

УДК [631.15.003.12:658.27.04.18]:631.5

В.О. Казаков, І.В. Казакова

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІКО-ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ  
ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У РЕСУРСООЩАДНИХ  
ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

*Розглянуто вплив мінеральних добрив на результати аналізу економічної і енергетичної ефективності ресурсозберігаючих технологій вирощування зернових культур.*

*Ключові слова: мінеральні добрива, економічна і енергетична ефективності, ресурси зберігаючі технології, зернові культури.*

**Постановка проблеми.** За даними досліджень, одним з найвагоміших факторів підвищення врожайності є мінеральні добрива [1, 2, 3]. Але оцінка начебто ефективних агрозаходів і їх впливу на кінцеві результати може бути помилковою. Енергетичний аналіз допомагає виявляти допущені в досліджах і висновках помилки. У зв'язку із цим є важливим дослідження питання впливу мінеральних добрив на врожайність у межах економіко-енергетичного аналізу.

**Аналіз останніх досліджень.** Аналізуючи вклад азоту, фосфору і калію у формуванні приросту врожайності, можна відмітити провідну роль азоту. На його частку припадає 41 – 48 % надбавки зернових культур, на частку фосфору – 29,30 % і калію 18 – 27 % [3]. У працях Г. Одума, Е. Одума [4] зазначено, що при нинішньому рівні сільськогосподарського виробництва для подвоєння врожайності зернових потрібно в 10 разів збільшити витрати на добрива, пестициди і техніку. У США в період з 1945 до 1970 рр. під час зростання врожайності кукурудзи у 2,4 раза витрати азотних добрив на одиницю площі збільшились у 16 разів. Ці дані свідчать, що кожний додатковий центнер зерна потребує все більшого внесення в ґрунт непоновлюваної енергії, причому це внесення має межу. Перехід її призводить до зменшення врожаю та коефіцієнта енергетичної ефективності [5].

**Метою дослідження** є визначення економіко-енергетичної ефективності застосування мінеральних добрив у ресурсощадних технологіях вирощування пшениці озимої, ячменю ярого та кукурудзи на зерно.

**Виклад основного матеріалу.** Розрахунки проводилися на базі технологічних карт сучасних технологій вирощування зернових культур різного ресурсного забезпечення, а саме інтенсивної, ресурсощадної і адаптивної технологій вирощування пшениці озимої, ячменю ярого та кукурудзи на зерно в умовах Лісостепу України, обґрунтованих і розроблених колективом учених ХНАУ ім. В.В. Докучаєва в співавторстві з фахівцями інших установ [6].

У розрахунках енергетичної ефективності технології вирощування всі види трудових і виробничих витрат виражаються в енергетичних одиницях – МДж. Критерієм оцінки технології вирощування культури є коефіцієнт енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ ) — співвідношення кількості непоновлюваної енергії, яка міститься у вирощеній продукції, з кількістю непоновлюваної енергії, витраченої на формування врожаю [5].

За досліджуваними технологіями навантаження на 1 га при вирощуванні пшениці озимої становить 15,9–22,8 ГДж, ячменю ярого – 12,7–18,4 ГДж, кукурудзи на зерно – 9,5–17,8 ГДж. Результати коливаються в межах від відносно оптимальних (до 15 ГДж, адаптивні технології ячменю ярого і кукурудзи на зерно) до допустимих

(15 – 30 ГДж/га, всі технології вирощування пшениці озимої та ресурсоощадні й інтенсивні технології вирощування ячменю і кукурудзи на зерно).

Дослідження показали, що виробництво пшениці озимої, ячменю ярого та кукурудзи на зерно за запропонованими технологіями є і економічно, і енергетично доцільними (табл.1).

### 1. Результати економіко-енергетичного аналізу ресурсоощадних технологій вирощування зернових культур

Технології	Витрати енергії за елементами технологій, МДж/га						Усього енерговитрат, МДж/га	$K_{ee}$	Усього матеріальних витрат на 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
	техніка	паливо	добрива	насіння	ЗЗР	праця				
Пшениця озима										
Адаптивна	2364,04	2602,62	3890,54	6514,91	21,59	564,19	15957,90	2,78	2108,06	38,94
Ресурсоощадна	2784,35	2942,03	7111,13	6514,91	285,19	592,84	20230,45	3,01	2604,83	55,76
Інтенсивна	3348,79	3477,38	8252,39	6514,91	467,69	704,97	22766,15	3,32	3410,37	59,30
Ячмінь ярий										
Адаптивна	1931,17	2198,65	1615,50	6514,91	21,59	424,66	12706,48	3,63	2080,88	4,20
Ресурсоощадна	2239,84	2604,13	3753,84	6514,91	274,65	506,73	15894,09	3,62	2446,67	12,47
Інтенсивна	2611,83	2982,79	5477,04	6514,91	259,65	572,85	18419,08	4,02	2998,48	18,45
Кукурудза на зерно										
Адаптивна	2272,94	3638,50	1723,20	1226,02	0,00	627,04	9487,69	5,58	2201,92	18,70
Ресурсоощадна	2613,48	3383,45	3743,40	681,12	216,15	650,68	11288,28	6,30	2905,09	27,23
Інтенсивна	3068,44	3698,60	8923,44	681,12	690,63	711,16	17773,39	5,11	3270,68	44,66

Коефіцієнт рентабельності вирощування пшениці озимої коливався від 38,94 до 59,3 %, ярого ячменю – від 4,2 до 18,45 %, кукурудзи на зерно – від 18,7 до 44,66 %. Прямо пропорційне зростання рівня рентабельності інтенсифікації технології та врожайності культур підтвердило, що останній показник є одним з найважливіших критеріїв сільського господарства, який визначає економічну доцільність їх вирощування.

Коефіцієнт енергетичної ефективності пшениці озимої становив 2,78 за адаптивною, 3,01 – за ресурсоощадною та 3,32 – за інтенсивною технологіями вирощування; ячменю ярого – 3,63; 3,62; 4,02; кукурудзи на зерно – 5,58; 6,3; 5,11 відповідно. Коефіцієнт енергетичної ефективності є достатньо високим. В усіх варіантах він перевищує одиницю, що свідчить про ресурсоощадність технологій.

Коефіцієнт енергетичної ефективності не завжди зростав пропорційно до рівня рентабельності. Пошуки причин цього дисбалансу привели до виявлення значного впливу мінеральних добрив на рівень енергетичної ефективності.

Питома вага мінеральних добрив у структурі витрат собівартості вирощування становить від 8,99 % за адаптивною технологією до 31,95 % за інтенсивною. Питома вага мінеральних добрив у витратах сукупної енергії за технологіями вирощування озимої пшениці становить від 25 % (адаптивна технологія) до 36 % (інтенсивна технологія).

Найсуттєвіша зміна у структурі енергетичних витрат, як свідчать дані рисунка, відбувається за такими елементами, як добрива і насіння. Необхідно зазначити, що

насіння в енергетичному еквіваленті в усіх трьох технологіях становить 6572,81 МДж на 1 га посіву, тому зниження їх частки зумовлено зростанням сукупних енергетичних витрат.

Згідно з технологічними картами вирощування озимої пшениці за умов ресурсоощадної технології приріст урожайності становить 10 ц/га порівняно з адаптивною технологією і 13 ц/га за умов інтенсивної технології порівняно з ресурсоощадною.

Для досягнення врожайності 37 ц/га і 50 ц/га використовувалося внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  кг д. р. додатково у першому випадку і  $N_{11}P_{11}K_{11}$  кг д. р. – у другому.

Відповідно до балансово-розрахункового методу розрахунку доз добрив на запланованих урожай для отримання таких результатів необхідно було додаткове внесення  $N_{64}P_{73}K_{52}$  для досягнення 37 ц/га і  $N_{83}P_{95}K_{68}$  кг д. р. для досягнення 50 ц/га (табл. 2).

Згідно з висновками попередніх досліджень, запропонована в технологічних картах система застосування добрив за інших однакових умов могла привести до таких результатів:

1. При застосуванні у ресурсоощадній технології вирощування пшениці озимої добрив суперагро – 200 кг/га, гранульований суперфосфат – 60 кг/га, аміачна селітра – 120 кг/га, або  $N_{73}P_{42}K_{30}$  кг д. р. (що на  $N_{30}P_{30}K_{30}$  кг д. р. більше, ніж за адаптивною технологією), приріст урожайності міг становити 4,1 ц/га, а урожайність, відповідно, – 31,1 ц/га.

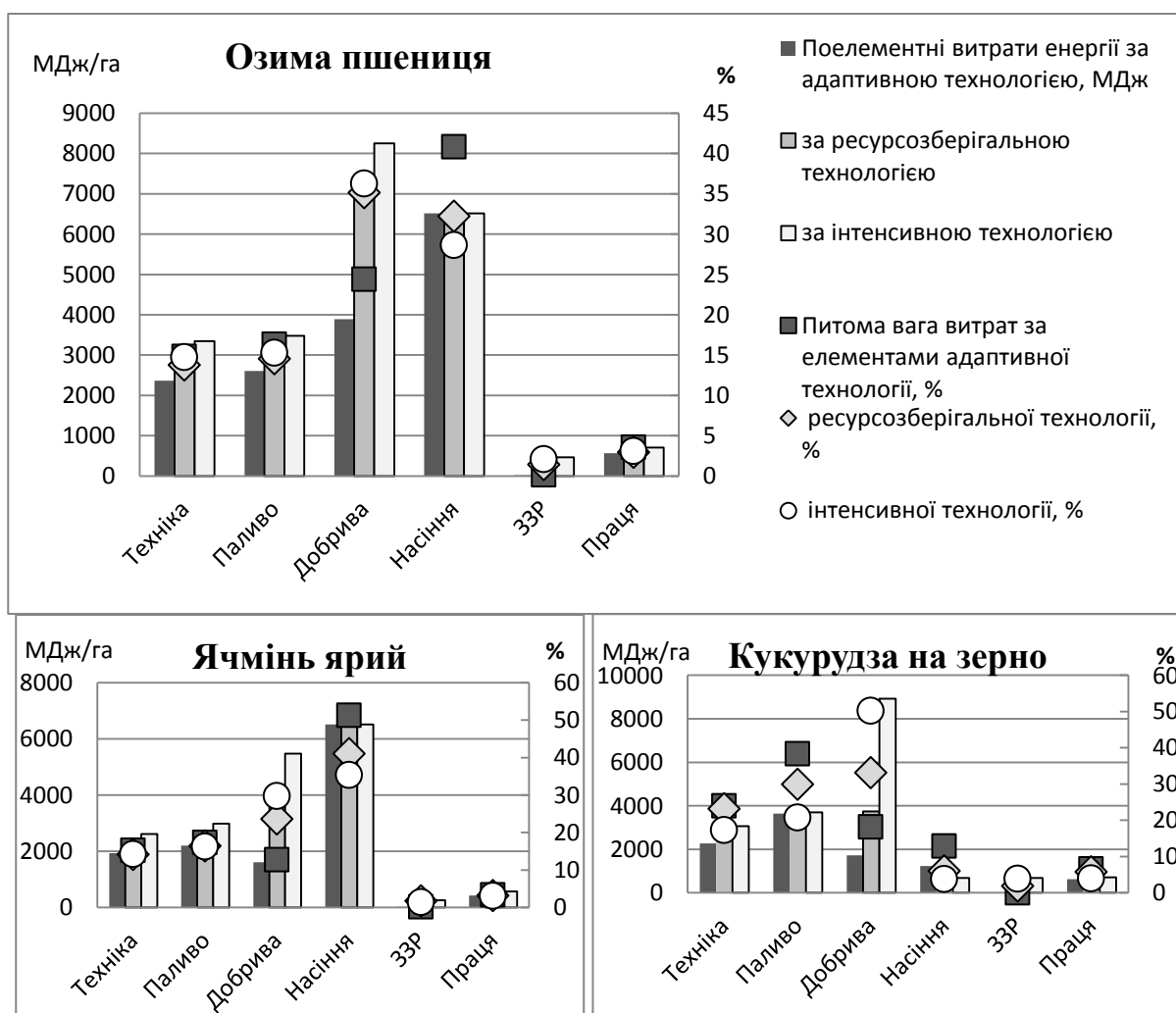


Рис. Динаміка росту енергетичних витрат та їх питомої ваги за елементами технологій вирощування зернових культур

2. При застосуванні в інтенсивній технології вирощування пшениці озимої добрив суперагро – 270 кг/га, гранульований суперфосфат – 60 кг/га, аміачна селітра – 120 кг/га, або  $N_{84}P_{53}K_{41}$  кг д. р. (що на  $N_{10,5}P_{10,5}K_{10,5}$  кг д. р. більше, ніж за ресурсоощадною технологією), приріст урожайності міг становити 1,4 ц/га, а урожайність, відповідно, – 38,4 ц/га.

Необхідні розрахунки було проведено за технологічними картами вирощування ячменю ярого і кукурудзи на зерно (табл. 2)

1. При застосуванні у ресурсоощадній технології вирощування ячменю ярого добрив нітроамофоска – 200 кг/га, гранульований суперфосфат – 60 кг/га, або  $N_{33,8}P_{44}K_{32}$  кг д. р. (що на  $N_{18,8}P_{29}K_{17}$  кг д. р. більше, ніж за адаптивною технологією), приріст урожайності міг становити 3,3 ц/га, а врожайність, відповідно, – 31,3 ц/га.

2. При застосуванні в інтенсивній технології вирощування ячменю ярого добрив нітроамофоска – 300 кг/га, гранульований суперфосфат – 60 кг/га, або  $N_{49,8}P_{60}K_{48}$  кг д. р. (що на  $N_{16}P_{16}K_{16}$  кг д. р. більше, ніж за ресурсоощадною технологією), приріст урожайності міг становити 2,9 ц/га, а урожайність, відповідно, – 37,9 ц/га.

1. При застосуванні у ресурсозберігальній технології вирощування кукурудзи на зерно добрив суперагро – 200 кг/га, гранульований суперфосфат – 100 кг/га, або  $N_{33}P_{50}K_{30}$  кг д.р. (що на  $N_{17}P_{34}K_{14}$  кг д. р. більше, ніж за адаптивною технологією), приріст урожайності міг становити 2,3 ц/га, а врожайність, відповідно – 37,3 ц/га.

2. При застосуванні в інтенсивній технології вирощування кукурудзи на зерно добрив нітроамофоска – 500 кг/га, гранульований суперфосфат – 60 кг/га, або  $N_{81,8}P_{92}K_{80}$  кг д.р. (що на  $N_{48,8}P_{42}K_{50}$  кг д. р. більше, ніж за адаптивною технологією), приріст урожайності міг становити 8,1 ц/га, а врожайність, відповідно, – 55,1 ц/га.

Збільшення кількості внесених мінеральних добрив призвело б до збільшення питомої ваги енергетичних витрат за мінеральними добривами і загального зростання енергоємності технологій, а також збільшення грошових витрат за статтею "мінеральні добрива", що, у свою чергу, вплинуло на рівні енергетичної та економічної ефективності.

## 2. Результати застосування балансово-розрахункового методу розрахунку доз добрив на запланований урожай

Ресурсоощадна технологія									Інтенсивна технологія								
пшениця озима			ячмінь ярий			кукурудза на зерно			пшениця озима			ячмінь ярий			кукурудза на зерно		
Фактична врожайність за технологічними картами, ц/га																	
37			35			47			50			45			60		
Приріст урожайності, за технологічними картами, ц/га																	
10			7			12			13			10			13		
Норма добрив, що забезпечують запланований приріст, кг д.р.																	
N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
64	73	52	38	39	36	72	60	72	83	95	68	54	55	52	78	65	78
Додатково внесено за технологічними картами, кг д.р.																	
30	30	30	19	29	17	17	34	14	11	11	11	16	16	16	49	42	50
Розрахований приріст за внесеними дозами добрив, ц/га																	
4,1			3,3			2,3			1,4			2,9			8,1		
Розрахована врожайність, ц/га																	
31,1			31,3			37,3			38,4			37,9			55,1		
Різниця між розрахованою і фактичною врожайністю, ц/га																	
-5,9			-3,7			-9,7			-11,6			-7,1			-4,9		

Азотні добрива, у зв'язку з великими енерговитратами на їх виробництво, мають меншу енергетичну ефективність, ніж фосфорні та калійні [5, 7]. Але в тих випадках, коли за рахунок азотних добрив формується більша частина приросту врожайності, їх енергетична ефективність досить висока [8].

Енергетична ефективність дії добрив зростає, якщо під їх впливом поліпшуються агрохімічні показники ґрунту та підвищується приріст урожайності, і зменшується, якщо агрохімічні показники погіршуються [9].

**Висновки.** Під час здійснення сільгосп підприємствами пошуку найефективніших систем землеробства, технологій вирощування культур важливим питанням є насиченість сівозмін добривами. Встановлення агрономічної та економічної доцільності рівня застосування добрив, що забезпечує отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур при одночасному покращенні якості продукції та підвищенні родючості ґрунту, отримує велике значення.

Використання економічного та енергетичного аналізів ефективності не завжди дають однозначні результати. Дослідження показали, що застосування енергетичного аналізу може різко змінювати висновки про економічну ефективність. Тому необхідно навчитися використовувати можливості, які пропонують обидва види досліджень, порівнюючи результати енергетичного аналізу з більш звичайними методиками у пошуках компромісу між короткостроковим матеріальним прибутком і екологічним ефектом у довгостроковій перспективі.

**Бібліографічний список:** 1. Пастухов В. Техніка і біопотенціал сільськогосподарських культур / В. Пастухов, Ю. Ковтун // Пропозиція. – 2004. – №10. – С.94-96. 2. Христус Т.О. Земельні ресурси та підвищення ефективності їх використання в господарствах адміністративного району Миколаївської області / Т.О. Христус, Л.М. Вершиніна // Екон. простір. – 2009. – №28. 3. Чумаченко И.Н. Оценка энергетической эффективности минеральных удобрений / И.Н. Чумаченко, В.А. Прошкин // Агротехн. вестн. химии в сельском хозяйстве. – 1997. – №6. – С.11-16. 4. Одум Г. Энергетический базис человека и природы / Г. Одум, Э. Одум. – М.: Прогресс, 1978. – 380 с. 5. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О.К. Медведовський, П.І. Іваненко. – К.: Урожай, – 1989. – 206 с. 6. Технології і витрати на вирощування польових сільськогосподарських культур в умовах Лісостепу України: посібник / В.К. Пузік, А.М. Свиридов, О.В. Олійник та ін.; за ред. В.К. Пузіка/ Харк. нац. аграр. ун-т. – Х.: ХНАУ, 2010. – 213 с. 7. Держивин Л.М. Энергетическая эффективность применения минеральных удобрений / Л.М. Держивин // Весн.с.-х. науки. – 1984. – №2. – С.44-48. 8. Биотехнология. Принципы и применения / под ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М.: Мир, 1988. – 479с. 9. Казаков В.О. Окремі методичні аспекти визначення енергетичної ефективності добрив / В.О. Казаков // Вісн. ХДАУ. – Х.: ХДАУ, 1998. – №2. – С.152-159.

*В.А. Казаков, І.В. Казакова*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

*Рассмотрено влияние минеральных удобрений на результаты анализа экономической и энергетической эффективности ресурсосберегающих технологий выращивания зерновых культур.*

*Ключевые слова: минеральные удобрения, экономическая и энергетическая эффективность, ресурсы сберегающие технологии, зерновые культуры.*

*V.A. Kazakov, I.V. Kazakova*

**DEFINITIONS OF ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF MINERAL FERTILIZERS IN RESOURCE-CONSERVING TECHNOLOGIES FOR GROWING CROPS**

*Consider the influence of fertilizers on the analysis results of economic and energy efficiency resource-conserving technologies for growing crops.*

*Keywords: mineral fertilizers, economic and power to efficiency, resources are saving technologies, grain-crops.*