

## ЕНЕРГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

**Шевченко М. С.<sup>1</sup>, Шевченко О. М.<sup>1</sup>, Кулик А. О.<sup>1</sup>, Швець Н. В.<sup>1</sup>, Шевченко С. М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна

<sup>2</sup> Дніпровський державний аграрно-економічний університет, вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49027, Україна

Наведено результати економічного і енергетичного аналізу ефективності 5-пільної сівозміни, основного обробітку ґрунту і мінеральних добрив. Показано динаміку рентабельності, собівартості, прибутковості та енергетичного балансу в системах різної інтенсивності і продуктивності.

Доведено, що в сучасному землеробстві енергетична оцінка витрачених і надбаних ресурсів відкриває можливості формувати об'єктивне уявлення про значення і цінність кожного агроприйоми та корегувати грошово-матеріальні витрати на виробництво зерна. З точки зору енергосиченості агротехнологій головною роль відіграють паливо і мінеральні добрива, які становлять в структурі енергетичних витрат до 60 %. Проте вирішальним фактором енергетичної ефективності залишається рівень урожайності зерна і накопичений в ньому енергетичний потенціал. Перспективним напрямком досліджень в агроценотичному балансі є контролювання відчуження і повернення енергетичного субстрату в ґрунт.

**Ключові слова:** сівозміна, обробіток ґрунту, добрива, культура, зерно, рентабельність, прибуток, енергетичний коефіцієнт, землеробство.

Свого часу економічна оцінка прийомів землеробства за своїм призначенням переважно відображала господарські показники виробництва [1–4]. В період значного посилення руйнівної дії технологічних засобів і прийомів суттєвого значення набув економіко-енергетичний аналіз, який став відігравати визначальну роль у формуванні еколого-економічного балансу в агросистемах, особливо з огляду на такий об'єкт, як сівозміна [5–9].

Значний вплив технобіогенних систем на сільськогосподарське виробництво все частіше супроводжується суперечками між

зростанням виробничих витрат і збереженням родючості ґрунтів, рівнем урожайності польових культур і окупністю вкладень, скороченням енергетичних витрат в землеробстві і ступенем фітосанітарної небезпеки, насиченням структури посівних площ технологічно та біологічно однорідними культурами і збитковою динамікою поживних речовин.

**Мета дослідження** – з'ясувати динаміку економічних показників виробництва зернових культур в короткотраційній сівозміні та провести оцінку впливу факторів землеробства на родючість ґрунту і енергетичний баланс в агросистемах. При цьому аналі-

### Інформація про авторів:

**Шевченко Михайло Семенович**, доктор с.-г. наук, професор, завідувач відділу землеробства, e-mail: inst\_zerna@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6779-0292>

**Шевченко Олександр Михайлович**, канд. с.-г. наук, провідний науковий співробітник лаб. сівозмін та природоохоронних систем обробітку ґрунту, e-mail: inst\_zerna@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-2743-7988>

**Кулик Алла Олексіївна**, головний фахівець лабораторії економіки, e-mail: alla\_kulik@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8366-2397>

**Швець Наталія Володимирівна**, головний фахівець лабораторії координації наукових досліджень і інтелектуальної власності, e-mail: inst\_zerna@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3113-7689>

**Шевченко Сергій Михайлович**, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри загального землеробства і ґрунтознавства, e-mail: pik40@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-1666-3672>

зу підлягали найбільш важливі агротехнологічні фактори, такі як обробіток ґрунту, чергування культур в сівозміні, застосування органо-мінеральних добрив та реакція сільськогосподарських культур на кліматичні зміни.

#### **Матеріали та методи дослідження.**

Економічний аналіз ефективності виробництва продукції сільськогосподарських культур базувався на експериментальних польових даних, одержаних в 2017–2018 рр. у стаціонарних дослідках на базі Державного підприємства «Дослідне господарство «Дніпро». В дослідках вивчалась низка агротехнологічних чинників, а саме: попередники, основний обробіток ґрунту, органічні та мінеральні добрива, способи заробки їх в ґрунт і засоби контролювання фітосанітарного стану агроценозів [10]. Всі процеси формування урожаю оцінювались за такими критеріями, як собівартість, прибутковість, рентабельність та біоенергетична ефективність виробництва.

**Результати дослідження.** Для з'ясування закономірностей відображення значення польових культур, агротехнологічних прийомів їх вирощування та ролі мінеральних добрив через економічні показники нами було встановлено напрямки їх змін залежно від комплексу факторів землеробства. Економічний аналіз на основі таких параметрів, як виробничі витрати, собівартість, прибутковість та рентабельність уможливив одержати багатofакторну просторову модель, що відображає залежність між генетичним потенціалом культур, інтенсивністю основного обробітку ґрунту і застосуванням мінеральних добрив.

Про значний вплив факторів, що вивчалися в стаціонарному досліді, свідчать відмінності рівня рентабельності виробництва між діаметрально протилежними комбінаціями систем землеробства: горох (No-till –  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ) (-8,9 % рентабельність мінімальна); соняшник (безполицевий – без добрив) – (245,5 % рентабельність максимальна).

З економічної точки зору переконливі аргументи були на боці таких культур, як соняшник, озима пшениця, кукурудза на зерно, рентабельність виробництва яких залежно від способів основного обробітку ґрунту та мінеральних добрив варіювала у межах

126,2–245,5; 123,7–202,8; 110,9–165,2 % відповідно (табл. 1).

Ярі ранні зернові і зернобобові культури суттєво поступалися групі озимих і пізніх форм, оскільки відзначались нижчою урожайністю.

Існуюча різниця в біологічному потенціалі культур 5-пільної сівозміни посилювалась тим, що критичні фази розвитку ранніх форм (кущення – початок формування зерна) припадали на посушливий період, а пізніх, коли відмічалась максимальна витрати вологи рослинами, – на період з достатньою вологозабезпеченістю.

Як свідчать результати економічного аналізу проведених досліджень, простежується чітка тенденція до зниження рентабельності виробництва зерна при внесенні мінеральних добрив на фоні сучасної родючості ґрунту порівняно з неудобреним фоном. В даному випадку має місце еколого-економічна дилема: чи відмовитися від мінеральних добрив, оскільки вони не окупаються приростом урожаю, чи все-таки їх застосувати, зберігаючи при цьому родючість ґрунту і його еволюційну відновлюваність?

Зниження показників рентабельності при внесенні мінеральних добрив простежується по всій вертикалі багатofакторної схеми дослідів. Оскільки внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$  супроводжувалось підвищенням виробничих витрат в технологічному циклі вирощування культур сівозміни на 2378 (горох) і 2552 (зернова кукурудза) грн/га, показники рентабельності в даному випадку відразу знизились відповідно з 35,7 до 20,7 % (горох) та з 164,4 до 141,1 % (кукурудза).

Поряд з тим, що окупність культур і технологій їх вирощування знижувалась при застосуванні мінеральних добрив, показники рентабельності найбільш економічно вигідних культур (соняшник, озима пшениця, кукурудза на зерно) підтримувались на високому рівні – 110,9–183,8 %.

Аналіз економічних показників показав, що очевидні переваги має внесення 45 кг д. р. азоту, фосфору і калію, що забезпечує одержання значно вищого прибутку в розрахунку на 1 га посіву. Так, наприклад, при вирощуванні пшениці озимої на фоні полицевої оранки за внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$  прибуток збільшувався з 13158 до 13732 грн/га,

1. Економічна ефективність обробітку ґрунту в сівозміні на фоні різних систем добрив (2017 р.)

Технологічні системи		Урожайність, т/га	Виробничі витрати на 1 га, грн		Собівартість 1 т зерна, грн	Витрати пального обробіток в розрахунку на 1 га		Одержано умовного прибутку з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
добрива	обробіток ґрунту		всього	в т. ч. на основний обробіток		л	грн		
Горох									
Без добрив	Полицева	2,21	7870	976	3561	26,3	690	2812	35,7
	Ґрунтозахисна безполицева	1,94	7545	719	3889	18,3	480	1831	24,3
	No-till	1,73	7945	-	4593	-	-	437	5,2
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	2,56	10248	976	4003	26,3	690	2125	20,7
	Ґрунтозахисна безполицева	2,19	9867	719	4506	18,3	480	718	7,3
	No-till	1,93	10239	-	5305	-	-	-911	-8,9
Пшениця озима									
Без добрив	Полицева	4,10	6488	976	1582	26,3	690	13158	202,8
	Ґрунтозахисна безполицева	3,98	6175	719	1552	18,3	480	12398	200,8
	No-till	3,76	6544	-	1740	-	-	10689	163,3
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	4,60	8884	976	1931	26,3	690	13732	154,6
	Ґрунтозахисна безполицева	4,35	8516	719	1958	18,3	480	12872	151,2
	No-till	3,97	8725	-	2198	-	-	10794	123,7
Соняшник									
Без добрив	Полицева	2,38	5918	1022	2487	27,9	732	14510	245,2
	Ґрунтозахисна безполицева	2,19	5441	681	2485	17,3	454	13356	245,5
	No-till	1,92	5984	-	3117	-	-	10496	175,4
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	2,76	8348	1022	3025	27,9	732	15342	183,8
	Ґрунтозахисна безполицева	2,43	7779	681	3201	17,3	454	13078	168,1
	No-till	2,20	8348	-	3795	-	-	10535	126,2
Ячмінь ярий									
Без добрив	Полицева	2,50	5535	807	2214	21,9	574	6861	124,0
	Ґрунтозахисна безполицева	2,28	5408	719	2372	18,3	480	5897	109,0
	No-till	1,99	5793	-	2911	-	-	4074	70,3
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	2,75	7848	807	2854	21,9	574	5787	73,7
	Ґрунтозахисна безполицева	2,53	7722	719	3052	18,3	480	4823	62,5
	No-till	2,22	8096	-	3647	-	-	2911	36,0
Кукурудза на зерно									
Без добрив	Полицева	5,25	8025	1022	1529	27,9	732	13194	164,4
	Ґрунтозахисна безполицева	4,82	7345	681	1524	17,3	454	12136	165,2
	No-till	4,41	7757	-	1759	-	-	10067	129,8
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	6,31	10577	1022	1676	27,9	732	14926	141,1
	Ґрунтозахисна безполицева	5,88	9897	681	1683	17,3	454	13868	140,1
	No-till	5,36	10270	-	1916	-	-	11393	110,9

а кукурудзи – з 13194 до 14926 грн/га відповідно.

Складні компенсаційні процеси в економічному спектрі спостерігаються при мінімізації основного обробітку ґрунту внаслідок переміщення витратного механізму з площини інтенсивності механічного обробітку в проблему захисту рослин, в першу чергу – від бур'янів.

Якщо розглядати основний обробіток ґрунту окремо від повного технологічного циклу, то заміна глибокого полицевого обробітку на ґрунтозахисний безполицевий зумовлює зниження виробничих витрат з 1022 до 681 грн/га, а система No-till звичайно повністю виключає розпушування ґрунту і вкладання коштів в цю операцію.

В той же час за рахунок додаткових елементів технології з внесення гербіцидів загальновинищувальної дії в пожнивний період різниця між виробничими витратами на повний технологічний комплекс та оранкою і системою No-till суттєво нівелювалась. Наприклад, якщо при вирощуванні кукурудзи виробничі витрати на оранку перевищували систему No-till на 1022 грн/га, то за повного комплексу технологічних операцій і засобів вони зменшувались до 268 грн/га.

Незважаючи на те, що мінімізація обробітку ґрунту зумовлювала зниження виробничих витрат, цього виявилось недостатньо для того, щоб ефективно впливати на рентабельність. У контексті комплексу економічних показників "урожайність культур – рентабельність" вирішальну роль відіграє обробіток ґрунту в сівозміні. У результаті при мінімізації обробітку ґрунту рівень рентабельності також знижується: озимої пшениці з 202,8 (оранка) до 200,8 % (безполицевий обробіток) та 163,3 % (No-till). Більш показове зниження рентабельності у варіантах з мінімальним обробітком при внесенні мінеральних добрив, що свідчить про зниження їх фізичної окупності за поверхневого розміщення в орному шарі ґрунту.

Зростання економічної ефективності способів основного обробітку і добрив в сівозміні не завжди співпадає з екологічними проблемами збереження ґрунтів та скорочення енергетичних витрат на виробництво. Завдяки високій зерновій продуктивності і ринковій цінності зерна найбільш рентабе-

льними виявились такі культури, як пшениця озима, кукурудза на зерно і соняшник 165,2–245,5 %.

Оцінка економічної ефективності способів основного обробітку ґрунту і застосування мінеральних добрив свідчить про суттєвий вплив цих технологічних факторів на базові економічні показники. Внаслідок позитивного впливу оранки на урожайність культур сівозміни цей спосіб обробітку ґрунту зумовив найвищу рентабельність виробництва в діапазоні культур – 20,7–245,2 %. Внесення мінеральних добрив супроводжувалось збільшенням урожайності зернових культур та підвищенням прибутковості одержаної продукції.

Серед основних параметрів оцінки ефективності систем землеробства, таких як економічна, господарська, екологічна, аналіз розподілу енергетичних компонентів у виробничому балансі найбільш об'єктивно відображає всі біологічні та фізичні процеси. Якщо економічні показники повністю залежать від ринкової кон'юнктури цін, суспільної значущості продукту і рівня його споживання, то енергетичні – фіксують виключно природний стан агробіоценозу та спрямованість енергетичної наповненості об'єктів.

На основі енергетичної ідентифікації всіх технологічних прийомів вирощування культур сівозміни і матеріальних ресурсів, таких як паливно-мастильні матеріали, добрива, пестициди, вдалося одержати широку наглядну картину щодо структури енергетичних витрат і регулювання накопиченої в продукції сукупної енергії (табл. 2).

При цьому важливо оцінити такі енергетичні показники як сукупні затрати, енергомісткість продукції, коефіцієнт окупності витрат акумульованою енергією та її приріст.

Вирішальним фактором в енергетичному обміні в агросистемі є урожайність культур сівозміни, яка за накопиченою енергією завжди перевищує енергетичні витрати, пов'язані з технологічним забезпеченням виробничих процесів.

Якщо технологічні витрати сукупної енергії залежно від культури, способів основного обробітку ґрунту і застосування мінеральних добрив коливаються в межах 5,9–13,3 ГДж, то накопичена фотосинтетична

**2. Енергетична ефективність систем обробітку ґрунту в сівозміні на фоні різних систем добрив (2017 р.)**

Технологічні системи		Урожайність, т/га	Затрати сукупної енергії на 1 га, МДж	Енергоємність 1 т зерна, МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Приріст валової енергії на 1 га, ГДж
добрива	обробіток ґрунту					
<b>Горох</b>						
Без добрив	Полицева	2,21	10601	4797	3,69	28,49
	Ґрунтозахисна безполицева	1,94	9904	5105	3,47	24,42
	No-till	1,73	9293	5372	3,29	21,31
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	2,56	13251	5176	3,42	32,04
	Ґрунтозахисна безполицева	2,19	12458	5689	3,11	26,28
	No-till	1,93	11801	6114	2,89	22,34
<b>Пшениця озима</b>						
Без добрив	Полицева	4,10	9871	2408	6,83	57,58
	Ґрунтозахисна безполицева	3,98	9315	2340	7,03	56,16
	No-till	3,76	8729	2322	7,09	53,13
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	4,60	12588	2736	6,01	63,09
	Ґрунтозахисна безполицева	4,35	11941	2745	5,99	59,62
	No-till	3,97	11099	2796	5,88	54,21
<b>Соняшник</b>						
Без добрив	Полицева	2,38	6916	2906	6,14	35,52
	Ґрунтозахисна безполицева	2,19	6208	2835	6,29	32,84
	No-till	1,92	5577	2905	6,14	28,66
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	2,76	9702	3515	5,07	39,51
	Ґрунтозахисна безполицева	2,43	8821	3630	4,91	34,51
	No-till	2,20	8239	3745	4,76	30,99
<b>Ячмінь ярий</b>						
Без добрив	Полицева	2,50	8232	3293	5,00	32,90
	Ґрунтозахисна безполицева	2,28	8028	3521	4,67	29,48
	No-till	1,99	7396	3717	4,43	25,34
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	2,75	10761	3913	4,20	34,48
	Ґрунтозахисна безполицева	2,53	10556	4172	3,94	31,07
	No-till	2,22	9908	4463	3,69	26,61
<b>Кукурудза на зерно</b>						
Без добрив	Полицева	5,25	7552	1438	11,12	76,43
	Ґрунтозахисна безполицева	4,82	6520	1353	11,83	70,58
	No-till	4,41	5854	1327	12,05	64,69
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	Полицева	6,31	10494	1663	9,62	90,44
	Ґрунтозахисна безполицева	5,88	9462	1609	9,94	84,59
	No-till	5,36	8732	1629	9,82	77,01

енергія в урожаї перевищує ці показники в 3,0–12,1 раза (коефіцієнт енергетичної ефективності).

Тобто можна переконливо говорити про те, що енергетична складова агроценозу, або накопичена біомаса основної продукції сіль-

ськогосподарських культур являє собою додатковий енергоресурс для використання в практичній діяльності людини при дотриманні екологічних нормативів в агробіоценозах.

Одним з найбільш енергомістких чинників в технологіях вирощування сільськогосподарських культур є застосування мінеральних добрив. Так, при вирощуванні озимої пшениці внесення  $N_{45}P_{45}K_{45}$  супроводжувалося зростанням енерговитрат майже на третину – з 9,9 до 12,6 ГДж/га.

Зменшення витрат енергії, закладеної в засоби виробництва, можна добитися шляхом мінімізації основного обробітку ґрунту – замість оранки запроваджувати чизельний обробіток, або пряму сівбу. При цьому показники технологічних витрат енергії в розрахунку на 1 га знижуються на 0,5–1,2 ГДж.

Для оцінки енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур важливим показником є енергоемність одиниці (т) зернової продукції. Тут поряд з обробітком ґрунту і мінеральними добривами вирішальним фактором є рівень урожайності зерна. Завдяки високій урожайності кукурудзи (4,41–5,25 т/га на неудобреному фоні та 5,36–6,31 т/га на фоні з добривами) енергоемність 1 т зерна була мінімальною і стано-

вила залежно від прийомів вирощування 1,3–1,7 ГДж. Тим часом енергоемність 1 т зерна ячменю ярого набагато вища – 3,3–4,5 ГДж.

Між вихідними показниками урожайності сільськогосподарських культур, енергетичним потенціалом продукції, валовою та сукупною енергією простежується прямий корелятивний зв'язок. Так, приріст сукупної енергії при виробництві зерна кукурудзи досягав максимуму і становив 64,7–90,4 ГДж/га, а при вирощуванні ячменю ярого знижувався до 25,3–34,5 ГДж/га.

Таким чином, в сучасному землеробстві енергетична оцінка витрачених і надбаних ресурсів відкриває можливості формування об'єктивного уявлення про значення і цінність кожного агроприйому та корегування грошових механізмів виробництва зерна. З точки зору енергонасиченості агротехнологій головне місце посідають витрати на паливо і мінеральні добрива, які становлять в структурі енергетичних витрат до 60 %. Проте вирішальним фактором енергетичної ефективності залишається рівень урожайності зерна і накопичений в ньому енергетичний потенціал. Перспективним напрямком досліджень в агроценологічному енергетичному балансі є контролювання відчуження і повернення енергетичного субстрату в ґрунт.

### Використана література

1. Актуальні сівозміни: новий погляд на класику: монографія / Я. М. Гадзало та ін. Дніпро: ТОВ Роял Прінт, 2017. 92 с.
2. Десятник Л. М., Шевченко М. С., Швець Н. В., Хижняк А. А. Системні фактори регулювання зернової продуктивності кукурудзи в різноротаційних сівозмінах степової зони. *Зернові культури*. 2019. № 1. Том 3. С. 37–44.
3. Черенков А. В. та ін. Економіка виробництва зерна в зоні Степу України (з основами організації і технології виробництва): моногр. / за ред. А. В. Черенкова і В. С. Рибки; Ін-т сіл. госп-ва степ. зони НААН України. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2015. 300 с.
4. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / за ред. О. М. Шпичака. Київ: ІАЕ, 2003. 484 с.
5. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке технологий возделывания кукурузы / под общ. ред. С. С. Бакая и Е. И. Базарова. Москва, 1988. 52 с.
6. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в с.-г. виробництві (Економія і бережливість). Київ: Урожай, 1988. 208 с.
7. Жученко А. А. Энергетический анализ в сельском хозяйстве: методологические и методические рекомендации. Кишинев: Штиинца, 1988. 128 с.
8. Тараріко Ю. О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. Київ: Нора-прінт, 2001. 60 с.
9. Компанієць В. О., Желязков О. І., Кулик А. О. Методика енергетичної оцінки ефективності технологій виробництва зерна. *Бюл. ДУ Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України*. 2014. № 6. С. 118–124.
10. Десятник Л. М., Шевченко М. С., Швець Н. В., Шевченко С. М. Ефективність використання добрив у сівозміні залежно від способів основного обробітку ґрунту. *Зернові культури*. 2018. № 2. Т. 2. С. 324–329.

## References

1. Gadzalo, Ya. M., Zaryshniak, A. S., Cherenkov, A. V. and others. (2017). *Aktualni sivozminy: novyi pogliad na klasyku*. [Actual rotations: a new look at classics]. Dnipro: TOV "Royal Print". [in Ukrainian]
2. Desiatnyk, L. M., Shevchenko, M. S., Shvets, N. V., Khyzhniak, A. A. (2019). Systemic factors for regulating corn grain productivity in rotational crop rotation of the steppe zone. *Zernovi kultury* [Grain crops], 1, 3, 37–44. [in Ukrainian]
3. Cherenkov, A. V. et al. (2015). *Ekonomika vyrobnytstva zerna v zoni Stepu Ukrainy (z osnovamy organizatsii i tekhnologii vyrobnytstva)*. [Grain production economic sin the Steppe zone of Ukraine (with basics of production organization and technology)]. Dnipropetrovsk: New ideology. [in Ukrainian]
4. Shpychak, O. M. (2003). *Formuvannia normatyvnykh vytrat i dokhodiv ta balansy silskogospodarskoi produktsii v Ukrayini ta inshykh krainakh svitu* [Formation of regulatory costs and incomes and balances of agricultural products in Ukraine and other countries of the world]. O. M. Shpychak (Ed.). Kyiv: IAE. [in Russian]
5. Bakai, S. S., Bazarov, Ye. I. (1988). *Metodicheskie rekomendatsii po bioenergeticheskoi otsenke tekhnologii vozdelyvaniya kukuruzy* [Guidelines for bioenergy evaluation of maize cultivation technologies] S. S. Bakai, Ye. I. Bazarov (Ed.). Moskva: [in Ukrainian]
6. Medvedovski, O. K., Ivanenko, P. I. (1988). *Energetychni analiz intensyvnnykh tekhnologii v silskogospodarskomu vyrobnytstvi (Ekonomiya i berezhlyvist)* [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production (Savings and thrift)]. Kyiv: Urozhai. [in Ukrainian]
7. Zhuchenko, A. A. *Energetychni analiz v silskomu ospodarstvi: metodologicheskie i metodicheskie rekomendatsii* [Energy analysis in agriculture: methodological and methodological recommendations]. Kishiniev: Shtiintsa. [in Russian]
8. Tarariko, Yu. O. (2001). *Energetyshna otsinka system zemlerobstva i tekhnologii vyroshchuvannia silskogospodarskykh kultur: metodychni rekomendatsii* [Energy Assessment of Agricultural Systems and Crop Technologies: Guidelines]. Kyiv: Nora-Print. [in Ukrainian]
9. Kompaniyets, V. O., Zheliazkov, O. I., Kulyk, A. O. (2014). Methods of energy assessment of the efficiency of grain production technologies. *Buletyn DU Instytut silskogo gospodarstva stepovoi zony NAAN* [Bulletin of SE Institute of agriculture of the Steppe zone of NAAS of Ukraine], 6, 118–124. [in Ukrainian]
10. Desiatnyk, L. M., Shevchenko, M. S., Shvets, N. V., Shevchenko, S. M. (2018). Efficiency of fertilizers in crop rotation depending on the methods of basic tillage. *Zernovi kultury* [Grain crops], 2, 2, 324–329. [in Ukrainian]

УДК 631.5:631.51:631.8

**Шевченко М. С., Шевченко А. М., Кулик А. А., Швець Н. В., Шевченко С. М. Энерго-экономическая эффективность систем земледелия. Зерновые культуры. 2019. Т. 3. № 2. С. 377–384.**  
Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

Приведены результаты экономического и энергетического анализа эффективности 5-польного севооборота, обработки почвы и минеральных удобрений. Показано динамику рентабельности, себестоимости, прибыльности и энергетического баланса в системах различной интенсивности и производительности.

Доказано, что в современном земледелии энергетическая оценка затраченных и приобретенных ресурсов открывает возможность формировать объективное представление о значении и ценности каждого агроприёма и корректировать денежно-материальные затраты на производство зерна. С точки зрения энергонасыщенности агротехнологий определяющие позиции занимают топливо и минеральные удобрения, которые составляют в структуре энергетических затрат до 60 %. Однако, решающим фактором энергетической эффективности остается уровень урожайности зерна и накопленный в нем энергетический потенциал. Перспективным направлением исследований в агроэкономическом балансе является контроль отчуждения и возвращения энергетического субстрата в почву.

**Ключевые слова:** севооборот, обработка почвы, удобрения, культура, зерно, рентабельность, прибыль, энергетический коэффициент, земледелие.

UDC 631.5:631.51:631.8

**Shevchenko M. S., Shevchenko O. M., Kulyk A. O., Shvets N. V., Shevchenko S. M. Energy and economic evaluation of agriculture systems. Grain Crops. 2019. 3 (2). 377–384.**  
SE Institute of Grain Crops of NAAS, 14, Volodymyra Vernadskyogo Str., Dnipro, 49027, Ukraine

The results of economic and energy analysis on the effectiveness of 5-crop rotation, basic tillage and mineral fertilizers are presented. The detailed dynamics of profitability, cost, profitability and energy balance in systems of different intensity and productivity are shown.

Increasing the economic efficiency of basic tillage and fertilization in crop rotation does not always coincide with environmental concerns about soil conservation and reduced energy costs for production. Thanks to high grain productivity and market value of grain products the most cost-effective winter wheat, corn for grain and sunflower (165,2–245,2 %).

Estimation of economic efficiency of the methods of basic tillage and application of mineral fertilizers shows the significant influence of the technological factors on the basic economic indicators. Due to the favorable effect of plowing on crop yields of crop rotation, this method of cultivation provided the highest profitability of production in the crop range of 20.7–245.2 %. The use of mineral fertilizers was accompanied by a decrease in the profitability of cereals, but at the same time helped to increase the profitability of the products obtained.

It is proved that in modern agriculture the energy estimation of the consumed and acquired resources opens up the opportunity to form an objective idea of the value of each agricultural reception and to adjust them on monetary mechanisms of grain production. From the point of view of energy saturation of agricultural technologies, fuel and mineral fertilizers, which make up to 60% in the structure of energy costs, occupy a decisive position. However, the decisive factor in energy efficiency remains the level of grain yield and the energy potential accumulated in it. A promising area of research in the agroecological energy balance is alienation control and return of the energy substrate of the soil.

**Keywords:** *crop rotation, tillage, fertilizers, culture, grain, profitability, profit, energy factor, agriculture*