

## ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ ВУЗЬКОСПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СІВОЗМІН ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

*Представлені результати енергетичної оцінки короткоротаційних вузькоспеціалізованих сівозмін Полісся України. Встановлено, що найефективнішим агроценозом у плані накопичення енергії є п'яти- та чотирипільна сівозміна з обов'язковим включенням бобових. Доведено, що застосування мінімальної дози мінеральних добрив як окремо, так і у поєднанні з органічними збільшують показники Кеє у 1,4–1,6 рази.*

### Постановка проблеми

Наразі проблема енергозабезпечення в АПК набула актуальності [3]. Вирішенню цього питання значну увагу приділяли вітчизняні науковці [2, 4]. Однак на теоретичному та технологічному рівнях це питання опрацьовано ще недостатньо, зокрема відсутні поглиблені підходи до продукційного процесу агроєкосистем як відкритих термодинамічних систем, відсутні дійові нормативи для оперативного аналізу енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур, недосконала відповідна статистична звітність сільськогосподарських підприємств тощо.

### Аналіз останніх досліджень

Як підкреслюють дослідники [4], сільське господарство України використовує все більше сировини та енергії, з кожним роком збільшуються його матеріальні й енергетичні ресурси. Витрати енергії на виробництво одиниці маси сільськогосподарської продукції постійно зростають (протягом ХХ століття – у 8–10 разів), бо створення додаткового центнера врожаю забезпечується за рахунок вкладень енергії, носієм якої є не тільки органічні й мінеральні добрива, а й усі фактори родючості, які активно впливають на ріст і розвиток рослин. Не випадково, що за нинішнього рівня виробництва для підвищення врожайності, наприклад зернових, значно збільшуються енерговитрати на техніку, добрива, пестициди, її меліорацію, набагато перевищуючи нормативи [2, 4, 5].

З метою поглиблення розуміння цих проблем у межах виконання державної тематики: “Розробити систему різноротаційних вузькоспеціалізованих сівозмін, що забезпечують розширене відтворення родючості ґрунтів і підвищення продуктивності землеробства у зоні Полісся”, на базі довготривалого дослід (дослідне поле ЖНАЕУ) були проведені відповідні дослідження з основними сільськогосподарськими культурами районуваних сортів, що склали структуру піддослідних короткоротаційних сівозмін.

### Методика досліджень

Досліди проводили у сівозмінах згідно зі схемами. Повторність дослідів – триразова. Агротехніка загальноприйнята для зони Полісся. Площа облікової ділянки – 50 м<sup>2</sup> (4 x 12,5 м).

### Варіанти сівозмін:

#### I.

1. Конюшина
2. Озима пшениця
3. Льон-довгунець
4. Озиме жито
5. Овес з підсів. конюшини

#### II.

1. Конюшина
2. Озима пшениця
3. Льон-довгунець
4. Овес з підсів. конюшини

#### III.

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

#### IV.

1. Пелюшко-овес (зерно)
2. Озиме жито
3. Картопля

#### V.

1. Озиме жито
2. Картопля

#### Монокультура

- Озиме жито  
Картопля

### Варіанти удобрення

1. Без добрив
2. Побічна продукція
3. Побічна продукція + сидерати
4. Мінеральні добрива
5. Побічна продукція + мінеральні добрива
6. Побічна продукція + сидерати + мінеральні добрива
7. Гній
8. Побічна продукція + сидерати + гній
9. Побічна продукція + сидерати + гній + мінеральні добрива

### Схема удобрення при монокультурі:

1. Озиме жито: солома + N<sub>25</sub> P<sub>32</sub> K<sub>35</sub>

2. Картопля: гній (20 т/га) + N<sub>25</sub> P<sub>32</sub> K<sub>35</sub>

Статистичну обробку отриманого матеріалу здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик з використанням програми *ANOVA* та пакету даних електронної таблиці Excel [1].

Методичною основою еколого-технологічної оцінки енергетичного балансу вирощування сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінних Полісся України були енергетичні еквіваленти сільськогосподарської продукції на основні і оборотні засоби сільськогосподарського виробництва [5].

### Результати досліджень

У результаті аналізу енергетичного балансу сівозмін у варіанті без внесення добрив (див. табл.1) нами встановлено, що найбільш ефективним продуцентом у досліді є бобові. Так конюшиною лучною накопичено енергії 77 тис. мДж/га; найменше – льоном-довгунцем та картоплею – 11225 та 20496 мДж/га відповідно.

2007 рік сівозмінна 1: конюшина – 11,64; озима пшениця – 1,30; льон-довгунець – 1,43; озиме жито – 1,14; овес – 1,62; сівозмінна 2: конюшина – 16,51; озима пшениця – 2,05; льон-довгунець – 1,76; овес – 1,65; сівозмінна 3: конюшина – 13,89; озиме жито – 1,42; картопля – 7,71; овес – 1,81; сівозмінна 4: пелюшко-овес – 1,83; озиме жито – 1,72; картопля – 8,46; сівозмінна 5: озиме жито – 1,91; картопля – 9,19.

На проектно-технологічному рівні це свідчить про те, що для збереження рівноваги сівозміни як відкритої термодинамічної системи необхідні значні енергетичні інвестування викопаної енергії. Про це свідчить і комплексний показник енергетичної оцінки вирощування сільськогосподарських культур, коефіцієнт енергетичної ефективності (*K<sub>ee</sub>*). Якщо бобові культури забезпечують цей показник на рівні 4,6, то для картоплі він у 7–8 разів менший. Зернові займають проміжне місце, з яких найбільш ефективним продуцентом є озиме жито.

З урахуванням побічної продукції значення *K<sub>ee</sub>* у 1,5–1,7 раза збільшується. Проте попередня закономірність у досліді зберігається. Дуже низький цей показник (*K<sub>ee</sub>*) для картоплі, що обумовлено її невисокою урожайністю.

Практичний інтерес мають такі показники, як накопичення енергії на 1 га сівозмінної площі, енергетична продуктивність сівозміни. Найефективнішим агроценозом є 5-ти та 4-пільна сівозміни з включенням бобових, де даний показник основної продукції складає 31,5 та 36,9 тис. мДж/га відповідно. У інших сівозмінах він у середньому у 1,5 раза менший.

Подібна тенденція зберігається і при визначенні цього показника з урахуванням побічної продукції.

Таблиця 1. Енергетична оцінка короткоротаційних сівозмін Полісся Україн (варіант без добрив, середнє за 2006–2007 рр.)\*

Культура	Урожайність, ц/га	Накопичення енергії основного продукцією, МДж/га	Накопичення енергії основною та побічною продукцією, МДж/га	Кое основної продукції	Кое основної продукції та побічної	Енергетична продуктивність (МДж/га)	
						основна продукція	основна продукція та побічна
Сівозміна 1							
Конюшина	185	77280	77280	4,64	4,64	31,51	49,7
Озима пшениця	21,2	24585	43258	1,46	2,38		
Льон-довгунець (насіння)	4,2	9500	16150	0,29	0,49		
Озиме жито	30	37241	62924	2,18	3,57		
Овес	18	27216	48960	1,96	3,23		
Сівозміна 2							
Конюшина	184	54280	54280	4,60	4,60	28,8	40,0
Озима пшениця	24	28380	47630	1,55	2,55		
Льон-довгунець (насіння)	4,0	6650	11225	0,28	0,47		
Овес	19	26216	47162	2,05	3,40		
Сівозміна 3							
Конюшина	185	71300	71300	4,63	4,63	36,9	46,4
Озиме жито	33	29225	49640	2,37	3,91		
Картопля	65	21960	21960	0,67	0,67		
Овес	17	25272	42840	1,86	3,06		
Сівозміна 4							
Овес	17	17982	32230	0,97	1,64	22,8	34,8
Озиме жито	32	29559	51506	1,24	2,04		
Картопля	56	20862	20862	0,58	0,58		
Сівозміна 5							
Озиме жито	30	22044	37400	0,92	1,56	21,2	28,9
Картопля	82	20496	20496	0,57	0,57		

\*Примітка НІР<sub>05</sub> 2006 рік сівозміна 1: конюшина – 7,84; озима пшениця – 1,57; льон-довгунець – 0,37; озиме жито – 1,14; овес – 1,24; сівозміна 2: конюшина – 5,58; озима пшениця – 1,19; льон-довгунець – 0,37; овес – 1,33; сівозміна 3: конюшина – 18,91; озиме жито – 1,38; картопля – 9,33; овес – 4,43; сівозміна 4: пелюшко-овес – 0,75; озиме жито – 1,25; картопля – 12,86; сівозміна 5: озиме жито – 0,96; картопля – 7,3.

Аналіз систем удобрення сівозмін показав високу ефективність систем удобрення (табл. 2).

Найбільшу ефективність в усіх випадках виявили варіанти з внесенням мінеральних добрив як окремо, так і у комплексі з органічними компонентами (варіанти 4, 6, 9). Приріст урожайності в цьому випадку

становив близько 50 %. Якщо у цілому по досліді врожайність максимально збільшилась у 2 рази, то  $K_{ee}$  – у 1,5.

Одним з основних споживачів світлих нафтопродуктів в Україні (біля 50 %) є сільськогосподарське виробництво, більшість яких витрачається в рослинництві, що здійснюється на площі понад 30 млн га.

За попередніми даними та розрахунками і в Україні витрати пального складають близько 250 кг/га ріллі, що відповідає рівню витрат у розвинених країнах. Однак на одиницю продукції ми витрачаємо його у 2–3 рази більше, ніж у зазначених країнах, що істотно знижує конкурентноспроможність нашої рослинницької продукції та її похідних.

Причиною такого становища є не тільки недосконалість техніки, технологій, але й відсутність критерію оцінки окупності одиниці пального урожаєм сільськогосподарських культур.

**Таблиця 2. Енергетична оцінка ефективності систем удобрення короткоротаційних сівозмін Полісся (середнє 2006–2007 рр.)**

Культура	Показник	Варіант удобрення									Амплітуда коливання в розрізі варіантів
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Озиме жито	Урожайність, ц/га	33,7	33,5	36,1	64,8	63,9	65,4	33,7	45,6	66,3	32,8
	$K_{ee}$	2,37	2,64	2,54	3,71	3,74	3,83	2,37	3,21	3,88	1,51
Картопля	Урожайність, ц/га	65,0	79,0	84,3	120,0	110,0	125,0	132,0	132,0	141,7	76,7
	$K_{ee}$	0,67	0,79	0,80	1,08	0,99	1,07	1,15	1,05	1,01	0,48
Озиме жито	Урожайність, ц/га	30,4	31,1	30,8	47,3	45,7	46,3	39,4	43,9	49,3	18,9
	$K_{ee}$	2,14	2,19	2,17	3,03	2,93	2,97	2,78	3,09	3,16	1,02
Картопля	Урожайність, ц/га	82,3	81,3	89,3	94,0	123,3	126,0	127,0	141,0	150,0	68,7
	$K_{ee}$	0,85	0,80	0,85	0,89	1,09	1,08	1,20	1,21	1,88	1,08

В основу цього показника пропонуємо застосовувати окупність 1 кг пального урожаєм сільськогосподарських культур.

За показником окупності пального урожаєм сільськогосподарських культур у нашому досліді окупність 1 кг пального, наприклад урожаєм картоплі, в залежності від варіанту, складала 21–46 кг; озимого жита – 18–26.

В агроєкосистемі певне значення має визначення вартості 1 мДж накопиченої енергії та його складових. У наших експериментах вартість 1 мДж, отриманого з урожаєм озимого жита і картоплі у розрізі варіантів складає 1,8–1,9 і 44–45 коп відповідно. Вартість 1 мДж пального складає близько 15 коп.

### Висновки

1. Існуючий рівень родючості ґрунту забезпечує коефіцієнт енергетичної ефективності короткоротаційних сівозмін Полісся більший за

2. У розрізі окремих культур він коливається в межах: від 0,47 у льону-довгунця – до 4,64 у конюшини лучної;

3. Застосування мінімальної норми мінеральних добрив окремо і у поєднанні з органічними збільшують показники Кеє в 1,6 раза.

**Подальші дослідження** будуть зосереджені на розробці методичних підходів і технологічних рішень щодо енергетичної оцінки і регулювання економічно значимих показників, а саме – окупності 1 кг пального урожаєм сільськогосподарських культур і оптимізації ціни 1 мДж в отриманому урожаї на рівні технічної норми відповідно до галузевого стандарту.

### Література

1. *Доспехов Б.С.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник [для студ. высших с.-х. учеб. заведений] / *Б.С. Доспехов.* – М.: Высшая школа, 1985. – 351 с.
2. Енергетична оцінка агроєкосистем / *О.Ф. Смаглій, А.С. Малиновський, А.Т. Кардашов* [та ін.]. – Житомир: Вид-во “Волинь”, 2004. – 132 с.
3. *Кардашов А.Т.* Енергетичний баланс агроєкосистеми: проблеми теорії і практики / *А.Т. Кардашов, І.В. Шудренко* // Вісник ДААУ, 1988. – № 2. – С. 39–43.
4. *Медведовський О.К.* Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. / *О.К. Медведовський, П.І. Іваненко.* – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
5. Методика биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства. – М., 1983. – 36 с.