

## ЗМІНА ЕНЕРГОПОТЕНЦІАЛУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗЕРНОПРОСАПНОЇ СІВОЗМІНИ

О. А. Цюк, доктор сільськогосподарських наук, професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: tsyuk@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.010>

***Анотація.** Метою дослідження є вивчення енергопотенціалу чорнозему типового за використання систем землеробства у зернопросапній сівозміні. За час досліджень використовували польовий, лабораторний, розрахунковий методи. Вирощування культур сівозміни за інтенсивної системи землеробства ( $N_{92}P_{100}K_{108}$  на 1 га сівозміни) зменшувало запаси органічної речовини ґрунту та спричиняло зменшення його енергетичного потенціалу. За період двох ротаций енергоємність чорнозему типового зменшувалась на 42,6 ГДж/га.*

*Використання екологічної системи землеробства сприяло стабілізації енергетичного балансу ґрунту. Застосування для відтворення родючості ґрунту органічних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси пожнивних сидератів і 150 кг мінеральних добрив ( $N_{46}P_{49}K_{55}$ ), забезпечило зростання енергії ґрунту до початкового в середньому за рік на 1,68 ГДж/га. Подальші дослідження щодо енергопотенціалу чорнозему типового у сівозмінах з врахуванням різних джерел надходження органічної речовини до ґрунту є основою для розробки екологічно врівноваженої і ефективної системи землеробства.*

***Ключові слова:** енергопотенціал ґрунту, баланс, гумус, система землеробства, добрива*

Енергетична ефективність агротехнологій значно залежить від направленості і збалансованості енергетичних потоків у ґрунті [2]. Формування позитивного балансу енергії ґрунту забезпечує стабільність енергетичного балансу в агроекосистемах і сприяє підвищенню енергетичної ефективності агротехнологій [5].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В умовах сучасного виробництва ефективним заходом впливу на енергетичний потенціал ґрунту виступає система удобрення.

Застосування добрив нормує обсяги надходження енергії в ґрунт, впливає на її розподіл та зберігання. За даними В. В. Іваніни [3], С. В. Рогальського [4], внесення органічних добрив у системі удобрення культур сприяє збереженню енергетичного потенціалу ґрунту, а за високих обсягів надходження органічної речовини забезпечує розширення його відтворення. Стабільність енергетичного потенціалу чорнозему типового вилугуваного за органо-мінеральної системи удобрення

Цюк А. О.

відзначалася в дослідженнях Я. П. Цвея [7].

На думку Ю. О. Тараріко [6], підвищення енергетичного потенціалу ґрунтів у сучасному виробництві можна досягти шляхом біологізації системи удобрення – застосування побічної продукції та зеленої маси післяжнивних сидеральних культур.

Зменшення енергетичного потенціалу агроecosystem є головним протиріччям сучасного землеробства [4, 5]. Відомий зв'язок між продуктивністю агроecosystem, сталістю агроландшафтів та зміною родючістю ґрунтів, енергію ґрунтів правомірно розглядати як універсальний критерій оцінки діяльності агроecosystem [1].

На сьогодні дослідження балансу елементів живлення лежить в основі концепції сталого виробництва, є основою оцінки економічної та екологічної ефективності застосування мінеральних добрив [8].

Зернові культури формують потужну кореневу систему, збагачують ґрунт органічною речовиною, сприяють утворенню хорошої агрономічної структури, що забезпечує сприятливі умови для засвоєння азоту рослинами і підвищує їх продуктивність [9].

**Метою дослідження** – вивчення енергопотенціалу чорнозему типового за використання систем землеробства у зернопросапній сівозміні.

**Матеріали і методи досліджень.**

Дослідження проводились протягом 2008-2018 рр. на Агрономічній дослідній станції Національного університету біоресурсів і природокористування України (Київська обл., Васильківський р-н., с. Пшеничне). Ґрунт дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий з вмістом гумусу в оброблювальному шарі 4,2 – 4,5 %, рН сольової витяжки 7,0-7,2. Питома маса ґрунту 2,6 г/см<sup>3</sup>, повна вологемкість 38,4%, польова вологемкість – 28%, вологість стійкого в'янення – 10%. Глибина залягання підґрунтових вод 5-6 м.

Дослідження проводили у 2-факторному стаціонарному польовому досліді з вивчення – 3-х градацій систем землеробства і 3 –х систем основного обробітку ґрунту. Чергування культур у зернопросапній сівозміні наступне: соя – пшениця озима – соняшник – ячмінь – кукурудза на зерно.

Єдиною логічною відміною між варіантами системи землеробства обране їх ресурсне забезпечення для відтворення родючості ґрунту і виконання технологічних заходів догляду за посівами.

*Промислова (інтенсивна, контроль)* - пріоритетне використання промислових добрив для відтворення родючості ґрунту з внесенням на гектар сівозмінної площі 12 т гною та інтенсивним

Цюк А. О.

застосуванням мінеральних добрив 300 кг NPK ( $N_{92}P_{100}K_{108}$ ), інтенсивним використанням пестицидів визначена для отримання урожайності пшениці озимої на рівні 5 т/га і буряків цукрових – 60 т/га, а також забезпечення позитивного балансу гумусу. *Екологічна* – пріоритетне застосування для відтворення родючості ґрунту органічних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 18 т органіки (12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси поживних сидератів) і 150 кг діючої речовини мінеральних добрив ( $N_{46}P_{49}K_{55}$ ), застосуванням пестицидів за критерієм еколого – економічного порогу наявності шкідливих організмів. *Біологічна (органічна)* – застосування лише природних органічних добрив 17 т/га для відтворення родючості ґрунту без внесення промислових агрохімікатів та пестицидів, але з використанням замість них біологічних засобів захисту посівів від шкідливих організмів.

Зміст другого фактора – систем основного обробітку ґрунту в сівозміні: у межах кожної системи землеробства вивчають чотири його варіанти: 1) диференційований обробіток (контроль), який рекомендований в Лісостепу і передбачає за ротацію сівозміни полицевих обробітків, один поверхневий під озиму пшеницю і один чизельний обробіток під ячмінь; 2) полицево-безполицевий, що

складається з ярусної оранки під соняшник, поверхневого дискування під озиму пшеницю та чизельних розпушувачів під решту культур; 3) поверхневий обробіток дисковими знаряддями під всі культури на глибину 8-10 см..

Площа посівної ділянки – 280 м<sup>2</sup>, облікової – 192 м<sup>2</sup>. Повторність досліду – чотириразова, розміщення варіантів послідовне.

Визначення вмісту гумусу в ґрунтових зразках здійснювали за методом І. В. Тюріна. Баланс елементів живлення розраховували згідно з прийнятими методиками. Енергетичний баланс ґрунту та його складових розраховували за допомогою енергетичних еквівалентів [6].

**Результати досліджень.** Вирощування культур зерно просапної сівозміни упродовж (2008-2018 рр.) разом з витратами антропогенної енергії на технологічні операції потребувало значних витрат енергії ґрунту. Енергетичний потенціал чорнозему типового в кінці ротації другої ротації у варіанті органічної системи землеробства зменшився на 6,2 ГДж/га, а за інтенсивної – на 42,6 ГДж/га. У структурі витрат енергії обумовлено від'ємним балансом елементів живлення 63,0 %, решту 37,0 % витрат енергії гумусу в ґрунті. Наприкінці ротації зерно просапної сівозміни у варіанті біологічної системи землеробства запаси фосфору в ґрунті

Цюк А. О.

зменшились на 10 кг/га, калію – на 31,0 кг/га, що супроводжувалось падінням енергії ґрунту щодо азоту на

73,8 ГДж/га, фосфору – на 1,5, калію – на 1,9 ГДж/га (табл. 1).

### 1. Зміна енергопотенціалу 0-40 см шару чорнозему типового в сівозміні, (2008-2018 рр.)

Варіанти	Запаси гумусу, т/га		Баланс, ± кг/га			Баланс енергії, ± ГДж/га				Зміна енергії ґрунту, ± ГДж/га
	2008	2018	N	P	K	гумус	N	P	K	
Біологічна	44,3	43,6	4	-10	-31	71	-73,8	-1,5	-1,9	-6,2
Екологічна	44,6	46,6	30	32	-4	76	-57	4,2	-6,4	16,8
Інтенсивна	43,8	44,4	23	67	-12	72,8	-119	2,7	0,9	-42,6

У щорічному балансі енергії застосування лише органічних добрив за біологічної системи землеробства порівняно з інтенсивною – підвищували енергетичний потенціал ґрунту в цілому на 3,64 ГДж на 1 га сівозмінної площі.

Очевидно є те, що інтенсивна система землеробства спроможна підвищити продуктивність землеробства, але не здатна забезпечити його сталий розвиток уже у найближчій перспективі. Використання біологічної системи землеробства супроводжувалось щорічними втратами органічної речовини ґрунту в розмірі 0,07 т/га.

Сталих показників енергетичного балансу ґрунту вдалось досягти у разі застосування екологічної системи землеробства. Використання 12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси пожнивних сидератів на фоні внесення 150 кг мінеральних добрив  $N_{46}P_{49}K_{55}$  на 1 га сівозмінної площі підвищило

енергоємність ґрунту наприкінці ротації до початкового показника, на 16,8 ГДж/га. Позитивних показників енергетичного балансу вдалось досягти завдяки стабілізації вмісту органічної речовини у ґрунті. Екологічна система виявилась неспроможною повною мірою компенсувати винос рослинами азоту і калію ґрунту. Внаслідок цього на фоні загального позитивного балансу енергоємності запаси енергії азоту та калію ґрунту щороку зменшувались відповідно на 5,7 та 0,64 ГДж/га.

Досить ефективною виявилась екологічна система землеробства, за своїм впливом на його енергетичний стан. Використання гною і побічної продукції на фоні внесення 150 кг мінеральних добрив  $N_{46}P_{49}K_{55}$  на 1 га сівозмінної площі збільшувало надходження в ґрунт елементів живлення і формувало додатній баланс азоту і фосфору в ґрунті наприкінці ротації відповідно 30 та 32 кг/га, за неістотного від'ємного

Цюк А. О.

(-4,0 кг/га) балансу калію. Завдяки покращенню біогенного балансу екологічна система землеробства порівняно з інтенсивною збільшувала енергоємність ґрунту в цілому за ротацію сівозміни на 16,8 ГДж/га, або 1,68 ГДж/га в рік.

Застосування біологічної системи землеробства, у якому застосовували лише органічні добрива сприяло зниженню енергоємності ґрунту на 6,2 ГДж/га, або 0,62 ГДж/га в рік. Використання на варіанті інтенсивної системи землеробства мінеральних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 300 кг ( $N_{92}P_{100}K_{108}$ ), сприяло зниженню енергоємності ґрунту 42,6 ГДж/га. Відновленню ґрунтової енергії сприяло застосування гною, побічної продукції (солома пшениці озимої і сої, стебла соняшнику і кукурудзи), сівба сидеральних культур. Органічні добрива на варіантах дослідів забезпечили позитивний баланс гумусу, на частку якого в енергетичному балансі припадало 8,7–58,5 % ґрунтової енергії.

Найвищі показники енергетичного балансу чорнозему типового наприкінці двох ротацій відмічено за екологічної моделі землеробства. Дана система

землеробства сприяла інтенсивному накопиченню органічної речовини, запаси якого наприкінці двох ротацій на 2,0 т/га, за показників додатного балансу азоту і фосфору – відповідно 30 і 32 і від'ємного балансу калію 4 кг/га.

Завдяки суттєвому зростанню запасів органічної речовини ґрунту на варіанті екологічного землеробства його енергоємність наприкінці двох ротацій зросла на 16,8 ГДж/га.

### **Висновки і перспективи**

Вирощування культур сівозміни за інтенсивної системи землеробства ( $N_{92}P_{100}K_{108}$  на 1 га сівозміни) зменшувало запаси органічної речовини ґрунту та спричиняло зменшення його енергетичного потенціалу. За період двох ротацій енергоємність чорнозему типового зменшувалась на 42,6 ГДж/га.

Використання екологічної системи землеробства сприяло стабілізації енергетичного балансу ґрунту. Застосування для відтворення родючості ґрунту органічних добрив з внесенням на гектар сівозмінної площі 12 т/га гною і 6 т/га побічної продукції і маси пожнивних сидератів і 150 кг мінеральних добрив ( $N_{46}P_{49}K_{55}$ ), забезпечило зростання енергії ґрунту до початкового в середньому за рік на 1,68 ГДж/га.

### Список використаних джерел

1. Заришняк А. С., Балуц С. А., Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. Вісник аграрної науки. 2012. 1. 28-32.
2. Іваніна В. В. Енергетичний баланс чорнозему типового вилугуваного та ефективність агротехнологій залежно від системи удобрення. Збірник наукових праць ІБКЦБ. 2013. Вип. 18. С.99-101.
3. Іваніна В. В. Зміна енергопотенціалу чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення зерно-бурякової сівозміни. Агроекологічний журнал. 2012. № 3. С.37-40.
4. Рогальський С. В. Відтворення енергетичного потенціалу ґрунту у Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2001. №4. С. 75-76.
5. Сінеченко В. М. Ефективність сучасного землеробства на основі його енергетичного балансу. Вісник аграрної науки. 2004. № 11. С. 14-17.
6. Тарарико Ю. А. Формирование устойчивых агроэкосистем. Киев. ДИА. 2007. 560 с.
7. Цвея Я. П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноротаційних сівозмін. Збірник наукових праць ІБКЦБ. 2001. Вип. 12. С. 45-55.
8. Sassenrath G.F., Schneider J.M., Gaj R., Grzebisz W., Halloran J.M. Nitrogen balance as an indicator of environmental impact: toward sustainable agricultural production. *Agric. Food Syst.* 2013 . 28. 276–289.  
<https://doi.org/10.1017/S1742170512000166>
9. Mandic V., Krnjaja v., Tomic Z., Bijelic Z, Simic A., Muslic D., Gogic M. Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean journal of agricultural research.* 2015. 75(1). 92–97.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>

### References

1. Zaryshniak A.S., Balyuk S.A., Lisovyi M.V., Komarista A.V. (2012). Balance of humus and nutrients in soils of Ukraine]. *Bulletin of agrarian science*, 1, 28– 32. [in Ukrainian].
2. Ivanina V. V. (2013). Enerhetychnyi balans chornozemu typovoho vyluhuvanoho ta efektyvnist ahrotekhnolohii zalezho vid systemy udobrennia. *Zbirnyk naukovykh prats IBKTSB.* Vyp. 18. 99-101. [in Ukrainian].
3. Ivanina V. V. (2012). Zmina enerhopotentsialu chornozemu opidzolenoho za riznykh system udobrennia zerno-buriakovoi sivozminy. *Ahroekolohichniy zhurnal*, 3, 37-40. [in Ukrainian].
4. Rohalskyi S. V. (2001). Vidtvorennia enerhetychnoho potentsialu hruntu u Lisostepu. *Visnyk ahrarnoi nauky.* 4, 75-76. [in Ukrainian].
5. Sinechenko V. M. (2004). Efektyvnist suchasnoho zemlerobstva na osnovi yoho enerhetychnoho balansu. *Visnyk ahrarnoi nauky.* 11, 14-17. [in Ukrainian].
6. Tararyko Yu. A. (2007). Formyrovanye ustoichyvykh ahroekosystem. *Kyev. DYA.* 560. [in Ukrainian].
7. Tsveia Ya. P. (2001). Bioenerhetychna otsinka produktyvnosti riznorotatsiinykh sivozmin. *Zbirnyk naukovykh prats IBKTSB.* Vyp. 12, 45-55. [in Ukrainian].
8. Sassenrath G.F., Schneider J.M., Gaj R., Grzebisz W., Halloran J.M. (2013). Nitrogen balance as an indicator of environmental impact: toward sustainable agricultural production. *Agric. Food Syst*, 28, 276–289.  
<https://doi.org/10.1017/S1742170512000166>
9. Mandic V., Krnjaja v., Tomic Z., Bijelic Z, Simic A., Muslic D., Gogic M. (2015). Nitrogen fertilizer influence on wheat yield and use efficiency under different environmental conditions. *Chilean journal of agricultural research*, 75(1), 92–97.  
<https://doi.org/10.4067/S0718-58392015000100013>

## ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОПОТЕНЦИАЛА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ЗЕРНОПРОСАШНОГО СЕВООБОРОТА

А. А. Цюк

*Анатоция.* Целью исследования является изучение энергopotенциала чернозема типичного при использовании систем земледелия в зернопропашного севооборота. За время исследований использовали полевой, лабораторный, расчетный методы. Выращивание культур севооборота при интенсивной системы земледелия ( $N_{92}P_{100}K_{108}$  на 1 га севооборота) уменьшало запасы органического вещества почвы и вызывало уменьшение его энергетического потенциала. За период двух ротаций энергоемкость чернозема типичного уменьшалась на 42,6 ГДж/га.

Использование экологической системы земледелия способствовало стабилизации энергетического баланса почвы. Применение для воспроизводства плодородия почвы органических удобрений с внесением на гектар сивооборотной площади 12 т/га навоза и 6 т/га побочной продукции, массы пожнивных сидератов и 150 кг минеральных удобрений ( $N_{46}P_{49}K_{55}$ ), обеспечило рост энергии почвы к исходному в среднем за год на 1,68 ГДж/га. Дальнейшие исследования по энергopotенциалу чернозема типичного в севооборотах с учетом различных источников поступления органического вещества в почву является основой для разработки экологически уравновешенной и эффективной системы земледелия.

**Ключевые слова:** энергopotенциал почвы, баланс, гумус, система земледелия, удобрения

## CHANGE OF ENERGY POTENTIAL OF BLACK EARTH OF A TYPE OF GRAIN ORGANIZATION

O. A. Tsyuk

**Abstract.** The purpose of the study is to study the energy potential of black earth typical for the use of farming systems in grain-crop rotation. During the researches, field, laboratory and calculation methods were used. Cultivation of crop rotation under an intensive crop system ( $N_{92}P_{100}K_{108}$  per 1 ha of crop rotation) reduced the soil organic matter reserves and reduced its energy potential. For the period of two rotations, the typical black earth energy intensity decreased by 42.6 GJ/ha.

The use of an ecological farming system has helped to stabilize the energy balance of the soil. Application for reproduction of soil fertility of organic fertilizers with application of 12 t / ha of manure per hectare of crop rotation and 6 t/ha of by-products and weight of crop sideratas and 150 kg of mineral fertilizers ( $N_{46}P_{49}K_{55}$ ), provided an increase of soil energy up to the initial average of 1 year on average 1,68 GJ/ha. Further studies on the energy potential of black earth typical of crop rotation, taking into account different sources of organic matter input to the soil, are the basis for the development of an environmentally balanced and efficient system of agriculture.

**Key words:** soil energy potential, balance, humus, farming system, fertilizers