

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У СІВОЗМІНІ

Ю.О. НЕСТЕРЧУК, доктор економічних наук
О.М. ГЕРКІЯЛ, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва

Оцінено показники енергетичної ефективності норм мінеральних добрив під пшеницю озиму, буряки цукрові і кукурудзу на силос у тривалому стаціонарному досліді з одинарною (135 кг), подвійною (270 кг) і потрійною (405 кг) насиченістю поживними елементами ґрунту у сівозміні

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, зростання врожайності культур супроводжуються збільшенням витрат непоновлюваної енергії, в тому числі за рахунок збільшення витрат на застосування добрив. В цьому контексті перспективною стає розробка і застосування таких технологій, які забезпечуватимуть менше витрат енергії на виробництво сільськогосподарської продукції. В сучасних умовах розвитку деградаційних процесів ґрунтового покриву і необхідності переходу на збалансовані системи землеробства оцінку технологій вирощування сільськогосподарських культур слід проводити з врахуванням пріоритетності політики енергозбереження, тобто оцінка технологій і формування цін на продукцію повинна базуватись саме на показниках енергетичної ефективності.

Енергетична ефективність – це відношення кількості енергії у прирості врожаю, отриманого за рахунок певної норми добрив, до енерговитрат на виробництво і застосування цих добрив під відповідну культуру. Застосування певної норми добрив ефективне, якщо це співвідношення більше одиниці. Оцінка енергетичної ефективності застосування добрив в практиці сільськогосподарського виробництва має поки що обмежене застосування [1].

В переважній більшості наукових праць з питань застосування добрив наводиться оцінка економічної ефективності добрив чи інших агроприймів за цінами продукції та вартістю витрат на момент оцінки. Але розрахунки економічної ефективності можна вважати об'єктивними лише за умов стабільності національної валюти та оптових цін на добрива і продукцію, що вирощується [2]. В нинішніх умовах в Україні динаміка вартісних показників не відображає реальної тенденції зміни економічної ефективності використання добрив. Натомість, розрахунки енергетичної ефективності не залежать від коливання курсу валют, динаміки цін, інфляції тощо. Методичні засади енергетичної оцінки технологій в сільськогосподарському виробництві розроблені такими вченими як О.О. Жученко, М.О. Клименко, Т.М. Колесник, О.К. Медведовський, П.І. Іваненко, Ю.О. Тараріко, проте комплексної методики такої оцінки досі не запропоновано. Використовуються окремі часткові показники, що не є універсальними. В жодному разі не можна

стверджувати, що розрахунками енергетичної ефективності можливо замінити економічну оцінку добрив. Адже для виробників важливо, які прибутки чи витрати при застосуванні добрив вони матимуть у грошовому виразі [3]. Тому для всебічної комплексної найбільш об'єктивної оцінки ефективності застосування добрив під сільськогосподарські культури необхідно аналізувати систему показників технологічної, економічної та енергетичної ефективності.

Мета роботи, результати якої висвітлено в статті – визначити енергетичну ефективність норм мінеральних добрив, що унесені безпосередньо під пшеницю озиму, кукурудзу на зерно і буряки цукрові на фоні різної насиченості добривами в сівозміні з тривалим застосуванням мінеральної системи удобрення.

Методика досліджень. У стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС, закладеному в 1964 році, вивчається вплив тривалого вирощування культур у 10-пільній сівозміні без удобрення та на фоні різних норм добрив, унесених безпосередньо під культури в сівозміні з одинарною (135 кг), подвійною (270 кг) і потрійною (405 кг) насиченістю на 1 га сівозмінної площі. Норми мінеральних добрив безпосередньо під культуру наведено в представлених таблицях.

Чергування культур у сівозміні таке: багаторічні трави на сіно – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – горох – пшениця озима – кукурудза на силос – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь – з підсівом багаторічних трав.

У досліді вносили такі добрива: аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат, та 40% калійну сіль.

Ґрунт під дослідом – чорнозем опідзолений важкосуглинковий з умістом гумусу за Тюриним перед закладанням дослідів в шарі 0-20 см – 3,31%; $pH_{(KCl)}$ – 6,2; гідролітичною кислотністю – 2,2; сумою увібраних основ – 28 ммоль на 100 г ґрунту. Вміст легкогідролізованого азоту (за методом Тюріна і Конової) становить 4,8 мг/100 г; рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирікова) – відповідно 13,1 і 10,1 мг на 100 г ґрунту.

Дослід закладено в трьох повтореннях з рендомізованим розміщенням варіантів і послідовним – повторень.

Кількість енергії, що міститься в прирості врожаю, одержаного за рахунок добрив, підраховано за довідниковими даними [4]. Енергетичні витрати на виробництво і застосування мінеральних добрив у мДж/кг діючої речовини такі: азотні – 86,8, фосфорні – 12,6, калійні – 8,3 [5].

Результати досліджень. Розширене відтворення сільськогосподарського виробництва неможливе без застосування добрив, адже добрива – один із найбільш дієвих засобів підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Відмова від застосування мінеральних добрив, що іноді пропонується як один із можливих шляхів розвитку сільськогосподарського виробництва, призведе, як вважають Б.О. Ягодін і О.Ю. Бабаєва [6], до катастрофічного скорочення виробництва продовольства. Тому єдино правильне вирішення проблеми у раціональному використанні мінеральних добрив та докорінному підвищенні їх ефективності.

В аналізованому стаціонарному досліді пшениця озима висівалась по трьох попередниках: багаторічних травах, гороху і кукурудзі на силос. У варіанті, де протягом 45 років добрива в сівоzmіні не вносились, у середньому за п'ять останніх років урожайність пшениці по багаторічних травах становила 38,1 ц/га. На 2,3 ц/га меншою була врожайність по гороху і на 4,8 ц/га – по кукурудзі на силос. Це свідчить про значну потенційну родючість чорнозему опідзоленого, на якому 45 років добрив не вносили, а врожайність пшениці збереглась на рівні 33-38 ц/га (табл. 1). По всіх цих попередниках у досліді застосовували три рівні удобрення, як безпосередньо під пшеницю, так і в цілому з розрахунку на 1 га сівоzmінної площі, що видно із таблиці 1.

1. Енергетична ефективність норм мінеральних добрив під пшеницю озиму залежно від попередника і рівня насиченості поживними елементами в сівоzmіні, середня за 2005-2009 рр.

Попередник	Насиче- ність NPK на 1 га сівоzmінної площі, кг	Норма добрив під пшеницю	Урожай- ність на контролі та приріст від добрив, ц/га	Енергоємність, мДж		Коефіцієнт енергетичної ефек- тивності
				приросту врожаю	унесених добрив	
Багаторічні трави	Контроль	Без добрив	38,1	-	-	-
	135	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10,6	17437	4846,5	3,60
	270	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	18,3	30103	9693,0	3,10
	405	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	21,0	34545	14539,5	2,37
Горох	Контроль	Без добрив	35,8	-	-	-
	135	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	10,2	16779	4846,5	3,46
	270	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	17,2	28284	9693,0	2,91
	405	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	20,2	33229	14539,5	2,28
Кукурудза на силос	Контроль	Без добрив	33,3	-	-	-
	135	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	8,8	14476	4846,5	2,98
	270	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,4	23688	9693,0	2,44
	405	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	17,6	28952	14539,5	1,99

Агрономічна ефективність, зокрема окупність одного кілограма поживних елементів, унесених з добривами, була найвищою у варіанті з одинарною нормою добрив, відповідно 7,85; 7,55 і 6,51 кг пшениці. При застосуванні подвійної норми добрив (N₉₀P₉₀K₉₀) окупність зменшилася і по попередниках становила відповідно 6,77, 6,37 і 5,33 кг.

Ще меншою вона була у варіанті з потрійною нормою (N₁₃₅P₁₃₅K₁₃₅), відповідно 5,18; 4,98; і 4,34 кг зерна пшениці.

Отже, якщо окупність 1 кг д. р. мінеральних добрив у варіанті з унесенням N₄₅P₄₅K₄₅ прийняти за 100%, то із збільшенням норми добрив у 2 рази окупність зменшилась на 4-6%, а у варіанті з потрійною нормою це зменшення становило 17-21%.

Енергетична ефективність добрив виявилася найвищою теж у варіанті з унесенням одинарної норми при вирощуванні пшениці по багаторічних травах. Тут енергоємність приросту врожайності у 3,6 рази перевищувала витрати енергії на застосування добрив. За цієї норми добрив при вирощуванні пшениці по гороху коефіцієнт енергетичної ефективності не небагато знизився порівняно з варіантом, де попередником були багаторічні трави, і становив 3,46. Помітне зниження цього показника відбулося у варіанті, де попередником пшениці була кукурудза на силос (табл. 1).

Розрахунки показали, що за внесення подвійної і потрійної норми добрив енергетична ефективність їх зменшувалася порівняно з одинарною нормою при вирощуванні пшениці по всіх попередниках. Коефіцієнт енергетичної ефективності за подвійної норми зменшився на 14-18%, а за потрійної – на 33-34%.

Отже, збільшення норм мінеральних добрив під пшеницю озиму від одинарної ($N_{45}P_{45}K_{45}$) до потрійної ($N_{135}P_{135}K_{135}$) сприяло підвищенню врожайності, але при цьому агрономічна та енергетична ефективність добрив значно зменшилась, що суперечить принципам інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. У цілому ж рівень енергетичної ефективності мінеральних добрив у досліді був досить високим, бо енерговіддача по основній продукції перевищує 2-3 одиниці.

Досить високу енерговіддачу добрив отримано при вирощуванні буряків цукрових (табл. 2).

2. Енергетична ефективність норм мінеральних добрив під буряки цукрові на фоні різної насиченості поживними елементами в сівоzmіні, середня за 2005-2009 рр.

Попередник	Насиченість NPK на 1 га сівозмінної площі, кг	Норма добрив під пшеницю	Урожай ність на контролі та приріст від добрив, ц/га	Енергоємність, мДж		Коефіцієнт енергетич- ної ефек- тивності
				приросту врожаю	унесених добрив	
Багаторіч- ні трави	Без добрив (контроль)		310	-	-	-
	135	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	64	29184	9693	3,01
	270	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	108	49248	14539	3,39
	405	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	141	64296	19386	3,31
Кукурудза на силос	Без добрив (контроль)		295	-	-	-
	135	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	61	27816	9693	2,87
	270	N ₁₃₅ P ₁₃₅ K ₁₃₅	104	47424	14539	3,26
	405	N ₁₈₀ P ₁₈₀ K ₁₈₀	137	62272	19386	3,22

Норми мінеральних добрив під буряки цукрові в досліді були значно вищі, ніж під пшеницю, а саме: 270 кг/га, 405 і 540 кг/га. Характерно, що агрономічна ефективність норм добрив, унесених під буряки, мала іншу тенденцію, порівнюючи з пшеницею. Найменша окупність 1 кг добрив виявилася у варіанті

з внесенням найменшої норми (270 кг/га): 23,7 кг коренеплодів у ланці з багаторічними травами і 22,6 кг – у ланці з кукурудзою на силос. Найвища окупність добрив була у варіанті з унесенням під буряки по 135 кг/га азоту, фосфору і калію на фоні насиченості добривами в сівозміні 270 кг/га. Тут вона становила 26,7 кг у ланці з багаторічними травами і 25,7 кг – у ланці з кукурудзою на силос. Підвищення норми добрив під буряки до 540 кг/га на фоні насиченості в сівозміні 405 кг/га сприяло зростанню врожаю до 451 і 432 ц/га, але вже намітилася тенденція до зниження енергетичної ефективності порівняно з унесенням NPK по 135 кг/га (табл. 2).

Отже, аналіз отриманих у досліді експериментальних даних дає підстави стверджувати, що за показниками окупності добрив та їх енергетичної ефективності під буряки цукрові слід уносити мінеральні добрива в нормах 400-500 кг/га д. р. Дещо нижчою виявилася ефективність мінеральних добрив, унесених під кукурудзу на зерно, порівняно з ефективністю їх під пшеницю і буряки (табл. 3).

3. Енергетична ефективність норм мінеральних добрив під кукурудзу на зерно на фоні різної насиченості поживними елементами у сівозміні, середня за 2005-2009 рр.

Насиченість NPK на 1 га сівозмінної площі, кг	Норма добрив під кукурудзу	Урожайність на контролі та приріст від добрив, ц/га	Енергоємність, мДж		Коефіцієнт енергетичної ефективності
			приросту врожаю	унесених добрив	
Без добрив (контроль)		34,6	-	-	-
135	N ₅₀ P ₅₀ K ₅₀	10,5	15897	5385	2,95
270	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	19,4	29372	10770	2,72
405	N ₂₀₀ P ₂₀₀ K ₂₀₀	25,4	38456	21540	1,78

Так, окупність 1 кг добрив у варіанті з унесенням норми N₅₀P₅₀K₅₀ на фоні насиченості 135 кг/га становила 7 кг зерна кукурудзи, а вміст енергії в прирості врожаю в 2,95 рази перевищував затрати енергії на виробництво і застосування унесеної кількості добрив. При збільшенні норми добрив і витрат енергії на їх застосування удвічі вміст енергії в прирості врожаю зріс лише в 1,8 рази. Коефіцієнт енергетичної ефективності добрив в цьому варіанті зменшився порівняно з попереднім на 8%. При збільшенні норми та енерговитрат на добрива в чотири рази уміст енергії в прирості врожаю зріс лише в 2,4 рази. Коефіцієнт енергетичної ефективності при цьому зменшився на 40% і становив 1,78 одиниць. Окупність 1 кг д. р. добрив у цьому варіанті становила 4,2 кг зерна кукурудзи, що на 2,8 кг менше, ніж за унесення N₅₀P₅₀K₅₀. Отже, за унесення під кукурудзу на зерно мінеральних добрив по 50 і по 100 кг/га азоту, фосфору і калію енергетична ефективність значно вища, порівняно з нормою N₂₀₀P₂₀₀K₂₀₀.

В цілому ж енергетична ефективність мінеральних добрив, унесених безпосередньо під пшеницю озиму, буряки цукрові і кукурудзу на зерно, досить висока, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності значно перевищував

одиницю, що свідчить про енергоощадність досліджуваної технології вирощування сільськогосподарських культур. Норми добрив під кожен з цих культур доцільно застосовувати такі, за яких можна отримати найбільшу енерговіддачу при оптимальних витратах, забезпечивши дотримання пріоритетної політики енергозбереження в аграрному виробництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Минеев В.Г. Агрохимия [2-е издание, переработанное и дополненное] / В.Г. Минеев. – М. : Изд. «Колос», 2004. – 719 с.
2. Скрильник Є.В. Енергетична і економічна оцінка технологічних процесів виробництва та застосування органо-мінеральних добрив / Є.В. Скрильник, А.О. Федоров // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вип. 61. – К. : Аграрна наука. – 2001. – С. 101–107.
3. Жученко А.А. Энергетический анализ в сельском хозяйстве / А.А. Жученко, В.Н. Афанасьев. – Кишинев, 1988. – 128 с.
4. Геркіял О.М. Агрохімія : навчальний посібник / О.М. Геркіял, Г.М. Господаренко, Ю.В. Коларьков. – Умань, 2008. – 300 с.
5. Козлов М.В. Агрохімічне забезпечення високопродуктивних технологій вирощування зернових культур / М.В. Козлов, А.А. Плішко. – К. : Урожай, 1991. – 232 с.
6. Биологические основы сельского хозяйства / [Ващенко И.М., Лошаков В.Г., Ягодин Б.А. и др. Под ред. И.М.Ващенко]. – М. : Академия, 2004. – 544 с.

Коэффициент энергетической эффективности удобрений, внесенных под озимую пшеницу в норме $N_{45}P_{45}K_{45}$, составил 3,6 единицы. При увеличении норм удобрений коэффициент снижался. Аналогичная закономерность установлена при удобрении кукурузы на зерно. При удобрении свеклы наивысший коэффициент был в варианте с нормой $N_{135}P_{135}K_{135}$ на фоне насыщенности питательными веществами 270 кг/га.

The coefficient of the energy efficiency of fertilizers made for winter wheat in normal $N_{45}P_{45}K_{45}$ was 3.6 units. With increasing fertilizer norms coefficient decreased. A similar pattern is established at fertilization of corn for grain. When fertilizer beet highest rate was in the version with the norm $N_{135}P_{135}K_{135}$ against saturation of nutrients 270 kg/ha.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, нормы удобрений, насыщенность питательными веществами, севооборот.

Key words: energy efficiency, standards of fertilizer, the saturation of nutrients, crop rotation.