

УДК 631.153.3: 631.582: 631.8

О.І. Трембіцька, аспірант

І.В. Шудренко, кандидат сільськогосподарських наук

ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ ПОЛІССЯ

На вирощування сільськогосподарських культур щорічно використовується велика кількість матеріально-технічних і трудових ресурсів, а отже, й антропогенної енергії. Отримання вищих та сталіших врожаїв рослинництва вимагає збільшення витрат енергії [2, 3].

В умовах зростаючого дефіциту невідновлюваних енергетичних ресурсів необхідна розробка таких агротехнологій, які б забезпечували максимальне використання агроценозом фотосинтетично активної радіації і, відповідно, зменшення енергоємності продукції. Систематичний аналіз витраченої і накопиченої енергії дає змогу оцінити всі сільськогосподарські процеси з енергетичної точки зору і визначити ефективність технологій вирощування культур [1]. Виходячи з цього, ефективність аграрного виробництва необхідно оцінювати не лише за кількісними показниками врожайності сільськогосподарських культур, а й енергетичними витратами на їх отримання [2].

Серед агротехнічних заходів у структурі витрат добрива займають одне з чільних місць. Так, при вирощуванні зернових культур витрати на паливе для тракторів становлять 18,5 %, а мінеральні добрива – 55,6 %, тобто більше половини всіх витрат [2, 3, 4].

Енергетичне оцінювання технологій вирощування сільськогосподарських культур здійснюється за коефіцієнтом енергетичної ефективності (K_{ee}), тобто відношенням кількості відновлюваної енергії, накопиченої у вирощеній продукції, до сукупних витрат антропогенної енергії на формування врожаю. Якщо його величина перевищує 2, то така технологія наближається до енергозберігаючої [5].

Мета досліджень – визначити енергетичну ефективність органо-мінеральних та біологічних систем удобрення у короткоротаційній сівозміні Полісся.

Об'єкт досліджень – зміна витрат антропогенної енергії та

© О.І. Трембіцька, І.В. Шудренко, 2010

Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Землеробство”

їхньої ефективності за різних систем удобрень у сівозміні.

Методика досліджень. Дослід закладено у 2005 р. на дослідному полі Інституту сільського господарства Полісся, що знаходиться в с. Грозино Коростенського району Житомирської області, на дерново-середньопідзолистому супіщаному ґрунті. Агрохімічна характеристика орного шару (0-20 см) ґрунту на час закладання дослідів була такою: рН сольовий (потенціометрично) – 5,4-5,8, уміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,12 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 73-95 мг рухомого фосфору й обмінного калію (за Кірсановим) – 94-110 – 51-68 мг на 1кг ґрунту відповідно.

Схемою дослідів передбачалось вивчення восьми різних варіантів системи удобрень (табл. 1) у сівозміні з таким чергуванням культур: кукурудза на силос – ячмінь – овес + пелюшка – пшениця озима. Вирівнюючою культурою в досліді у 2005 р. було жито озиме.

Таблиця 1. Схема внесення добрив у короткоротаційній сівозміні Полісся

Варіанти систем удобрення	Внесено добрив під культури, кг/га			
	кукурудза	ячмінь ярий	овес + пелюшка	пшениця озима
1. Без добрив (контроль)	-	-	-	-
2. Загальноприйнята система удобрення	20 т/га гною+ N ₅₀ P ₄₀ K ₅₀	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	N ₃₅ P ₄₅ K ₄₅	N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀
3. Біологічна система удобрення	20 т/га гною + солома+ сидерат + стимулятор росту	стимулятор росту ЇМістимі	солома+сидерат+стимулятор росту ЇМістимі	солома +N ₃₀ +стимулятор росту ЇМістимі
4. Органо-мінеральна система удобрення з елементами біологізації	20 т/га гною+солома+ сидерат	P ₄₅ K ₄₅	солома + сидерат +P ₇₀ K ₄₅	солома+ N ₃₀ P ₄₀ K ₄₅
5. Мінеральна система удобрення	N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₀₀	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₄₀ P ₄₀ K ₅₀	N ₈₀ P ₅₀ K ₇₀
6. Система удобрення з елементами біологізації	10 т/га гною+солома+ сидерат	N ₃₀ P ₆₅ K ₆₀	солома + сидерат +P ₅₅ K ₅₅	солома+ N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀
7. Органо-мінеральна система удобрення (екобіом)	3300 кг/га екобіому + P ₃₀ K ₃₀	2000 кг/га екобіому + P ₃₀ K ₂₀	1400 кг/га екобіому +P ₂₀ K ₂₀	2650 кг/га екобіому +P ₁₀ K ₁₅
8. Органо-мінеральна система добрив (агровіткор)	4000 кг/га агровіткору + P ₁₀ K ₂₅	2400 кг/га агровіткору + P ₁₅ K ₁₅	1700кг/га агровіткору + P ₁₀ K ₂₀	2800 кг/га агровіткору + N ₁₀ K ₁₀

Примітка. Як мінеральні добрива використовували: N – аміачну селітру, P – суперфосфат, K – калію хлорид.

Сільськогосподарські культури вирощували за загальноприйнятою агротехнікою. Гній вносили восени під оранку,

мінеральні й органо-мінеральні добрива (зокрема екобіом і агровіткор) – весною під культивуацію згідно зі схемою досліду. Солому заорювали після збирання попередника з розрахунку 4 т/га з компенсацією азоту 10 кг д. р. на кожену тонну. Як сидерат використовували зелену масу пелюшко-вівсяної суміші (висівали на початку серпня), врожайність якої становила 75-80 т/га. Енергетичну ефективність визначали за методикою біоенергетичної оцінки [3].

Результати досліджень. Аналіз енергетичної ефективності різних систем удобрень під кукурудзу показав, що вона помітно відрізнялася (K_{ee} коливався від 4,21 до 9,57) (табл. 2).

Таблиця 2. Енергетична ефективність вирощування кукурудзи на силос за різних систем удобрення у короткотраційній сівозміні, середнє за 2006-2009 рр.

Варіанти систем удобрення	Урожайність зеленої маси кукурудзи, т/га	Енергомiсткiсть урожаю, МДж/га	Витрати антропогенної енергії, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, (K_{ee}), од.
Без добрив (контроль)	18,8	65800,0	6873,5	9,57
Загальноприйнята система удобрення	30,7	107450,0	23199,5	4,63
Біологічна система удобрення	26,2	91700,0	25748,5	3,56
Органо-мінеральна система удобрення з елементами біологізації	31,0	108500,0	25748,9	4,21
Мінеральна система удобрення	34,0	119000,0	18929,0	6,28
Система удобрення з елементами біологізації	26,0	91000,0	21112,8	4,31
Органо-мінеральна система удобрення (екобіом)	33,2	116200,0	16201,0	7,17
Органо-мінеральна система удобрення (агровіткор)	30,6	107100,0	16335,3	6,55

У зв'язку з мінімальними витратами антропогенної енергії у контрольному варіанті (6873,5 МДж/га) та низькою енергетичною цінністю врожаю, коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому варіанті найвищий – 9,57.

Високу енергетичну ефективність забезпечила органо-мінеральна система удобрення з екобіомом – $K_{ee}=7,17$. Пояснюється це високою урожайністю зеленої маси кукурудзи і кількістю енергії, акумульованої в урожаї (116200 МДж/га), а

Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Землеробство”

також найнижчими у досліді витратами енергії на його отримання (16201 МДж/га). Високою енергетичною ефективністю також виділилися органо-мінеральна система удобрень з агровіт-кором та мінеральна – K_{ee} відповідно 6,55 і 6,28. Інші варіанти систем удобрення за енергетичною ефективністю дещо поступалися кращим варіантам, переважно через досить високі витрати на внесення гною, однак також енергетично вигідні.

При вирощуванні ячменю вищі значення коефіцієнта енергетичної ефективності (табл. 3) відзначені за біологічної та органо-мінеральної систем удобрень – відповідно 4,28 і 4,58 проти 3,58 у контролі. У першому випадку це пов'язано з відносно невисокими витратами антропогенної енергії (18502,5 МДж/га), переважно за рахунок мінеральних добрив, в другому – за помірних витрат енергії та високою енергетичною цінністю урожаю.

Таблиця 3. Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого за різних систем удобрень у короткоротаційній сівозміні, середнє за 2006-2009 рр.

Варіанти систем удобрень	Урожайність зерна, т/га	Енергомiсткiсть урожаю, МДж/га	Витрати антропогенної енергії, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, (K_{ee}), од.
Без добрив (контроль)	1,79	29445,5	8224,1	3,58
Загальноприйнята система удобрення	2,52	41454,0	13751,3	3,01
Біологічна система удобрення	2,21	36354,5	8502,5	4,28
Органо-мінеральна система удобрення з елементами біологізації	2,70	44415,0	9697,0	4,58
Мінеральна система удобрення	2,73	44908,5	15507,2	2,90
Система удобрення з елементами біологізації	2,36	38822,0	12858,0	3,02
Органо-мінеральна система удобрення (екобіом)	2,77	45566,5	12405,1	3,67
Органо-мінеральна система удобрення (агровіткор)	2,35	38657,5	12523,1	3,09

Найнижчим K_{ee} був за мінеральної системи удобрення – 2,90, що можна пояснити підвищеними витратами антропогенної енергії переважно на азотні добрива.

При вирощуванні пелюшко-вівсяної суміші за найменшої енергетичної цінності урожаю, але й суттєво нижчих витрат антропогенної енергії на його отримання, K_{ee} у варіанті без добрив (контроль) виявився вищим, ніж в інших варіантах – 3,96 (табл. 4).

Таблиця 4. Енергетична ефективність вирощування пелюшко-вівсяної суміші за різних систем удобрення у короткоротаційній сівозміні, середнє за 2006-2009 рр.

Варіанти системи удобрення	Урожайність зерна, т/га	Енергомiсткiсть урожаю, МДж/га	Витрати антропогенної енергії, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, (K_{ee}), од.
Без добрив (контроль)	1,79	30716,4	7752,4	3,96
Загальноприйнята система удобрення	2,24	38438,4	12410,1	3,09
Біологічна система удобрення	1,96	33633,6	15674,7	2,14
Органо-мінеральна система удобрення з елементами біологізації	2,42	41527,2	15824,9	2,65
Мінеральна система удобрення	2,31	39639,6	12836,6	3,09
Система удобрення з елементами біологізації	2,12	36379,2	18116,8	2,01
Органо-мінеральна система удобрення (екобіом)	2,44	41870,4	12536,7	3,34
Органо-мінеральна система удобрення (агровіткор)	2,07	35521,2	10781,0	3,29

Дещо нижчими були значення K_{ee} за середніх енергомiсткості врожаю та витрат антропогенної енергії, у варіантах органо-мінеральної системи удобрення з екобіомом й агровіткором – 3,34 і 3,29 відповідно.

Найменші значення K_{ee} зафіксовані у варіантах системи удобрення з елементами біологізації та біологічної системи добрив – відповідно 2,01 і 2,14.

Найвищими енергетична цінність урожаю пшениці озимої та K_{ee} (4,15) були за органо-мінеральної системи удобрення з екобіомом (табл. 5). Дещо нижчі показники K_{ee} отримані у варіантах біологічної, органо-мінеральної, органо-мінеральної систем удобрення з агровіт-кором та контрольному. За мінеральної системи і високій урожайності зерна, за найбільших витрат антропогенної енергії, K_{ee} був найнижчим – 2,76.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Землеробство”

Таблиця 5. Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої за різних систем удобрення у короткоротаційній сівозміні, середнє за 2006-2009 рр.

Варіанти системи удобрення	Урожайність зерна, т/га	Енергомiсткiсть урожаю, МДж/га	Витрати антропогенної енергії, МДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності, (K_{ee}), од.
Без добрив (контроль)	2,16	35532,0	8956,3	3,97
Загальноприйнята система удобрення	2,98	49021,0	16011,2	3,06
Біологічна система удобрення	2,80	46060,0	11661,0	3,95
Органо-мінеральна система удобрення з елементами біологізації	3,05	50172,5	13016,4	3,85
Мінеральна система удобрення	3,02	49679,0	17975,3	2,76
Система удобрення з елементами біологізації	2,93	48198,5	14854,2	3,24
Органо-мінеральна система удобрення (екобіом)	3,24	53298,0	12824,4	4,15
Органо-мінеральна система удобрення (агровіткор)	2,86	47047,0	12841,3	3,66

Таблиця 6. Енергетична ефективність різних систем удобрення у короткоротаційній сівозміні, середнє за 2006-2009 рр.

Варіанти добрив	Енергомiсткiсть урожаю, МДж/га	Витрати антропогенної енергії, МДж/га	K_{ee} , од.
Без добрив (контроль)	40373,5	7951,575	5,08
Загальноприйнята система удобрення	59090,85	16343,03	3,45
Біологічна система удобрення	51937,03	15396,68	3,48
Органо-мінеральна система удобрення з елементами біологізації	61153,68	16071,8	3,82
Мінеральна система удобрення	63306,78	16312,03	3,76
Система удобрення з елементами біологізації	53599,93	16735,45	3,14
Органо-мінеральна система удобрення (екобіом)	64233,73	13491,8	4,58
Органо-мінеральна система удобрення (агровіткор)	57081,43	13120,18	4,15

У цілому за сівозміну (табл. 6) найменша енергетична цінність врожаю й мінімальних витрат антропогенної енергії у варіанті без добрив (контроль) K_{ee} були найвищими – 5,08.

Високий вихід енергії урожаю та значення K_{ee} (4,58 та 4,15) забезпечили органо-мінеральні системи удобрення з екобіомом та агровіткором, що свідчить про високу ефективність застосування цих добрив. Всі інші системи удобрення за енергетичною

ефективністю були практично рівноцінними.

Висновки. За результатами досліджень енергетичної ефективності систем удобрення у короткоротаційній зерно-просапній сівоzmіні Полісся з чергуванням культур: кукурудза на силос – ячмінь – овес+пелюшка – пшениця озима встановлено, що найвищу енергетичну ефективність за ротацію сівоzmіни забезпечило застосування органо-мінеральних систем удобрення з екобіомом та агровіткором.

1. *Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур: методические рекомендации.* – Волгоград, 1985. – 30 с.

2. Смаглій, О.Ф. *Енергетична оцінка агроєкосистем: навчальний посібник.* / О.Ф. Смаглій, А.С. Малиновський, А.Т. Кардашов [та ін.]. – Житомир: Волинь, 2004. – 132 с.

3. *Методика біоенергетичної оцінки систем землеробства і агротехнологій.* – К., 2000. – 48 с.

4. Минеєв, В.Г. *Химизация земледелия и природная среда.* / В.Г. Минеєв. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.

5. *Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства.* / За ред. акад. УААН В.В. Медведєва, д-ра с.-г. наук М.В. Лісового. – Харків: Штрих, 2001. – 100 с.

У статті подані результати визначення енергетичної ефективності різних систем удобрення у короткоротаційних зернопросапних сівоzmінах Полісся з чергуванням культур: кукурудза на силос – ячмінь – пелюшка+вівсяна суміш – пшениця озима. Встановлено, що найвищу енергетичну ефективність мали органо-мінеральні системи удобрення з екобіомом та агровіткором.

Ключові слова: система удобрення, антропогенна енергія, коефіцієнт енергетичної ефективності, екобіом, агровіткор.

В статье поданы результаты определения энергетической эффективности разных систем удобрений в короткоротационном зерно-просапном севообороте Полесья с чередованием культур: кукуруза на силос – ячмень – пелюшка+овсяная смесь – пшеница озимая. Встановлено, что наивысшую энергетическую эффективность имели органо-минеральные системы удобрений из экобиомом и агровиткором.

Ключевые слова: система удобрений, антропогенная энергия, коэффициент энергетической эффективности, экобиом, агровиткор

The article gives the results of estimating the energy efficiency of various fertilizer systems in a short-term grain-raw-crop rotations of the Polissya with crop alternation: maize for silage, barley, field pea, oat mixture, winter wheat. It is established that organic and mineral fertilizer systems with ekobiom and agrovit-cor had the highest energy efficiency.

Key words: fertilizing systems, anthropogenic energy, coefficient of energy efficiency, ekobiom, agrovit-cor.