

УДК 631.113:631.582

## ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ДІЇ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ У КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ

Л. В. Потапенко, Л. М. Скачок, Н. І. Горбаченко

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН  
вул. Шевченка, 97; м. Чернігів, 14035, Україна; e-mail: potapienko74@ukr.net

**Мета.** Провести економічну та енергетичну оцінки систем удобрення сільськогосподарських культур, у т. ч. за використання мікробних препаратів. **Методи.** Польовий, лабораторний, статистично-економічний, розрахунково-порівняльний. **Результати.** На основі досліджень у тривалому польовому стаціонарному досліді на дерново-підзолистому ґрунті проведено економічну та енергетичну оцінки вирощування культур у ланці сівозміни: люпин – жито озиме – картопля – овес залежно від систем удобрення та передпосівної бактеризації насіння. Показано перспективність удосконаленої органо-мінеральної системи удобрення «гній + NPK + сидерат». Ця система удобрення забезпечує зростання умовно чистого прибутку сівозміни на 6922 грн/га. Використання системи удобрення «гній + NPK + сидерат» для культур сівозміни забезпечує можливість збільшення умовно чистого прибутку в 2,2 рази порівняно з мінеральною системою удобрення. За доповнення мінеральної системи удобрення сидерацією умовно чистий прибуток зростає з 3066 до 4598 грн/га, або на 50 %. За рахунок використання мікробних препаратів для інокуляції насіння прибуток збільшується на 1641 грн/га та забезпечується окупність витрат на 1 грн на рівні 5,09–8,10 грн. За енерговіддачею альтернативна органо-мінеральна система удобрення (гній + NPK + сидерат) перевищувала традиційну (гній + NPK) на 43 % без застосування мікробних препаратів та на 61 % з використанням біопрепаратів, а мінеральну — у 2,6 рази. Отримані результати демонструють значні перспективи біологічних чинників удобрення сільськогосподарських культур за їх вирощування в короткоротаційній сівозміні. **Висновки.** Застосування органо-мінеральної системи удобрення (гній + NPK + сидерат) у поєднанні з мікробними препаратами в процесі вирощування сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні забезпечує високу економічну та енергетичну ефективність.

Ключові слова: сидерат, гній, врожайність, собівартість, чистий прибуток, рентабельність, енерговіддача.

**Вступ.** Сучасні умови аграрного виробництва потребують нових підходів господарювання, спрямованих на підвищення як економічної, так і біоенергетичної ефективності. Сільське господарство повинно орієнтуватися на зниження енергетичних затрат за рахунок розкриття внутрішнього біологічного потенціалу землекористування та ресурсозберігаючих технологій. Для практичного користування в умовах сучасного сільсько-

господарського виробництва лише однієї агрономічної оцінки системи удобрення недостатньо, рекомендовані агротехнологічні прийоми або технології повинні бути економічно вигідними та енергетично доцільними [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За допомогою аналізу фактичної окупності, оплати та економічної ефективності застосування добрив у різних системах удо-

брення можна виявити резерви їх підвищення в умовах виробництва конкретної сільськогосподарської культури. Економічна ефективність застосування агротехнічних прийомів залежить, насамперед, від додатково отриманого урожаю (приросту), його вартості, затрат при вирощуванні культури, а також додаткових витрат, які можуть бути пов'язані з використанням добрив та мікробних препаратів [2].

Основна економічна оцінка різних систем удобрення полягає в досягненні зростання урожайності сільськогосподарських культур, вартісних витрат, собівартості продукції, чистого прибутку і рентабельності. Одним із найважливіших економічних показників використання добрив є витрати на їх придбання, зберігання, транспортування і внесення з розрахунку на тонну фізичної ваги і вмісту поживних речовин [3]. Особливо важливою цінова політика на придбання і використання добрив є в умовах економічної кризи, що зобов'язує раціонально використовувати кожен кілограм діючої речовини добрив.

Органічні добрива мають високі показники трудомісткості і в реальному виробництві їх застосування супроводжується зростанням витрат живої праці. Тому однією з причин різкого скорочення внесення підстилкового гною і компостів є не лише зменшення їх виробництва, але й економічні фактори. Все це зумовлює економічну доцільність залучення до мінерального живлення рослин продукції, що не відшкодовується, а залишається на полі у вигляді рослинних решток та сидеральної біомаси. Водночас, виходячи з критеріїв сівозмінного фактору, доцільно враховувати як пряму дію, так і післядію внесених добрив. Адже ефект від застосованих добрив фактично складається з двох частин: економії необхідних витрат, тобто витрат минулої праці, а також заново створеної вартості, що дорівнює різниці між спожитими засобами виробництва, затраченою живою роботою і заново створеною вартістю, втіленою в приріст урожаю сільськогосподарських культур [4].

Кінцевою метою сільськогосподарського виробництва є ефективне перетворення енергії сонячних променів у хімічну енергію органічної речовини. Результати її трансформації в органічну речовину доцільно розді-

лити на дві частини: безпосередньо одержані у вигляді продуктів фотосинтезу, наприклад, врожаю сільськогосподарських культур, і енергії минулих біосфер у нафті, гумусі, газах. Процеси трансформації мінеральної й органічної речовини, біохімічні і фізіологічні зміни, активність ґрунтових організмів, функціонування екосистем у цілому супроводжуються енергетичними витратами.

Г. А. Булаткин, В. М. Володін першими запропонували комплексну методику визначення інтегральної кількісної оцінки енергетичного навантаження на агроєкосистеми і ландшафти, яке пов'язане із застосуванням мінеральних добрив, пестицидів, засобів меліорації ґрунту, сільськогосподарської техніки, механічної дії на ґрунтовий покрив. Автори запропонували агротехногенні навантаження оцінювати за сумарними витратами технічної енергії на вирощування культурних рослин і збір їх урожаю у межах поля [5; 6].

Уведено поняття агротехнічного навантаження на агроландшафт, яке складає суму величин агротехногенних навантажень на агроєкосистеми території агроландшафту, що вивчається в розрахунку на всю його площу і 1 га/Дж.

Встановлено, що в середньому в зернопросапній сівозміні агротехногенне енергонавантаження складає від 10 до 15 тис. МДж/га. Орні землі здатні протистояти антропогенному навантаженню на рівні 6–7 МДж/га. Ця величина енерговитрат може бути прийнята як попередній еталон екологічно безпечного рівня застосування антропогенної енергії. Однак, для кожного типу ґрунту й технологій ці показники потребують уточнення.

Отже, для забезпечення високої продуктивності агроєкосистем і збереження екологічної рівноваги в природному середовищі необхідно підвищити ефективність використання антропогенної енергії в агросфері, насамперед, за рахунок біологізації технологічних процесів. Крім цього, значної економії енергії і зменшення негативної дії навантажень на природне середовище можна досягти за рахунок удосконалення структури сільськогосподарських ландшафтів, застосування ресурсозберігаючих агротехнологій, удосконалення структури посівних площ, зокрема збільшення посівів бобових і злакових

багаторічних і однорічних трав, мінімізації обробітку ґрунту, інтенсифікації симбіотичної і несимбіотичної азотфіксації, повнішого використання ресурсів місцевих добрив, зокрема й сидерації. За максимальної енергоємності агротехнологій у структурі енерговитрат на органічні і мінеральні добрива припадає 40–46 %, енергоносії — 19–24 %, на техніку — 14–16 %, на насіння і пестициди — 15–20 % [7].

У сучасних умовах ведення сільського господарства важливою вимогою до елементів технології вирощування, які розробляються та впроваджуються у виробництво, є зниження собівартості одиниці продукції, зменшення економічних витрат і підвищення прибутку [8].

Тому розробка комплексу заходів, спрямованих на збільшення врожайності сільськогосподарських культур, повинна супроводжуватися всебічною економічною та енергетичною оцінками. Такі оцінки дають можливість виявити переваги і недоліки організаційно-технічних рішень, вибрати економічно вигідний варіант вирощування культури й відзначити шляхи можливої економії затрат. У зв'язку з цим, постає необхідність визначення як агротехнічної, так і економічної та енергетичної ефективності.

**Мета досліджень** — провести економічну та енергетичну оцінку різних систем удобрення у поєднанні з використанням мікробних препаратів.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили у стаціонарному польовому досліді протягом 2016–2018 рр. в короткоротаційній сівозміні: люпин – жито озиме – картопля – овес методом розщеплення ділянок і створення двох фонів: I — з передпосівною інокуляцією насіння біопрепаратами та II — без інокуляції. Мікробні препарати використовували відповідно до сільськогосподарської культури: для люпину — Ризогумін (*Rhizobium lupini* 367a), для жита озимого — Діазобактерин (*Azospirillum brasilense* 18-2), картоплі — Біогран (*Azospirillum brasilense* 410), овса — Мікрогумін (*Azospirillum brasilense* 410) [9]. Схему польового досліді наведено в таблицях. Середня сівозмінна норма внесення мінеральних добрив — N<sub>60</sub>P<sub>53</sub>K<sub>65</sub>, органічних (гній) — 10 т/га. Норми внесення під культури сівозміни складають: жито озиме — N<sub>60</sub>P<sub>50</sub>K<sub>60</sub>,

картопля — N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>, люпин — P<sub>20</sub>K<sub>20</sub>, овес — N<sub>60</sub>P<sub>50</sub>K<sub>60</sub>. На фоні інокуляції дози технічного азоту зменшували на 20 кг/га в діючій речовині. Як сидеральні культури вирощували люпин вузьколистий — далі як сидерат 1, та жито озиме — сидерат 2.

Розмір дослідної ділянки — 102 м<sup>2</sup> (17×6), облікової — 60 м<sup>2</sup> (15×4), повторність досліді чотириразова. Спосіб розміщення ділянок у досліді — рендомізований. Агротехніка культур — загальноприйнята для зони Полісся.

Ґрунт польового стаціонарного досліді має середній ступінь кислотності рН<sub>KCl</sub> — 4,9, низький вміст гумусу — 1,1 %, вміст рухомих форм фосфору — 179,0 мг/кг ґрунту, калію обмінного — 70–90 мг/кг ґрунту.

Енергетичну ефективність систем удобрення та мікробних препаратів розраховували за формулою:

$$V = U_n \times R_i \times d \times 100 \text{ МДж/га}, \quad (1)$$

де V — вміст енергії в основній продукції;

U<sub>n</sub> — приріст урожаю від добрив;

R<sub>i</sub> — коефіцієнти переведення основної продукції на суху речовину;

d — вміст загальної енергії на 1 кг сухої речовини.

Енергетичні затрати на систему удобрення визначали за формулою:

$$A = (H_N \cdot x \cdot a_N) + (H_P \cdot a_P) + (H_K \cdot a_K) \text{ МДж}, \quad (2)$$

де H<sub>N</sub>, H<sub>P</sub>, H<sub>K</sub> — норми азотних, фосфорних і калійних мінеральних добрив.

Енергетичну ефективність (енерговіддачу або біоенергетичний ККД) застосування добрив (η) визначали за методикою Булаткіна Г. А. [5] за формулою:

$$\eta \equiv \frac{Vf^\circ}{A^\circ}, \quad (1)$$

де η — енергетична ефективність (енерговіддача або енергетичний ККД), од.;

Vf<sup>°</sup> — кількість енергії, одержаної в прирості врожаю від добрив, МДж;

A<sup>°</sup> — енергозатрати на застосування добрив, МДж.

Якщо η > 1, досліджувані технології застосування добрив ефективні, і чим більше η, тим ефективніша з енергетичної точки зору технологія.

При значенні  $\eta < 1$  технології збиткові.

Економічну ефективність систем застосування добрив оцінювали за показниками умовно чистого прибутку та рівня рентабельності [10].

**Результати та їх обговорення.** В умовах ринкової економіки одним із основних критеріїв економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур є чистий прибуток. Тому паралельно з аналізом впливу різних систем удобрення та мікробних препаратів на продуктивність сівозміни нами проаналізовано економічну ефективність їх застосування.

У процесі розрахунків економічної ефективності враховували такі основні показники: ціна реалізації картоплі в обліковій масі — 2,5 грн/кг, жита озимого — 3,5 грн/кг, люпину вузьколистого — 5 грн/кг, вівса — 3,5 грн/кг. Вартість гною з погрузкою та внесенням — 200 грн за тонну, вартість добрив у вигляді нітроамофоски — 1,4 тис. грн за 1 ц ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ ), аміачної селітри — 1,2 тис. грн. за 1 ц. Вартість інокулянтів із розрахунком затрат на обробку насіння — у середньому 203 грн/га. Затрати на сидерат склалися з вартості насіння, посіву сидеральної культури та коткування — 650 грн/га. Вартість хлористого калію — 8,8 тис. грн за тонну, суперфосфату — 20,5 тис. грн за тонну, транспортування та внесення — 90–130 грн.

Результати розрахунків економічної

ефективності різних систем удобрення у короткоротаційній сівозміні (табл. 1) показують, що за майже однакових виробничих витрат на додатковий урожай за традиційної та органо-мінеральної системи удобрення, відповідно 10 360 та 10 467 грн/га, вартість приросту за органо-мінеральної системи зростає на 11 %.

Найбільший умовно чистий прибуток — 6922 грн/га одержали за органо-мінеральної системи удобрення «гній + NPK+ сидерат», а найменший — 3066 грн/га — за мінеральної. Тобто використання системи удобрення «гній + NPK+ сидерат» дає змогу збільшити умовно чистий прибуток культур сівозміни в 2,2 раза.

За доповнення мінеральної системи удобрення сидерацією умовно чистий прибуток з одиниці площі зростав з 3066 до 4598 грн, або на 50 %. За такої умови рівень рентабельності вирощування культур сівозміни підвищувався на 37 % за мінеральної системи, на 54 % — за поєднання мінеральної системи удобрення з сидератами.

Застосування мікробних препаратів сприяло зростанню умовно чистого прибутку сівозміни у межах 1033–1641 грн/га, що вказує на те, що інокуляція насіння є економічно вигідним агротехнічним прийомом. Застосування мікробних препаратів здатне забезпечити окупність затрат на 1 грн на рівні 5,09–8,10 грн.

**Таблиця 1. Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур за різних систем удобрення та використання мікробних препаратів у короткоротаційній сівозміні**

Варіанти дослідів	Кормові одиниці, т/га		Приріст, т/га		Виробничі витрати, грн		Вартість приросту, грн		Умовно чистий прибуток, грн	
	фон I	фон II	від добрив	від інокуляції	фон I	фон II	фон I	фон II	від добрив	від інокуляції
Контроль	2,5	2,9	–	+0,2	–	203	–	618	–	415
NPK	4,6	5,0	+2,1	+0,4	8360	8563	11 426	1236	3066	1033
Сидерат I (люпин) + NPK	4,9	5,2	+2,2	+0,5	8470	8673	12 582	1545	4112	1342
Сидерат II (жито озиме) + NPK	5,1	5,6	+2,6	+0,5	8460	8663	13 058	1545	4598	1342
Гній + NPK	5,7	6,2	+3,2	+0,5	10 360	10 563	15 635	1545	5275	1342
Гній + NPK+ сидерат I (люпин)	6,1	6,7	+3,6	+0,6	10 467	10 670	17 389	1854	6922	1641
Гній, 20 т/га	4,6	5,0	+2,1	+0,4	7333	7536	11 784	1236	4451	1033

Енергетична оцінка використання різних систем удобрення за використання мікробних препаратів, порівняно з економічними показниками, дає можливість зробити більш стабільну й інтегровану оцінку. Розрахунки показали, що вміст енергії у прирості основної продукції становить від 26 357 до 61 962 Мдж залежно від систем удобрення. Ці показники були значно вищими з енерговитратами, пов'язаними з використанням добрив за різних систем удобрення. Водночас енергоємність зростала від органічної і мінеральної до органо-мінеральних систем. Якщо за системи удобрення «гній + NPK + сидерат» енергоємність становила 14 639 Мдж, то за внесення лише мінеральних — 8390 Мдж, органічних з дозою гною 20 т/га — 8400 Мдж.

Віддача урожаєм на одиницю витрат антропогенної енергії оцінюється коефіцієнтом енерговіддачі (ККД). Аналіз енергетичної оцінки вказує на те, що застосування досліджуваних систем удобрення та мікробних препаратів дозволяє одержати достатньо високий коефіцієнт енерговіддачі, який не опускається нижче рівня 2,8 од. (табл. 2).

Найменший коефіцієнт корисної дії (ККД) виявлено за органічної системи удобрення з дозою гною 20 т/га — 2,8 од., а ККД за органо-мінеральної системи удобрення був най-

вищим та склав 4,2 од. на фоні без застосування мікробних препаратів і 4,6 од. — на фоні інокуляції. Ця система удобрення дозволяє досягнути енерговіддачі сівозміни в межах 47,32–53,67 тис. Мдж/га з коефіцієнтом корисної дії 4,2–4,6 од.

Розрахунки показують, що вміст енергії в прирості за вирощування культур сівозміни за традиційною системою удобрення становить 33,20–39,18 тис. МДж. Якщо показники енерговіддачі за традиційної системи удобрення умовно взяти за 100 %, то доповнена сидеральною біомасою органо-мінеральна система удобрення за енерговіддачею перевищувала традиційну систему удобрення на 43 % без використання мікробних препаратів та на 61 % з використанням мікробних препаратів. Система удобрення «гній + NPK + сидерат» перевищувала в енергетичному відношенні мінеральну в 2,6 рази.

**Висновки.** Результати економічної та енергетичної оцінки свідчать про високу економічну та енергетичну ефективність застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення (гній + NPK + сидерат) за використання мікробних препаратів у процесі вирощування сільськогосподарських культур. Ця система удобрення забезпечує зростання умовно чистого прибутку сівозміни на 6922 грн/га. За рахунок інокуляції на-

**Таблиця 2. Енергетична оцінка застосування різних систем удобрення та інокулянтів у короткоротаційній сівозміні**

Варіанти досліджу	Кількість накопиченої енергії у додатковому урожаї, Мдж		Кількість затраченої енергії, Мдж		Енергетичний ККД, од.		Енерговіддача			
							Мдж, тис.		%	
	I	II*	I	II*	I	II	I	II		
Контроль	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
NPK	26 357	29 580	8390	8667	3,1	3,4	17,97	20,91	54	63
Сидерат I (люпин) + NPK	35 290	37 914	10 439	10 697	3,4	3,5	24,85	27,22	75	82
Сидерат II (жито озиме) + NPK	37 235	41 377	10 353	10 630	3,6	3,9	26,88	30,75	81	93
Гній + NPK	45 790	52 042	12 590	12 867	3,6	4,0	33,20	39,18	100	100
Гній + NPK + сидерат I (люпин)	61 962	68 584	14 639	14 916	4,2	4,6	47,32	53,67	143	161
Гній, 20 т/га	23 512	25 513	8400	8677	2,8	2,9	15,11	16,84	46	51

*Примітка.* \* вміст енергії у гектарній нормі мікробних препаратів еквівалентний впливу 20 кг азоту (NO<sub>3</sub>).

сіння прибуток збільшується на 1641 грн/га та забезпечується окупність затрат на 1 грн на рівні 5,09–8,10 грн. За енерговіддачею альтернативна органо-мінеральна система удобрення перевищувала традиційну на 43 % без використання мікробних препаратів та на 61 % з їх застосуванням, а мінеральну — у 2,6 рази.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Методи випробування і застосування пестицидів / за ред С. О. Трибеля. К. : Світ, 2001. 448 с.

2. Хвесик М. А., Хвесик Ю. М. Сталий розвиток територій як основа стратегії розвитку аграрного сектору. *Економіка АПК*. 2013. № 1. С. 66–76.

3. Добрынин В. А., Белов А. В., Росляков Н. Ф. Методические указания к семинарам и практическим занятиям по экономике сельского хозяйства / Под ред. В. А. Добрынина. М. : Агропромиздат, 1991. 191 с.

4. Мосіюк П. О. Добрива і економіка сільськогосподарського виробництва. К. : Урожай. 1974. 271 с.

5. Булаткин Г. А. Энергетическая эффективность удобрений. *Химизация сел. хоз-ва*. 1990. № 8. С. 22–24.

6. Володин В. М. Еремина Р. Ф. Новые принципы оценки эффективности систем земледелия. *Агроэкологические принципы эффективности систем земледелия*. М. : Колос, 1993. С. 28–50.

7. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Ю., Бердніков О. М. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва. К. : Аграрна наука, 2005. 200 с.

8. Костецький Я. І. Рентабельність як показник ефективності сільськогосподарського виробництва. *Інноваційна Економіка*. 2012. № 2. С. 98.

9. Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях (науково-практичні рекомендації) / За ред. В. В. Волгогона. Київ, 2015. 248 с.

10. Методика биоэнергетической оценки технологии производства продукции растениеводства / Под ред. Е. И. Базарова, Е. В. Глинки. М., 1983. 44 с.

Отримано 27.09.2018

UDC 631.113:631.582

## ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF FERTILIZING SYSTEMS OF AGRICULTURAL CROPS UNDER ACTION OF MICROBIAL PREPARATIONS IN SHORT ROTATION OF CROPS

L. V. Potapenko, L. M. Skachok, N. I. Horbachenko

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture, NAAS, Chernihiv  
e-mail: potapienko74@ukr.net

**Objective.** Carry out economic and energy evaluation of fertilizing systems of agricultural crops, including for the use of microbial preparations. **Methods.** Field, laboratory, statistical-economic, calculation-comparative. **Results.** On the basis of studies in a long-term field experiment on sod-podzolic soils, economic and energy estimation of crop cultivation in the crop rotation line: lupine – winter rye – potato – oats was carried out depending on fertilizing systems and pre-seed bacterization of seeds. The prospect of improved organomineral fertilizing system “animal manure + NPK + green manure” has been shown. This fertilizing system provides growth of the conditionally pure profit of crop rotation by UAH 6,922/ha. Using fertilizing system “animal manure + NPK + green manure” for cultures of crop rotation provides an opportunity to increase the conditionally pure profit 2.2 times in comparison with the mineral fertilizing system. With the addition of green manuring to mineral fertilizing system, the conditionally net profit increased from UAH 3,066 to UAH 4,598/ha, or by 50 %. Due to the use of microbial preparations for inoculation of seeds, the profit increases by UAH 1,641/ha, and the return on costs is provided for UAH 1 at the level of UAH 5.09 to 8.10. For energy efficiency, the alternative organic-mineral fertilizing system (animal manure + NPK + green manure) exceeded the traditional one (animal manure + NPK) by 43 % without the use of microbial preparations and by 61 % using biopreparations, and mineral —

2.6 times. The obtained results demonstrate significant prospects for the biological factors of fertilization of crops for their cultivation in short crop rotation. **Conclusion.** The application of organo-mineral fertilizing system (animal manure + NPK + green manure) in combination with microbial preparations in the cultivation of crops in short crop rotation provides high economic and energy efficiency.

Key words: green manure, animal manure, yield, production cost, net profit, profitability, energy efficiency.

#### REFERENCES

1. Trybel', S. O. (Ed.). (2001). *Metody vyprovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv* [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
2. Khvesyuk, M. A., & Khvesyuk, Yu. M. (2013). Stalyi rozvytok terytorii yak osnova stratehii rozvytku ahrarnoho sektoru [Sustainable development of territories as the basis for the development of the agrarian sector]. *Ekonomika APK*, 1, 66–76 [in Ukrainian].
3. Dobrynin, V. A. (Ed.). (1991). *Metodicheskie ukazaniya k seminarom i prakticheskim zanyatyyam po ekonomike selskogo khozyaystva* [Guidelines for seminars and workshops on the economics of agriculture]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
4. Mosiuk, P. O. (1974). *Dobryva i ekonomika silskohospodarskoho vyrobnytstva* [Fertilizers and economics of agricultural production]. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
5. Bulatkin, G. A. (1990). Energeticheskaya effektivnost' udobreniy [Energy efficiency of fertilizers]. *Khimizatsiya sel. khoz-va*, 8, 22–24 [in Russian].
6. Volodin, V. M., & Eremina, R. F. (1993). *Novye printsipy otsenki effektivnosti sistem zemledeliya. Agroekologicheskie printsipy effektivnosti sistem zemledeliya* [New principles for evaluating the effectiveness of farming systems. Agroecological principles of the effectiveness of farming systems]. Moskva: Kolos [in Russian].
7. Tarariko, Iu. O., Nesmashna, O. Iu., & Berdnikov, O. M. (2005). *Bioenergetychna ocinka sil's'kogospodars'kogo vyrobnytstva* [Bioenergy evaluation of agricultural production]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
8. Kostetskyi, Ya. I. (2012). Rentabelnist yak pokaznyk efektyvnosti silskohospodarskoho vyrobnytstva [Profitability as an indicator of the efficiency of agricultural production]. *Innovative Ekonomy*, 2, 98 [in Ukrainian].
9. Volkohon, V. V. (Ed.). (2015). *Mikrobni preparaty v suchasnyh agrarnykh tehnologiyah (naukovo-praktychni rekomendacii')* [Microbial preparations in modern agrarian technologies (scientific and practical recommendations)]. Kyiv [in Ukrainian].
10. Bazarov, E. I., & Glinka, E. V. (Eds.). (1983). *Metodika bioenergeticheskoy otsenki tekhnologii proizvodstva produktsii rastenievodstva* [Method of bioenergy assessment of crop production technology]. Moskva [in Russian].

Received 27.09.2018