх високу ефективність, а застосування тільки соломи та сидератів мало найнижчу енергетичну ефективність у досліді.

Висновки

Результати вивчення енергетичної ефективності вирощування картоплі в залежності від удобрення в короткоротаційній сівозміні Полісся дають підстави стверджувати, що найвищу енергетичну ефективність ($K'_{e.e} = 2,56$) забезпечує комплексне застосування соломи, сидератів і помірних норм мінеральних добрив.

Ефективним ($K'_{e.e} = 2,33$) є також поєднане внесення гною, мінеральних добрив, соломи та сидератів.

Перспективи подальших досліджень

Наступними кроками повинні стати структурний і поопераційний аналіз енерговитрат на вирощування картоплі у короткоротаційних сівозмінах та оцінювання енергетичної ефективності технології з урахуванням уточненої величини зміни енергопотенціалу ґрунту й сумарної ФАР.

Література

1. Воспроизводство гумуса и хозяйственно биологический круговорот органического вещества в земледелии: Рекомендации. – М.: Агропромиздат, 1989.– 65 с.
2. *Мартиненко О.* Біоенергетична концепція рослинництва в замкнених екосистемах // *Натураліст.* – 1998. – №1. – С.14–17.
3. *Медведовський О. К., Іваненко П. І.* Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К.: Урожай, 1988. –208 с.
4. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве / ВИМ.– М.,1989. – 59 с.
5. *Одум Г., Одум Э.* Энергетический базис человека и природы / Пер. с англ.; Под ред. *А.П. Огурцова.* – М.: Прогресс, 1978.– 380 с.