

Л.С. Квасніцька,

*кандидат сільсько-
господарських наук*

*Хмельницька державна
сільськогосподарська
дослідна станція
Інституту кормів та
сільського господарства
Поділля НААН*

ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА П'ЯТИПІЛЬНИХ СІВОЗМІН ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Мета. Визначити енергетично вигідні культури та сівозміни для господарств різної спеціалізації в умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу. **Методи.** Польовий, порівняльно-розрахунковий. **Результати.** Найменші показники енерговитрат на 1 т зерна (7,28–8,29 ГДж), кормових одиниць (2,48–2,79 ГДж) та найбільший Кеє (5,43–6,06) забезпечили сівозміни, на 40–60% насичені зерновими та 40–60% люцерною за органічної системи удобрення. **Висновки.** Насичення сівозмін енергетично вигідними культурами (конюшиною, люцерною, кукурудзою на зерно та силос, буряками цукровими) за органічної системи удобрення забезпечить зниження енергоємності і собівартості продукції.

Ключові слова: сівозміна, енергоємність, енерговитрати, коефіцієнт енергетичної ефективності.

В агропромисловому комплексі, де основним виробничим ресурсом є ґрунт, удосконалення структури енерговитрат можна досягти не лише використанням матеріально-технічних ресурсів, а й за рахунок потенціалу культурних рослин, кліматичних, мікрокліматичних і ґрунтових умов [5].

Величина енергетичного коефіцієнта залежить від особливостей технології вирощування культури та рівня її продуктивності [2, 3, 5]. Отримання вищої продуктивності окремих культур і сівозмін загалом може супроводжуватися надто високими витратами енергії та коштів на їх вирощування. Запровадження менш енергоємних технологій неодмінно позначиться на зменшенні собівартості сільськогосподарських культур і позитивному зростанні рентабельності виробництва.

Біоенергетична оцінка дасть можливість об'єктивно і глибше визначити виробничу роль окремих культур і загалом сівозміни, накреслити напрями економнішого використання ресурсів та підвищити коефіцієнт окупності енергії в рослинництві [2, 9].

Мета досліджень — визначення енергетично вигідних культур та сівозмін для господарств різної спеціалізації в умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу. Було проведено розрахунки енергетичної ефективності

на основі вихідних даних 5-пільних сівозмін стаціонарного дослідження Хмельницької ДСГДС Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН.

Методика досліджень. Дослідження здійснювали впродовж 2003–2009 рр. у 9-ти короткочасних сівозмінах, насичених на 0–60% кормовими культурами, зокрема на 20–60 — травами бобовими багаторічними, 40–80 — зерновими та 0–20% — технічними культурами за різних систем удобрення. У сівозмінах (варіанти 4, 5, 9, 11, 12, 15) вирощували 20% післяжнивних посівів на зелене добриво (гірчиця біла). Структуру посівних площ та систему удобрення в сівозмінах наведено в табл. 1.

Повторність дослідження — 3-разова, розміщення повторень і варіантів — систематичне. Площа посівної ділянки — 174, облікової — 100 м².

У досліді висівали сорти та гібриди сільськогосподарських культур, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

Сумарну енергію вирощеної продукції визначали множенням отриманого врожаю на енергетичний еквівалент, що відповідає певному виду продукції.

Витрати енергії на вирощування культур обраховували за допомогою енергетичних

еквівалентів відповідно до технологічних карт, якими передбачено використання й оцінку в структурі витрат пально-мастильних матеріалів, сільськогосподарських машин і знарядь, органічних та мінеральних добрив, пестицидів, живої праці [4, 8].

Результати досліджень. За біоенергетичною оцінкою вирощування сільськогосподарських культур у сівозмінах, найбільшим коефіцієнтом енергетичної ефективності (К_е) (6,29–6,33) характеризувалися трави бобові багаторічні (табл. 2). Дещо нижчі показники К_е вирощування кукурудзи на зерно (4,49–5,12) та силос (4,34–5,45), буряків цукрових (4,26–4,89), хоча вони були найпродуктивнішими за вмістом валової енергії в урожаї. Адже вирощування просапних культур супроводжувалося значними енергетичними витратами. Витрати енергії на вирощування і збирання просапних культур з 1 га залежно від кількості внесених добрив становили для буряків цукрових — 46–57 ГДж, кукурудзи на зерно — 52–63 ГДж, на вирощування зернових колосових культур — у 2,2–3,1 раза менше.

Вищий К_е вирощування всіх культур відзначено за органічної системи удобрення в сівозміні (табл. 2). Він змінювався залежно від попередника та періоду повернення культур на попереднє місце вирощування. Так, найвищий К_е пшениці озимої (4,65) отримали

в сівозміні з органічною системою удобрення, де попередником була конюшина на 2 укоси і період повернення 4 роки, що на 38% вище, ніж за органо-мінеральної системи.

Повернення пшениці озимої через рік знизило енергетичну ефективність вирощування на 10%.

Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сої за розміщення її після кукурудзи на зерно та періоду повернення 4 роки становив 3,76, що на 5% більше, ніж після пшениці озимої. На 17% знизився цей показник за повернення сої через рік на попереднє місце вирощування.

Для оцінки енергетичної ефективності сівозмін з різною структурою посівних площ велике значення має кількість енергії, одержаної в основній і побічній продукціях урожаю. Дослідження показали, що найбільшу енергомісткість урожаю забезпечила сівозміна (варіант 8), насичена на 20% пшеницею озимою + післяжнивні, кукурудзою на зерно, кукурудзою на силос, буряками цукровими, соєю (табл. 3).

Ця сама сівозміна мала і найвищі витрати енергії. Попри значні енергетичні витрати насичення сівозміни високоврожайними просапними культурами забезпечило її високу енергетичну ефективність, К_е становив 4,29 у.од.

Типова для зони плодозмінна сівозміна (варіант 1), на 20% насичена конюшиною на 2 укоси,

1. Структура посівних площ та система удобрення у 5-пільних сівозмінах (2003–2009 рр.)

| Варіант сівозміни | Структура посівних площ, % | | | | | | | | | | | Унесено на 1 га сівозмінної площі | | | |
|-------------------|----------------------------|----------------|--------|--------------------|-----|--------|-----------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------------------|---------|-------------------------------|------------------|
| | усього зернових | з них: | | | | | усього кормових | з них: | | | | гною, т | кг д.р. | | |
| | | пшениці озимої | ячменю | кукурудзи на зерно | сої | гороху | | кукурудзи на силос | трави бобових багаторічних | усього технічних (буряків цукрових) | післяжнивних посівів на зелене добриво | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | 60 | 20 | 20 | 20 | – | – | 20 | – | 20 | 20 | – | 8 | 66 | 56 | 78 |
| 4 | 80 | 20 | 20 | 20 | – | 20 | – | – | – | 20 | 20 | 8 | 74 | 60 | 78 |
| 5 | 80 | 20 | 20 | 20 | 20 | – | – | – | – | 20 | 20 | 8 | 74 | 60 | 78 |
| 8 | 80 | 20 | – | 20 | 20 | – | 20 | 20 | – | 20 | 20 | 8 | 86 | 64 | 90 |
| 9 | 80 | 40 | – | – | 40 | – | 20 | 20 | – | – | 20 | 8 | 56 | 42 | 56 |
| 11 | 40 | 20 | 20 | – | – | – | 40 | 20 | 20 | 20 | 20 | 8 | 45 | 20 | 50 |
| 12 | 40 | 20 | 20 | – | – | – | 40 | 20 | 20 | 20 | 20 | 16 | – | – | – |
| 15 | 60 | 20 | 20 | 20 | – | – | 40 | – | 40 | – | 20 | 16 | – | – | – |
| 16 | 40 | – | 20 | 20 | – | – | 60 | – | 60 | – | – | 16 | – | – | – |

2. Коефіцієнти енергетичної ефективності вирощування культур у сівозміні

| Культура | Період повернення, роки | Попередник | Система удобрення у сівозміні | Кее |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------|
| Пшениця озима | 4 | Конюшина на 2 укоси | Органо-мінеральна | 3,36 |
| | | Горох | Те саме | 3,33 |
| | | Соя | » | 3,46 |
| | 1 | Соя | » | 3,13 |
| | | 4 | Конюшина на 2 укоси | Органічна |
| Горох | 4 | Люцерна 2-х років використання | » | 4,50 |
| | | Кукурудза на зерно | Органо-мінеральна | 2,88 |
| | 4 | Кукурудза на зерно | Те саме | 3,76 |
| | | Буряки цукрові | » | 3,70 |
| | | Пшениця озима | » | 3,58 |
| Ячмінь ярий | 1 | Пшениця озима + післяжнивні | » | 3,13 |
| | | Кукурудза на зерно | » | 3,81 |
| | 4 | Буряки цукрові | » | 3,87 |
| | | Кукурудза на силос | » | 3,99 |
| | | Кукурудза на силос | Органічна | 4,25 |
| Кукурудза на силос | 4 | Кукурудза на зерно | » | 4,24 |
| | | Буряки цукрові | Органо-мінеральна | 4,90 |
| | 4 | Соя | Те саме | 4,31 |
| | | Кукурудза на зерно | » | 4,49 |
| | | Буряки цукрові | Органічна | 5,45 |
| Кукурудза на зерно | 4 | Буряки цукрові | Органо-мінеральна | 4,49 |
| | | Ячмінь | » | 4,84 |
| | 4 | Пшениця озима + післяжнивні | Органічна | 5,07 |
| | | Люцерна | » | 5,12 |
| | | Пшениця озима + післяжнивні | Органо-мінеральна | 4,26 |
| Буряки цукрові | 4 | Кукурудза на силос | » | 4,73 |
| | | Пшениця озима + післяжнивні | Органічна | 4,89 |
| | 4 | Ячмінь ярий | Органо-мінеральна | 6,29 |
| Трави бобові багаторічні | 4 | | Органічна | 6,33 |

60 — зерновими та 40% — просапними, зокрема на 20% — буряками цукровими, забезпечила вищі енергетичні показники з 1 га сівозмінної площі. Коефіцієнт енергетичної ефективності становив 4,51 у.од.

За вирощування 20% післяжнивних на зелене добриво в сівозміні та замість 20% конюшини на 2 укоси зернобобових: гороху (варіант 4) або сої (варіант 5) кількість сукупної енергії в урожаї зменшилася на 8 та 9%, енерговитрати на 1 т к.од. зросли на 13 та 9%, Кее знизився на 11 та 8% відповідно (варіанти 4 та 5 порівняно з варіантом 1).

Уведення у сівозміну (варіант 9), на 80% насичену зерновими, 40% сої знизило Кее до 3,57. При цьому отримали найбільші енерговитрати на 1 т к.од. (4,24 ГДж).

За збільшення частки трав бобових багаторічних у сівозміні енергетичні витрати на вирощування одиниці продукції зменшилися, а Кее збільшився.

Так, за максимального насичення (60%) люцерною 5-пільної сівозміни (варіант 16) уміст енергії в урожаї становив 139 ГДж/га за витрат енергії на вирощування продукції 22,9 ГДж/га, Кее зріс в 1,1 раза порівняно з варіантом 12. Слід зазначити, що саме в цій сівозміні були найменші показники енерговитрат на 1 т к.од. — 2,48 ГДж.

Найменші показники енерговитрат на 1 т зерна (7,28 ГДж) відзначено в сівозміні (варіант 15), на 60% насиченій зерновими, зокрема на 20% — пшеницею озимою, кукурудзою на зерно, ячменем та на 40% — люцерною за органічної системи удобрення.

3. Енергетична ефективність сівозмін (2003–2009 рр.)

| Варіант сівозмін | Структура посівних площ, % | | | | | | | Енергоємність урожаю, ГДж/га | Енерговитрати на, ГДж | | | Коефіцієнт енергетичної ефективності |
|------------------|----------------------------|----------|-----------|---------|----------|-----|---------|---------------------------------|-----------------------|-------|---------------------|--|
| | зернових | кормових | просапних | бобових | | | | | 1 га | 1 т | | |
| | | | | гороху | конюшини | сої | люцерни | | | зерна | кормових одиниць | |
| 1 | 60 | 20 | 40 | – | 20 | – | – | 164 | 36,3 | 10,7 | 3,36 | 4,51 |
| 4 | 80 | – | 40 | 20 | – | – | – | 149 | 37,1 | 9,28 | 3,79 | 4,02 |
| 5 | 80 | – | 40 | – | – | 20 | – | 151 | 36,5 | 9,03 | 3,65 | 4,13 |
| 8 | 60 | 20 | 60 | – | – | 20 | – | 167 | 38,9 | 12,7 | 3,54 | 4,29 |
| 9 | 80 | 20 | 20 | – | – | 40 | – | 94 | 26,3 | 11,1 | 4,24 | 3,57 |
| 11 | 40 | 40 | 40 | – | 20 | – | – | 150 | 28,6 | 16,7 | 2,88 | 5,24 |
| 12 | 40 | 40 | 40 | – | 20 | – | – | 141 | 25,7 | 10,4 | 2,76 | 5,48 |
| 15 | 60 | 40 | 20 | – | – | – | 40 | 132 | 24,3 | 7,28 | 2,79 | 5,43 |
| 16 | 40 | 60 | 20 | – | – | – | 60 | 139 | 22,9 | 8,29 | 2,48 | 6,06 |

У структурі витрат енергії найбільший відсоток у всіх сівозмінах за органо-мінеральної системи удобрення становили витрати на добрива (26–33%) і паливе (15–23%). За органічної

системи удобрення у сівозмінах, на 20–60% насичених травами бобовими багаторічними, значні витрати енергії пов'язані з використанням засобів механізації (33–36%) та пального (28–29%).

Висновки

За нинішньої енергетичної кризи, коли ціни на енергію невпинно зростають, з метою зниження енергоємності і собівартості продукції доцільно не лише вдосконалювати інтенсивні технології, а й коригувати сівозміни в напрямі насичення рослинництва

«енергетично дешевими» культурами. Найбільш енергетично вигідними культурами є конюшина, люцерна, кукурудза на зерно та силос, буряки цукрові. Високі показники енергетичної ефективності забезпечують сівозміни за органічної системи удобрення.

Бібліографія

1. Бакай С.С. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологии возделывания кукурузы/С.С. Бакай, Е.И. Базаров. — М., 1988. — С. 52.
2. Браженко І.П. Біоенергетична оцінка польових культур/І.П. Браженко, О.П. Райко, К.П. Уровенко// Вісн. аграр. науки. — 1996. — № 10. — С. 22–27.
3. Вернадський В.Н. Биосфера/В.Н. Вернадський. — Новороссийск: Мысль, 1967. — 232 с.
4. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві/О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. — К.: Урожай, 1988. — 206 с.
5. Пίδα С.В. Значення люпину в біологічному землеробстві/С.В. Пίδα//Агроеколог. журн. — 2002. — № 4. — С. 39–45.
6. Созинов А.А. Энергетическая цена индустриализации атмосферы/А.А. Созинов, Ю.Ф. Новиков// Природа. — 1985. — № 5. — С. 11–19.
7. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроєкосистем; за ред. Ю.О. Тараріка. — К.: Аграр. наука, 2004. — С. 126.
8. Тараріко Ю.О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: [метод. реком.]/Ю.О. Тараріко, О.Ю. Несмашна, Л.Д. Глуценко. — К.: Нора-Прінт, 2001. — С. 60.
9. Ярошенко П.П. Біоенергетична оцінка індустріальних технологій у рослинництві: [метод. реком.]/П.П. Ярошенко. — Х., 1998. — 19 с.

Надійшла 26.02.2014.