

УДК 631.113 635.21

**ПОТАПЕНКО Л.В.**<sup>1</sup>, науковий співробітник;

**КРИЗЬКА М.А.**<sup>2</sup>, аспірант

<sup>1</sup>Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН;

<sup>2</sup>Інститут агроекології і природокористування НААН

e-mail: contyc2@mail.ru

## ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МАЛОЗАТРАТНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ

*На основі досліджень проведених в тривалому стаціонарному досліді на середньо-окультурених ґрунтах дерново-підзолистого типу з культурою картоплі дана економічна та енергетична оцінки різних систем удобрення: традиційної (зній +NPK) та альтернативних (сидерат + NPK та Біопрoferм + NPK); показана перспективність альтернативних систем удобрення в аспектах ресурсо і -енергозбереження без збитку урожайності та якості картоплі.*

**Ключові слова:** картопля, сидерат, Біопрoferм, економічна та енергетична оцінки.

**Вступ.** Україна входить до першої п'ятірки країн світу з виробництва картоплі, яка вирощується на площі біля 1,4 млн га, а валовий збір становить 18-19 млн т. Проте її урожайність залишається низькою – 12-14 т/га.

Між тим, потенціал урожайності картоплі значний. Ще академік Д. М. Прянішніков [1] звернув увагу на високу продуктивність цієї культури і вважав: що вирощування коренеплодів і картоплі – це те ж, що одержувати три колоси там, де раніше ріс один.

Щоб забезпечити розширене відтворення галузі з рентабельністю більше 50 %, необхідно вирощувати не менше 20,0-23,0 тонн бульб з кожного гектара, що дозволить отримати в розрахунку на одиницю площі 8,0-10,0 т/га к. о.

Генетичний потенціал сортів української селекції, дає змогу вийти на промислову врожайність 30,0 т/га та більше, тобто досягти рівня кращих зарубіжних аналогів і високої продуктивності (12,0 т/га к.о.).

Експерти аграрного моніторингу вважають, що використання сучасних технологій вирощування й використання перспективних сортів картоплі дасть змогу українським виробникам успішно конкурувати на світовому ринку.

Виробництво картоплі в Україні на рівні 19-20 млн т забезпечить ємність ринку, який складається з фонду споживання – 7,1 млн т (150 кг на душу населення, за фізіологічної норми 120 кг), на насіння – 4,9 млн т, промислову переробку – 0,2 млн т, на корм тваринам - 5,9 млн т.

Аналіз даних щодо урожайності картоплі в різних ґрунтово-кліматичних зонах свідчить, що найвищий урожай цієї культури отримують у поліській зоні – 15,7-16,0 т/га, в Лісо-степу – до 14,0 т, тоді як у Степу – нижче 10,0 т/га [2]. Тому основні площі під картоплею необхідно розмішувати в зонах з найбільш сприятливими кліматичними умовами.

Нині світовою спільнотою розглядаються можливості інтенсивнішого використання картоплі як альтернативи при виробництві хліба, оскільки по виходу білка з гектара картопля не поступається пшениці, кормів і як сировини для виробництва біотоплива.

Кінцевою метою сільськогосподарського виробництва є ефективне перетворення енергії сонячних променів у хімічну енергію органічної речовини. Процеси трансформації мінеральної і органічної речовини, біохімічні і фізіологічні зміни, активність ґрунтових організмів, функціонування екосистем в цілому супроводжуються енергетичними витратами.

Г.А. Булаткін, В.М. Володін [3, 4] першими запропонували комплексну методику визначення інтегральної кількісної оцінки енергетичної завантаженості на агроекосистемі і ландшафти, яка зв'язана із застосуванням мінеральних добрив, пестицидів, засобів меліорації ґрунту, сільськогосподарської техніки, механічної дії на ґрунтовий покрив. Автори запропонували агротехногенні завантаженості оцінювати по сумарних витратах технічної енергії на вирощування культурних рослин і збір їх врожаю в межах поля.

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

Встановлено, що в середньому в зерно-просапній 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 ці показники потребують уточнення.

Енергоємність валового національного продукту в США в 1990 р. зменшилося на 11 % у порівнянні з 1960-1980 рр. В Японії при подвоєнні валового національного продукту енерговитрати зросли лише на 7-8%. Енергоємність валового національного продукту в Канаді, Західній Європі і Японії до 2000 р. зменшилася на 34 % [5].

Таким чином, для забезпечення високої продуктивності агроєкосистем і збереження екологічної рівноваги в природному середовищі необхідно підвищити ефективність використання антропогенної енергії в агросфері, в першу чергу, за рахунок біологізації технологічних процесів. Крім цього, значна економія енергії і зменшення негативної дії навантаження на природне середовище можуть бути досягнуті за рахунок удосконалення структури сільськогосподарських ландшафтів, застосування ресурсозберігаючих агротехнологій, удосконалення структури посівних площ, у тому числі збільшення посівів бобових і злакових багаторічних і однорічних трав, мінімізації обробки ґрунту, інтенсифікації симбіотичної і несимбіотичної азотфіксації, більш повного використання важкорозчинних фосфатів ґрунту і ресурсів місцевих добрив, в тому числі і сидерації [6].

При максимальній 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].

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження різних систем використання добрив під картоплю виконувались на базі стаціонарного досліду 2004-2010 рр. Польові дослідження проводили в ланці сівозміни: жито озиме - картопля – пшениця яра – люпин.

Схема досліду з картоплею передбачала вибірку основних варіантів стаціонарного польового досліду з вивчення різних видів і поєднань добрив.

Ґрунт польового стаціонарного досліду має середній ступінь кислотності  $pH_{KCl}$  - 4,9, низький вміст гумусу - 1,1 %, рухомі форми фосфору - 179,0 мг/кг ґрунту, калій обмінний-70-90 мг/кг ґрунту, гідролітична кислотність – 2,8 м-екв на 100 ґрунту.

У наших дослідженнях енергетична ефективність розраховувалась за формулою:  $V = U_n R_i d \times 100$  МДж/га, де  $V$  – вміст енергії в основній продукції;  $U_n$  – приріст врожаю від добрив;  $R_i$  – коефіцієнти переведення основної продукції на суху речовину;  $d$  – вміст загальної енергії на 1 кг сухої речовини.

Енергетичні затрати на систему удобрення визначались за формулою:

$A = (N_n \times aN) + (P_r \times aP) + (K_k \times aK)$  МДж, де  $N_n$ ,  $P_r$ ,  $K_k$  – дози азотних, фосфорних і калійних мінеральних добрив.

Енергетичну ефективність (енерговіддача або біоенергетичний ККД) застосування добрив ( $\eta$ ) визначали за методикою Булаткіна Г.А. [3] за формулою:

$$\eta \equiv \frac{Vf^\circ}{A^\circ}, \text{ де:}$$

$\eta$  – енергетична ефективність (енерговіддача або енергетичний ККД), од.;  $Vf^\circ$  - кількість енергії, одержаної в прирості врожаю від добрив, МДж;  $A^\circ$  - енергозатрати на застосування добрив, МДж.

Якщо  $\eta > 1$ , досліджувані технології застосування добрив під картоплю ефективні і чим більше  $\eta$ , тим ефективніше з енергетичної точки зору технологія.

При значенні  $\eta < 1$  технології збиткові.

Економічну ефективність систем застосування добрив оцінювали за величинами умовно чистого прибутку та рівня рентабельності за інструкцією і нормативами з визначення економічної та енергетичної ефективності застосування добрив [8].

**Результати досліджень.** Розрахунки економічної ефективності галузі картоплярства показують, що при традиційній системі удобрення основні статті затрат – це вартість насіння та органічних добрив. При внесенні під картоплю гною в дозі 40-60 т/га і при віддаленості картопляного поля від джерела гною (ферми) на відстані більше п’яти кілометрів картоплярство становиться збитковим при урожайності в межах 14-16 т/га. При заміні гною зеленими добривами затрати на добриво зменшуються в декілька разів, що зв’язано з різким зниженням затрат на вантажні роботи, транспортування і внесення. Так, мінімальна вартість гною (ціна реалізації) складає 100 грн. за тонну, в той же час, вартість двох центнерів насіння вузьколистого люпину (гектарна норма висіву) в залежності від величини урожайності коливається в межах 120-200 грн. за центнер, плюс затрати на посів, що дозволяє обмежитись витратами в межах 500-600 грн/га.

Виробництво компостів багатоцільового призначення при сучасній технології визначається затратами в межах 200-250 грн за тонну і вартістю реалізації до 400 грн за тонну. Транспортувати, розгрузити і внести 10 т/га Біопроферму в декілька раз дешевше відносно 40 т/га гною.

Наші розрахунки показали, що із видів органічних добрив затрати на вирощування сидератів у 8,3 разів менше відносно гною, 40 т/га (табл. 1, вар. 3 в порівнянні з вар. 5). Використання Біопроферму в дозі 10 т/га дешевше гною в 2,5 рази.

Таблиця 1

**Економічна ефективність різних видів і поєднань добрив при вирощуванні картоплі**

№ вар	Варіант досліджу	Вартість приросту грн./га	Витрати на доробку приросту, грн	Витрати на добриво і їх внесення, грн./га	Всього затрат, грн./га	Умовно чистий прибуток, грн./га	Окупність затрат, грн./грн	Рівень рентабельності, %
1	Без добрив (контроль)	-	-	-	-	-	-	-
2	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	9739	1773,2	3124	4897,2	4841,8	1,99	99
3	Сидерат-вузьколистий люпин	8183	1515,8	760	2275,8	5907,2	3,60	260
4	Біопроферм, 10т/га	17035	3231,8	2512	5743,8	11291,2	2,97	197
5	Гній, 40 т/га	11317	2402,4	6280	8682,4	2634,6	1,30	30
6	Гній + NPK	19093	3918,2	9404	13322,2	5770,8	1,43	43
7	Сидерат + NPK	12468	2488,2	3884	6372,2	6095,8	1,96	96
8	Біопроферм + NPK	20463	3946,8	5636	9582,8	10880,2	2,14	114
9	Сидерат + Біопроферм +NPK	28223	5491,2	6396	11887,2	16335,8	2,37	137

Затрати на мінеральну систему удобрення в досліджах склали 3124 грн/га, що відносно гною - 50 % (вар. 2 в порівнянні з вар. 5).

В наших дослідженнях при традиційній системі удобрення гній + NPK затрати склали 9404 грн/га, при альтернативній сидерат + NPK нижче на 59 %, а поєднання добрив Біопроферм + NPK - нижче на 40 %, тобто альтернативні системи удобрення при вирощенні картоплі малозатратні; що вказує на їх перспективність при обмежених ресурсах господарювання.

За максимального насичення альтернативної системи удобрення добривами, органікою і туками затрати проти традиційної системи удобрення гній + NPK - 68 %, що дозволяє дану комбінацію також вважати перспективною.

При розрахунках окупності затрат та рентабельності галузі приймалися до уваги: товарність бульб і їх вартість яка склалася за останні 3 роки (1,6 грн. за кг товарної картоплі і 0,5 грн за кг нетоварної). При окупності затрат від 1,3 грн/грн до 3,6 грн/грн всі системи удобрення були рентабельними на рівні 30-260 %.

Найбільший рівень рентабельності у сидеральної системи удобрення, найнижчий – у органічної (гній, 40 т/га); при поєднанні добрив сидерат + NPK і сидерат + Біопроферм + NPK рентабельність була на рівні 96-137 %. При доповненні гною туками рентабельність зростала незначно - з 30 до 43 %.

Традиційна система удобрення гній + NPK, забезпечила отримання чистого доходу біля 5,8 тис. гривень з гектару, сидерально-мінеральна більше 6 тис. гривень. При застосу-

ванні біоферму в поєднанні з туками і в поєднанні з туками і сидератами умовно - чистий дохід найвищий: 10,9 і 16,3 тис. з гектару.

Отже, основна витратна стаття в традиційній системі удобрення - це гній, який забезпечує при односторонньому внесенні рівень рентабельності 30 %, у той же час мінеральна система добрив – 99 %, сидеральна – 260, Біоферм – 197 %. В цілому традиційна система удобрення забезпечила рівень рентабельності 43 %, альтернативні – 96-114, максимальне насичення системи добривами – 137 %, що вказує на можливість заміни загальноприйнятої системи удобрення картоплі іншими комбінаціями. В той же час, традиційна система удобрення дозволяє в умовах дослідів отримувати біля 5,8 тис. умовно чистого прибутку тільки на одній культурі сівозміни, що вище мінеральної системи удобрення на 16 %, і нижче сидерально-мінеральної системи удобрення на 6 %, системи удобрення з Біофермом на 89 - 183 %, що вказує на економічну перспективність альтернативних систем удобрення з компостами багатопільового призначення.

Розрахунки показують, що вміст енергії в прибавці при вирощуванні картоплі: за традиційною технологією складає 50142 МДж (100 %); за мінеральної системи удобрення 45 % від традиційної; за сидеральною системою удобрення – 39 %; за органічною (гній) - 56 %; за варіантом з Біофермом – 64 % (табл. 2).

В енергетичному відношенні одностороннє застосування під картоплю органічних добрив різних видів, у тому числі і гною в дозі 40 т/га поступається за приростом і за вмістом у ній енергії в традиційній системі удобрення, і дуже значно - на 61-36 %, що слід мати на увазі при органічному землеробстві.

Витрати енергії на виробництво і застосування різних видів добрив найбільше у гної і туках - на рівні 17-13 тисяч МДж, відповідно.

Оскільки для відбудови своєї фітомаси зелені добрива використовують енергію сонця і поживних речовин ґрунту витрати на їх виробництво і застосування полягають, в основному, у вартості насіння, його посіву і заробці в ґрунт. Кількість енергії на їх вирощування і застосування складає відносно туків нижче в 3,5 раз, на що вказував іще в своїх класичних роботах Д.М. Прянішніков порівнюючи азот біологічний (азот конюшини) і технічний (азот туків).

Біоферм отримують шляхом активної роботи мікроорганізмів (термофілов), що також дає основу для мінімальних витрат енергії з боку людини, це, в основному, відходи, їх доставка, погрузка і вигразка в камери для компостування, транспортування і внесення.

Таблиця 2

**Енергетична ефективність різних видів добрив при вирощуванні картоплі**

№ вар.	Варіант дослідів	Вміст енергії в прирості врожаю, МДж/га	Вміст енергії в добривах, МДж/га	Енергетично ККД, од.	Енерговіддача	
					МДж	%
2	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	22692	12546	1,81	10146	48
3	Сидерат-вузьколистий люпин	19398	3556	5,46	15842	76
4	Біоферм, 10т/га	31842	4800	6,63	27042	130
5	Гній, 40 т/га	28224	16800	1,68	11424	55
6	Гній + NPK	50142	29346	1,71	20796	100
7	Сидерат + NPK	41358	16102	2,56	25255	121
8	Біоферм + NPK	50508	17346	2,91	33162	159
9	Сидерат + Біоферм + NPK	70272	20902	3,36	49370	237

Відносно гною енергетичні витрати на Біоферм нижче в 3,5 рази.

Енерговіддача досліджуваних заходів найнижча у гної і туках (1,68 і 1,81 од.) найвища у сидерату і Біоферму: 5,46 і 6,63 од., відповідно.

При максимальному насиченні технології вирощування картоплі добривами їх енерговіддачу можна довести до 3,36 од., що вище класичної системи удобрення в 2,4 рази.

Альтернативна органічна система удобрення і їх поєднання дозволяють досягнути енерговіддачі 25-49 тисяч МДж з гектару при коефіцієнті енерговіддачі 2,56-6,63 одиниць.

Альтернативні системи удобрення за своєю енерговіддачею перевищують традиційну систему удобрення в 1,2-1,6 рази, і мають енергетичний коефіцієнт корисної дії вище традиційної системи в 1,5-1,7 рази.

**Висновки.** Таким чином, традиційна система удобрення (гній, 40 т/га + N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub>) забезпечила рівень рентабельності 43 %, альтернативні (сидерат + NPK; Біопроферм + NPK) – 96-114, максимальне насичення системи добривами (сидерат + Біопроферм + NPK) – 137 %, що вказує на можливість заміни загальноприйнятої системи удобрення картоплі іншими комбінаціями. Альтернативні системи удобрення за енергетичними витратами в кілька разів поступалися традиційній а за енерговіддачею і коефіцієнтом корисної дії на 20-70 % перевищували загальноприйнятую систему удобрення картоплі. Енергетична оцінка різних систем удобрення, як і економічна, свідчить про значні перспективи альтернативних систем удобрення на середньоокультурених ґрунтах дерново-підзолистого типу.

При вирощуванні картоплі незалежно від видів добрив і їх поєднань коефіцієнт енерговіддачі завжди достатньо високий і не опускається нижче 1,68 одиниць. Альтернативні системи удобрення по енергетичних витратах в декілька разів поступалися традиційній, а по енерговіддачі і коефіцієнту корисної дії на 20-70 % перевищували загальноприйнятую систему удобрення картоплі. Енергетична оцінка різних систем удобрення, як і економічна, демонструє перспективи альтернативних систем удобрення відповідно традиційної.

#### Список використаних літературних джерел

1. Прянишников Д. Н. Избранные сочинения в трех томах / Д. Н. Прянишников. - М.: Изд-во Сельхоз., 1952. - Том 1. - С. 235-250.
2. Бондарчук А. А. Стан та пріоритетні напрями розвитку галузі картоплярства в Україні / А. А. Бондарчук // Картоплярство [міжвідомчий тематичний науковий збірник]. - 2008. - Вип.37. - С. 7-13.
3. Булаткин Г.А. Энергетическая эффективность удобрений / Г.А. Булаткин // Химизация сел. хоз-ва.- 1990.- №8. С. 22-24.
4. Володин В.М. Новые принципы оценки эффективности систем земледелия. Агроэкологические принципы эффективности систем земледелия / В.М. Володин, Р.Ф. Еремина. - М.: Колос, 1993. - С. 28.
5. Тарарико Ю.А. Формирование устойчивых агроэкосистем / Ю.А. Тарарико. - К. 2007. 560 с.
6. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення / за ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, М. Городнього. – К. : Арістей, 2004.- 488 с.
7. Минеев В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / Минеев В.Г. и др. - М.: Колос, 1993. – 415 с.
8. Инструкция по определению экономической и энергетической эффективности применения удобрений. – М, 1987. – 44 с.

#### Аннотация

**Потапенко Л.В., Кризская М.А.**

**Экономическая и энергетическая эффективность малозатратных систем удобрення при выращивании картофеля**

На основе исследований проведенных в длительном стационарном опыте на среднекультуренных почвах дерново-подзолистого типа с культурой картофеля дана экономическая и энергетическая оценки различных систем удобрення: традиционной (навоз + NPK) и альтернативных (сидерат + NPK и Биопроферм + NPK); показана перспективность альтернативных систем удобрення в аспектах ресурсо –и энергосбережения без ущерба урожайности и качества картофеля.

**Ключевые слова:** картофель, сидерат, Биопроферм, экономическая и энергетическая оценки.

#### Annotation

**Potapenko L., Krizska M.**

**Economic and energy efficiency of low-cost fertilizers in potato farming**

Long-term stationary experiment with potato farming on sod-podzolic medium cultivated soils has shown energy and economic efficiency of different fertilization systems: traditional (farm-yard+NPK) and alternative (green manure+NPK and Bioproferm+NPK); alternative fertilizers proved renewable and energy efficiency without affecting crop quality and yield capacity, it shows its profitable using in farming.

**Keywords:** potatoes, green manure, Bioproferm, economic and energy estimation.