

## ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІДКИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Е. Скрильник, д. с.-г. н., К. Артем'єва, аспірант

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

<https://doi.org/10.31734/agronomy2018.02.127>

**Постановка проблеми.** Будь-яке виробництво – це процес споживання енергії. Рослинництво є галуззю сільськогосподарського виробництва, в якій відбувається перетворення сонячної радіації на потенційну енергію органічної речовини. При цьому використовуються такі види енергії: поновлювана (сонячна енергія, енергопотенціал ґрунту, температура повітря і ґрунту), неоновлювана (витрати палива, електроенергії, енергоемність машин, добрив, хімікатів, насіння та інших матеріалів, які задіяні у виробничому процесі, та енергія живої праці) [1; 2]. Не випадково за сьогоdnішнього рівня сільськогосподарського виробництва значно збільшуються енерговитрати на техніку, добрива, поливну воду, набагато перевищуючи нормативи. Тому раціональне використання неоновлюваної і поновлюваної енергії розглядається як найважливіша умова для збільшення виробництва продукції рослинництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розробкою методик енергетичної оцінки технологій та вивченням проблеми енергозбереження у сільськогосподарському виробництві займалися такі вчені, як В. Буга, Г. Добиш, А. Мацкевич [3], Ю. Тараріко, О. Несмашна, О. Бердніков, Л. Глущенко, Г. Личук [4], О. Медведовський [5], Є. Бузовський, О. Витвицька, В. Скрипниченко [6], В. Гришко, В. Перебийніс, В. Рабштина [7] та ін. Наукові пошуки тривають і нині, оскільки проблема максимально ефективного використання енергії з неоновлюваних та поновлюваних джерел за умови економії матеріалізованої енергії й прямих затрат живої праці у сільському господарстві та рослинництві зокрема є надзвичайно актуальною. Усе це диктує необхідність всебічного розрахунку вироблених енерговитрат.

**Постановка завдання.** Мета нашого дослідження – визначення енергетичної ефективності нових видів добрив за різних строків та способів їхнього внесення.

**Виклад основного матеріалу.** Рідкі органо-мінеральні добрива (ОМД) вивчали впродовж 2014–2016 рр. на території дослідного господарства ДП «ДГ «Граківське» ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського» (Чугуївський район, Харківська область) у межах тимчасового польового дослідження, варіанти якого схематично відображено в таблиці. Ґрунт – чорнозем типовий важкосуглинковий із вмістом гумусу 5,4–5,5 %, загального азоту – 0,26–0,29 %, легкогідролізованого азоту – 175,5–187,4 мг/кг, рухомих сполук фосфору – 82,0–92,1 мг/кг, калію – 101,5–126,7 мг/кг, рН–6,7–7,1.

Загальна площа посівних ділянок – 20 м<sup>2</sup>, облікових – 4 м<sup>2</sup>, повторність триразова. Схема досліджень передбачала створення трьох агрохімічних фонів, які різнилися між собою за видами добрив, їхніми дозами та періодичністю внесення. У досліді для створення оптимальних агрофонів використовували карбамід-аміачну селітру (КАС-32) та рідкі ОМД на її основі, де частка гумату становила 5 % та 15 % від об'єму КАС. Кожна ділянка агрохімічного фону була розділена навпіл. На одній частині вносили добрива під передпосівну культивуацію із розрахунку 40 кг д. р. азоту на 1 га, на другій – позакоренево підживлювали КАС та рідкими ОМД у дозах 6 кг д. р./га у критичні фази розвитку рослин (фаза куціння, вихід у трубку, колосіння). Вирощували ячмінь ярий сорту Парнас. Польові дослідження проводили згідно з вимогами, наведеними у методиках польового дослідження [8].

Для енергетичної оцінки виробництва культури використано існуючі методики. Основні показники: енергія, накопичена у вигляді основної і побічної продукції культури; сукупні енерговитрати на її отримання; коефіцієнт енергетичної ефективності [1; 5]. Основою для розрахунку сукупних енерговитрат були технологічні карти витрат на вирощування сільськогосподарських культур, за якими встановлювали повний перелік робіт, а потім на підставі нормативних енергетичних еквівалентів розраховували витрати сукуп-

ної енергії за такими основними групами: основні засоби виробництва (машини, устаткування та електроенергія), пально-мастильні матеріали, добрива, вода, насіння, трудові ресурси тощо.

Витрати сукупної енергії на основні засоби виробництва становлять 10,78 ГДж/га і залежать від необхідності виконання певних операцій. Загальні витрати енергії на пально-мастильні матеріали складають 2,13 ГДж/га, сумарні витрати енергії, вкладеної трудовими ресурсами, – 3,07 ГДж/га.

Для вирощування ячменю ярого енергетичні витрати, пов'язані зі застосуванням добрив, передбачали витрати на виробництво азотних добрив та регуляторів росту рослин (енергетичні еквіваленти, згідно з [5; 9], становлять 86,8 МДж д. р. та 116,6 МДж л). Проведені розрахунки свідчать, що енерговитрати на застосування добрив змінювалися в межах від 1,99 до 7,47 ГДж/га і підвищувалися зі збільшенням кількості компонентів у добриві та кількості підживлень. Так, найменшу кількість енергії витрачено за внесення КАС (N40) на фоні 1 та рідких ОМД на створених агрофонах 2 та 3 за внесення добрив під передпосівну культивуацію без позакореневого підживлення – 4,94 – 6,69 ГДж/га відповідно. У разі триразового підживлення ячменю ярого у фазі кушіння-колосіння витрати підвищувалися до 6,14–7,47 ГДж/га.

Уміст акумульованої енергії в урожаї ячменю ярого залежав від показників вмісту сухої речовини та врожайності культури і сформований

під впливом кількості внесених добрив. Для розрахунку енергії, накопиченої у вигляді основної і побічної продукції культури, урожайні дані перемножували на відповідний енергетичний еквівалент, який для зерна ячменю ярого та соломи становить відповідно 16,45 та 10,25 МДж в 1 кг продукції [5; 10]. Встановлено, що найбільш енергоощадним заходом є удобрення за комплексного внесення рідких ОМД на варіантах Фон 2+ (ОМД-1) та Фон 3+ (ОМД-2) – 77,64 – 89,18 ГДж/га.

Спираючись на дані витрат сукупної енергії на виробництво продукції та вміст акумульованої енергії в урожаї ячменю ярого, ми розрахували коефіцієнт енергетичної ефективності у разі застосування рідких ОМД, що дало змогу оцінити їх із позиції енергозбереження. На всіх варіантах досліду були отримані енергетичні коефіцієнти ( $K_{ee}$ ), вищі за двійку, що свідчить про наближення технології вирощування ячменю ярого до енергозберігаючої (див. табл.). На варіантах із внесенням КАС коефіцієнт енергетичної ефективності лежить в інтервалі 3–3,5, що відповідає середньому рівню ефективності. Максимальних значень енергетичний коефіцієнт ( $K_{ee} \geq 3,5$ ) сягав у варіантах з обробкою рослин рідкими ОМД та зростав із 3,51 од. у варіанті Фон 2 + (ОМД-1) до 3,80 од. у варіанті Фон 3 + (ОМД-2), що говорить про економію енергії у вирощуванні ячменю ярого на варіантах досліду, де виявлено найвищий рівень врожайності культури.

Таблиця

**Енергетична ефективність застосування рідких ОМД у підживленні ячменю ярого (середнє за 2014–2016 рр.)**

Варіант		Урожайність т/га	Вміст енергії в урожаї, ГДж/га	Витрати сукупної енергії на вир-во, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ )
Перед- посівна культивуація	Позако- ренево під- живлення				
Фон 1 КАС <sub>40</sub>		2,58	68,89	20,80	3,31
	+ КАС <sub>6</sub>	2,71	72,36	21,44	3,38
	+ ОМД-1	2,73	72,89	21,53	3,39
	+ ОМД-2	2,76	73,69	21,71	3,39
Фон 2 ОМД-1		2,61	69,69	21,39	3,26
	+ КАС <sub>6</sub>	2,71	72,36	22,03	3,28
	+ ОМД-1	2,85	77,64	22,12	3,51
	+ ОМД-2	3,00	80,10	22,29	3,59
Фон 3 ОМД-2		2,71	72,36	22,55	3,21
	+ КАС <sub>6</sub>	3,13	83,57	23,19	3,60
	+ ОМД-1	3,14	83,84	23,28	3,60
	+ ОМД-2	3,34	89,18	23,45	3,80

Примітка: рідкі ОМД-1 – КАС +5 % гумат, рідкі ОМД-2 – КАС +15 % гумат.

**Висновки.** Підсумовуючи результати проведених розрахунків, можна дійти висновку, що енергозберігаючим фактором у технології вирощування ячменю ярого було інтегроване застосування рідких ОМД, що за ефективністю не поступаються мінеральній системі удобрення.

Виробничі витрати відповідним чином вплинули на показники затрат сукупної енергії, які найбільших значень набували на варіантах із комплексним внесенням рідких ОМД і варіювали від 22,12 до 23,45 ГДж на 1 га посіву, але внаслідок більшої врожайності енергоємність урожаю на варіантах складала 77,64–89,18 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності змінювався залежно від складу й періодичності внесення добрив і тримався на рівні 3,51–3,80 од., або на 0,20 й 0,49 од. перевищував відповідний показник, розрахований для варіанта з найменшою в досліді врожайністю зерна.

#### Бібліографічний список

1. Бондарчук А. В. Економічні аспекти підвищення енергетичної ефективності виробництва сільськогосподарської продукції: монографія. Луганськ: Елтон-2, 2008. 120 с.
2. Odum H.T. Energetics of world food production. *The World Food Problem*. 1967. Vol. 3. P.55–94.
3. Буга В. К., Добыш Г. Ф., Мицкевич А. А. Энергоемкость сельскохозяйственной продукции: монография. Минск: Ураджай, 1992. 128 с.
4. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Бердніков О. М. та ін. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва: наук.-метод. забезпеч. Київ: Аграрна наука, 2005. 200 с.
5. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Энергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.
6. Бузовський С. А., Витвицька О. Д., Скрипниченко В. А. Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва. *Агроінком*. 2008. № 7–10. С. 50–56.
7. Гришко В. В., Перебийніс В. І., Рабштина В. М. Энергозбереження в сільському господарстві (економіка, організація, управління). Полтава: Вид-во «Полтава», 1996. 280 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых удобрений / Г. В. Василюк и др. Минск: Бел. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии, 1996. 51 с.
10. Зінченко О.І., Коротєєв А. В., Калінська С.М. Рослинництво: практикум. Вінниця: Нова Книга, 2008. 536 с.

Скрильник Е., Артем'ва К.

### ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РІДКИХ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Наведено результати дослідження енергетичної ефективності застосування карбамід-аміачної селітри (КАС) та рідких органо-мінеральних добрив (ОМД) для вирощування ячменю ярого сорту Парнас. Встановлено, що енергозберігаючим фактором у технології вирощування ячменю ярого було інтегроване застосування рідких ОМД, що за ефективністю не поступаються системі із внесенням мінеральних добрив КАС.

Обсяг витрат сукупної енергії на виробництво продукції для кожного варіанта досліді змінювався залежно від виконання необхідних операцій і варіював від 20,80 до 23,45 ГДж на 1 га посіву. Найбільших значень він набував на варіантах із комплексним внесенням рідких ОМД, де становив 22,12–23,45 ГДж.

Обсяг акумульованої енергії в урожаї ячменю ярого залежав від показників вмісту сухої речовини та врожайності культури, сформованої під впливом внесених добрив. Найменша кількість енергії була накопичена в продукції у варіанті із внесенням КАС<sub>40</sub>, де вміст її в зерні та соломі становив 68,89 ГДж/га. Підвищення рівня врожайності внаслідок комплексного застосування рідких ОМД сприяло зростанню виходу енергії з урожаєм на цих варіантах до 77,64–89,18 ГДж/га.

На всіх варіантах досліді були отримані коефіцієнти енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ ) > 2, що свідчить про наближення технології вирощування ячменю ярого до енергозберігаючої. На варіантах із внесенням КАС коефіцієнт енергетичної ефективності був на рівні 3,31–3,60 од. і тримався в інтервалі 3–3,5, що відповідає середньому рівню ефективності. Найвищий коефіцієнт  $K_{ee} \geq 3,5$  був на варіантах із комплексним внесенням рідких ОМД, змінювався залежно від складу й періодичності внесення добрив і тримався на рівні 3,51–3,80 од., що на 0,20 й 0,49 од. перевищувало відповідний показник, розрахований для варіанта з найменшою в досліді врожайністю зерна.

**Ключові слова:** рідкі органо-мінеральні добрива, карбамід-аміачна селітра, енергетична ефективність, витрати сукупної енергії, вміст енергії в урожаї, коефіцієнт енергетичної ефективності, ячмінь ярий.

Skrylnyk Ie., Artemyeva K.

**ENERGY EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS  
OF LIQUID ORGANIC-MINERAL FERTILIZERS IN GROWING SPRING BARLEY**

Results of a research of power efficiency of application the carbamide-ammonium nitrate (CAN) and liquid organo-mineral fertilizers (OMF) are given at cultivation of spring barley of a grade Parnassus. It is established that the integrated application of liquid OMF that by efficiency don't concede to system with introduction of the CAN mineral fertilizers was an energy saving factor in technology of cultivation of spring barley.

The size of total energy costs of production for each option of experience changed depending on performance of necessary operations and varied from 20,80 to 23,45 GJ on 1 hectare of crops. I got the greatest on options with complex introduction of liquid OMF where made 22,12–23,45 GJ.

The volume of the content of energy in the crop of spring barley depended on indicators of content of solid and productivity of culture which has developed under the influence of the introduced fertilizers. The smallest amount of energy has been saved up in production in option with introduction of CAN40 where contents her in grain and straw I have made 68,89 GJ/ha. Increase in level of productivity owing to complex application of liquid OMF promoted growth of an energy output with a harvest on these options in 77,64–89,18 GJ/ha.

On all options of experience coefficients of energy efficiency ( $K_{ee}$ ) $>2$  have been received that demonstrates approach of technology of cultivation of spring barley to energy saving. On options with introduction of CAN the coefficient of energy efficiency was at the level of 3,31–3,60 units and is in an interval 3–3,5 that corresponds to the average level of efficiency. The highest coefficient of  $K_{ee} \geq 3,5$  was on options with complex introduction of liquid OMF, changed depending on structure and frequency of application of fertilizers and was at the level of 3,51–3,80 units that on 0,20 and 0,49 units I exceeded the corresponding indicator calculated for option with the smallest in experience of productivity of grain.

**Key words:** liquid organo-mineral fertilizers, carbamide-ammonium nitrate, energy efficiency, total energy costs, content of energy in the crop, coefficient of energy efficiency, spring barley.

*Стаття надійшла 26.02.2018.*