

УДК: 631.147: 631.417.2

І. Д. Жолудєва, О. П. Трунов

Луганський національний університет імені Тараса Шевченка

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ГУМУСОВИЙ СТАН І ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО

Досліджено енергетичний потенціал чорнозему звичайного на лесовидному суглинку з застосуванням мінеральної та органічної систем удобрення. Показано, що питома теплота згоряння ґрунту змінюється залежно від системи удобрення більш суттєво, ніж запаси органічної речовини ґрунту. На підставі отриманих енергетичних характеристик ґрунту доведено, що в умовах Луганської області органічна система удобрення з застосуванням гною у дозі 60 т/га збільшує загальні енергетичні запаси ґрунтів за рахунок підвищення енергетики гумінових кислот, які є основними акумуляторами ґрунтової енергії.

Ключові слова: гумінові кислоти, гумусовий стан, енергетичний потенціал, енергоємність, органічна речовина, питома теплота згоряння, система удобрення.

Вступ. Проблема органічної речовини ґрунтів посідає значне місце в генетичному та агрономічному ґрунтознавстві. Відомо, що гумусові речовини є провідними в процесах формування та еволюції ґрунтів, у створенні ґрунтової родючості. Гумус виступає в ролі загальнопланетарного акумулятора і розподільвача сонячної енергії, що утримує в біосфері важливі елементи живлення організмів [1–4]. Саме цьому, потенціальну родючість ґрунтів зв'язують з умістом гумусу та його запасами в ґрунті.

Ґрунтовий гумус характеризується за показниками групового та фракційного складу [5, 6]. За умов, що склалися в сільськогосподарському виробництві в Україні, збільшується антропогенний вплив на ґрунт, зростає інтенсивність обміну між ґрунтом і навколишнім середовищем, змінюється його гумусовий стан. Таким чином, виникає можливість та необхідність використання показників гумусового стану ґрунтів у діагностичних цілях, на що вказується в роботах Д. С. Орлова [5], М. І. Дергачової [7] та ін. Ґрунт виявляється енергоносієм, що володіє значними запасами енергії. Як зазначає В. А. Ковда [1], величина внутрішньої енергії гумусу може бути універсальним критерієм потенціальної родючості ґрунту або його продуктивності в цілому. Продуктивність ґрунту тим більша, чим більше енергії в гумусі та чим менша величина внутрішньої енергії кристалічної решітки. Саме енергетичні показники, на нашу думку, у сучасних умовах можна використовувати для оцінки еволюції родючості ґрунтів, за якими можна своєчасно виявляти зміни ґрунтоутворного процесу та керувати ним.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили протягом 2007–2010 р. у польовій сівозміні стаціонарного досліду в Луганському інституті агропромислового виробництва в рамках науково-дослідних робіт. *Мета* досліджень полягає у вивченні енергетичного потенціалу ґрунтів агроценозів, з застосуванням різних систем удобрення. *Об'єктом* досліджень є питома теплота згоряння ґрунтів та їх гумусових речовин за різних систем удобрення.

Досліджений ґрунт представлений чорноземом звичайним малогумусним важкосуглинковим на лесовидному суглинку з рН 7,5, умістом валового азоту – 0,25 %, фосфору – 0,14 %, обмінного калію – 245 мг/100 г ґрунту. У досліді вивчали вплив різних систем та рівнів удобрення. Було проведено дослідження на чотирьох варіантах досліду: контроль (без добрив); внесення мінеральних добрив – N₉₀P₄₀K₄₀; внесення гною – 30 т/га; внесення гною – 60 т/га. Зразки для лабораторного аналізу ґрунту відбирали з шару 0–20 см згідно з ДСТУ 4287:2004 [8]. У відібраних зразках визначали вміст органічної речовини, фракційно-груповий склад гумусу, питому теплоту згорання ґрунту та гумінових кислот, вилучених з органічної речовини. Лабораторний аналіз ґрунтів проведено за допомогою хімічних та фізико-хімічних методів за загальноприйнятими методиками відповідно до ДСТУ 4289:2004 та МВВ [9, 10].

Визначення енергетичного потенціалу органічної речовини ґрунту та гумінових кислот за фракціями виконано на калориметричній установці В-08-МА. Згідно з методикою спалювання наважки ґрунту відбувається в середовищі стиснутого кисню в калориметричній бомбі з використанням наважки глюкози як високо енергетичного матеріалу за методикою, розробленою в лабораторії агроекології ЛІАПВ [11].

Результати та обговорення. Згідно з сучасними критеріями оцінки ґрунтів за показниками родючості [12] досліджені ґрунти мають високий вихідний вміст органічної речовини на контрольному варіанті (4,21 %). Внесення добрив як мінеральних, так і органічних позитивно впливає на накопичення органічної речовини у ґрунті: застосування мінеральних добрив збільшує її вміст на 5 %, а органічних на 8–10 % порівняно з контрольним параметром (табл. 1).

1. Вплив добрив на вміст органічної речовини на чорноземі звичайному (шар 0–20 см)

<i>Система удобрення</i>	<i>Уміст органічної речовини, %</i>	<i>Збільшення в порівнянні з контролем, %</i>	<i>Приріст до контролю, %</i>
Контроль	4,21	-	-
N ₉₀ P ₄₀ K ₄₀	4,43	0,22	5,2
Гній 30 т/га	4,54	0,33	7,9
Гній 60 т/га	4,62	0,41	9,7

Поряд з кількісними змінами за умов застосування добрив органічна речовина ґрунту зазнає суттєвих якісних змін (табл. 2). Тип гумусу чорнозему звичайного – гуматний, співвідношення Сгк:Сфк на контрольному варіанті складає 3,5.

Застосування мінеральних та органічних добрив збільшує вміст гумінових кислот у ґрунті, за рахунок чого співвідношення Сгк:Сфк зростає до 3,7–4,2. Але, якщо на варіантах з застосуванням гною цей процес пояснюється гумусоутворенням, то за внесення мінеральних добрив – за рахунок деструкції менш стійких до розкладання фульвокислот [13]. Гумінові кислоти у чорноземі звичайному знаходяться переважно у формах міцного зв'язку з кальцієм і вилучаються з ґрунту лише після його декальціювання (фракція ГК–2). Зміна фракційного складу гумусу при внесенні добрив виявляється у збільшенні вмісту

вільних гумінових кислот (фракція ГК–1), при цьому в ще більш значній мірі зростає вміст фульвокислот першої фракції (ФК–1) – з 0,4 до 8,2 % до Сзаг. Одночасно відбувається зменшення фракції ФК–2, особливо у варіанті з застосуванням гною 60 т/га – 0,7 % до Сзаг., що майже в 9 раз менше в порівнянні з контрольним варіантом, тоді, як вміст фракції ГК–2 трохи збільшується – в 1,2–1,3 разу порівняно з контрольним варіантом. Імовірно це відбувається за рахунок часткового переходу або матричного відновлення фракції ГК–2 за рахунок інших фракцій гумусу [13–15].

2. Вплив добрив на груповий та фракційний склад гумусу чорнозему звичайного

Варіанти	Сзаг, %	Сгк				Сфк					Сгк + Сфк	Сгк/ Сфк	Гуміни
		1	2	3	сума	1а	1	2	3	сума			
Контроль	2,44	<u>0,03*</u>	<u>0,67</u>	<u>0,20</u>	<u>0,90</u>	<u>0,06</u>	<u>0,01</u>	<u>0,15</u>	<u>0,04</u>	<u>0,26</u>	<u>1,16</u>	3,5	<u>1,28</u>
		1,2	27,5	8,2	36,9	2,5	0,4	6,1	1,6	10,7	47,5		52,5
N ₉₀ P ₄₀ K ₄₀	2,57	<u>0,04</u>	<u>0,83</u>	<u>0,14</u>	<u>1,01</u>	<u>0,05</u>	<u>0,04</u>	<u>0,12</u>	<u>0,03</u>	<u>0,24</u>	<u>1,25</u>	4,2	<u>1,32</u>
		1,6	32,3	5,4	39,3	1,9	1,6	5,8	1,2	9,3	48,6		51,4
Гній, 30 т/га	2,60	<u>0,05</u>	<u>0,82</u>	<u>0,21</u>	<u>1,08</u>	<u>0,05</u>	<u>0,10</u>	<u>0,10</u>	<u>0,04</u>	<u>0,29</u>	<u>1,37</u>	3,7	<u>1,23</u>
		1,9	31,5	8,1	41,5	1,9	3,9	3,8	1,5	11,2	52,7		47,3
Гній, 60 т/га	2,68	<u>0,05</u>	<u>0,89</u>	<u>0,26</u>	<u>1,20</u>	<u>0,01</u>	<u>0,22</u>	<u>0,02</u>	<u>0,03</u>	<u>0,28</u>	<u>1,48</u>	4,3	<u>1,20</u>
		1,9	33,2	9,7	44,8	0,4	8,2	0,7	1,1	10,4	55,2		44,8

Примітка: чисельник – % до ваги ґрунту, знаменник – % до Сзаг.

Питома теплота згоряння ґрунту змінюється залежно від системи удобрення більш суттєво, ніж загальний вміст органічної речовини і фракційно-груповий склад чорнозему звичайного (таблиця 3). Застосування мінеральної системи удобрення збільшує питому теплоту згоряння в орному шарі – на 7 %, а органічної – на 10–34 %. Підвищення питомої теплоти згоряння ґрунту на органічному фоні застосування добрив обумовлено не тільки залишками гуміфікованого гною, але, імовірно, збільшенням чисельності мікроорганізмів та корневих залишків, що мають високі енергетичні показники. Про це свідчить кількість енергії, яка припадає на 1 г органічної речовини, що є характеристикою енергоємності ґрунту. Внесення мінеральних добрив майже не впливає на енергоємність, збільшення дози гною до 60 т/га підвищує енергоємність на 22 %.

3. Енергетична характеристика чорнозему звичайного залежно від системи удобрення

Система удобрення	Уміст органічної речовини, %	Питома теплота згоряння, ккал/кг	Енергоємність, ккал/г органічної речовини
Контроль	<u>4,21*</u>	<u>182,3</u>	<u>4,33</u>
	100,0	100,0	100,0
N ₉₀ P ₄₀ K ₄₀	<u>4,43</u>	<u>194,4</u>	<u>4,39</u>
	105,2	106,6	101,4
Гній 30 т/га	<u>4,54</u>	<u>200,5</u>	<u>4,42</u>
	107,9	110,0	102,1
Гній 60 т/га	<u>4,62</u>	<u>244,7</u>	<u>5,30</u>
	109,7	134,2	122,4

Примітка: чисельник – питома теплота згоряння ґрунту, знаменник – % до контролю.

На підставі даних вмісту органічної речовини та питомої теплоти згоряння

грунту для чорнозему звичайного на лесовидному суглинку встановлено позитивну і тісну кореляцію ($R^2 = 0,91$).

Як відомо, основний акумулятор енергії в гумусі – гумінові кислоти, які відрізняються високою теплотою згорання серед усіх його інших компонентів [16]. Згідно з розрахунковими даними кількість енергії, акумульованої в гумінових кислотах, складає до 40 % від загальної кількості енергії, запасеної в гумусі [17].

Наші дослідження з прямого визначення питомої теплоти згорання гумінових кислот підтверджують розрахункові дані щодо їх високого енергетичного потенціалу. Відповідно до отриманих даних гумінові кислоти мають дуже високі енергетичні характеристики (табл. 4). Питома теплота згорання гумінових кислот суттєво зростає у варіантах із застосуванням органічних добрив – збільшення дози гною збільшує питому теплоту згорання гумінових кислот до 4679 ккал/кг.

4. Енергетична характеристика органічної речовини чорнозему звичайного залежно від системи удобрення

Система удобрення	Питома теплота згорання ГК		Доля енергії ГК до загальної енергії органічної речовини ґрунту, %
	ккал/кг ГК	ккал/кг ґрунту	
Контроль	3931	25,2	62
N ₉₀ P ₄₀ K ₄₀	3760	25,6	58
Гній 30 т/га	4372	31,9	64
Гній 60 т/га	4679	33,2	54

Більша частина потенційної енергії ґрунту акумульована в гумінових кислотах: енергоємність гумінових кислот чорнозему звичайного є майже стабільною величиною – у середньому 2,8 ккал/г і складає 54–64 % до загальної енергоємності органічної речовини ґрунту (рис. 1).

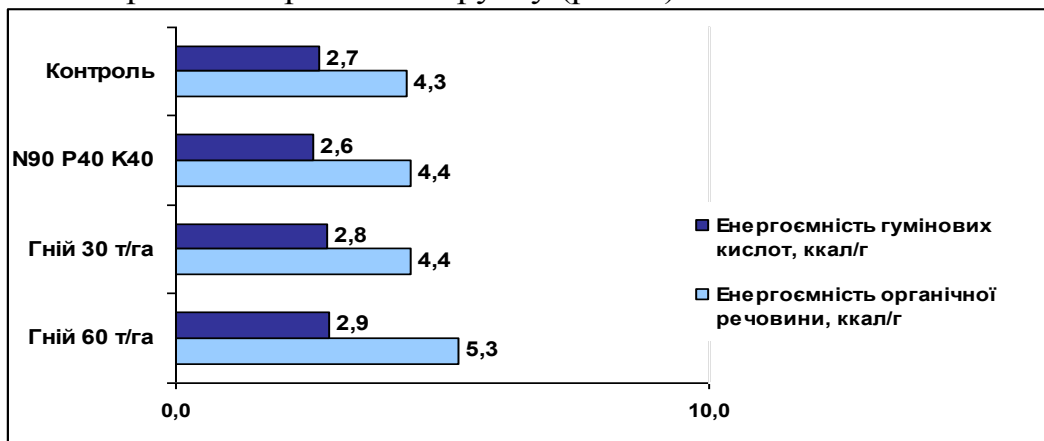


Рис. 1. Енергоємність органічної речовини і гумінових кислот чорнозему звичайного залежно від системи удобрення

Серед усіх гумінових кислот гумінові кислоти другої фракції (ГК–2) є найбільш енергоємними – їх енергоємність в 5–10 разів більша порівняно з кількістю енергії, що накопичена у фракціях ГК–3 та ГК–1 (табл. 5). Застосування добрив дещо збільшує вміст ГК–2, енергоємність порівняно з контролем максимально зростає за умов застосування гною у дозі 60 т/га – на 10 %.

**5. Питома теплота згоряння (Q) гумінових кислот
за фракціями чорнозему звичайного**

Варіант	Фракції гумінових кислот					
	ГК-1		ГК-2		ГК-3	
	уміст, %	Q, ккал/кг ГК	уміст, %	Q, ккал/кг ГК	уміст, %	Q, ккал/кг ГК
Контроль	0,03	277	0,67	3142	0,20	512
N ₉₀ P ₄₀ K ₄₀	0,04	280	0,83	2996	0,14	484
Гній 30 т/га	0,05	326	0,82	3494	0,21	601
Гній 60 т/га	0,05	368	0,89	3352	0,26	602

Фракція ГК-1 – вільні і зв'язані з рухомими полуторними окислами – у порівняно з іншими фракціями гумінових кислот міститься в найменшій кількості. Застосування добрив не впливає на вміст гумінових кислот цієї фракції, але їх енергоємність збільшується при застосуванні органічних добрив на 49–71 ккал/кг в порівнянні з контролем (15–25 %).

Фракція ГК-3 – гумінові кислоти, зв'язані зі стійкими полуторними окислами і глинистими мінералами – складає 0,14–0,26 % і залежить від застосування добрив. Кількість енергії у ГК-3 максимальна для варіантів з органічними добривами – вона збільшується на 15 % в порівняно з контрольним варіантом без добрив.

Таким чином, органічні добрива найбільш суттєво впливають на енергетику найбільш рухомої фракції у складі гумінових кислот - фракції вільних і зв'язаних з рухливими полуторними окислами гумінових кислот (ГК-1). Стабільні форми гумінових кислот фракцій ГК-2 та ГК-3 є більш енергостійкими.

Висновки. Уміст органічної речовини у чорноземі звичайному за умов застосування добрив збільшується на мінеральному фоні – на 0,2 %, на органічному – на 0,3–0,4 %, питома теплота згоряння – відповідно на 7 % та 10–34 %. Основним акумулятором енергії в гумусі є гумінові кислоти. Енергоємність гумінових кислот складає 54–64 % до загальної енергоємності органічної речовини. Серед гумінових кислот найбільш енергоємними є гумінові кислоти другої фракції (ГК-2), які мають питому теплоту згорання 2996–3352 ккал/кг. Питома теплота згоряння всіх фракцій гумінових кислот знаходиться у прямій залежності від застосування добрив. Органічні добрива найбільш суттєво підвищують енергетичні показники фракції вільних і зв'язаних з рухливими полуторними окислами гумінових кислот (фракція ГК-1). Стабільні форми гумінових кислот фракцій ГК-2 та ГК-3 є більш енергостійкими у порівняно з фракцією ГК-1 і наближенні до стану динамічної рівноваги.

Бібліографічний список: 1. Ковда В. А. Биосфера, почвы и их использование / В. А. Ковда // материалы X Междунар. конгр. почвоведов. – М., 1974. – 128 с. 2. Волобуев В. Р. Агроэнергетика – актуальная научная и практическая проблема / В. Р. Волобуев // Почвоведение. – 1983. – № 6. – С. 83–89. 3. Волобуев В. Р. Оценка продуктивности агроценозов с использованием энергетических критериев / В. Р. Волобуев // Почвоведение. – 1982. – № 7. – С. 83–88. 4. Булаткин Г. А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агроценозов / Г. А. Булаткин. – Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1986. – 208 с. 5. Орлов Д. С. Органическое

вещество почв России / Д. С. Орлов // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1049–1057. 6. Кононова М. М. Органическое вещество и плодородие почвы / М. М. Кононова // Почвоведение. – 1984. – № 8. – С. 6–17. 7. Дергачева М. И. Система гумусовых веществ почв (пространственные и временные аспекты) / М. И. Дергачева. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. – 110 с. 8. Якість ґрунту. Відбирання проб: ДСТУ 4287:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 5 с. – (Національний стандарт України). 9. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 9 с. – (Національний стандарт України). 10. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів / за ред. С. А. Балюка. – Х., 2004. – Кн. 1. – 212 с. 11. Методика выполнения измерений по определению удельной теплоты сгорания почвенного и растительного материала с помощью калориметрической установки В-08-МА, МВИ № 0-1. – Луганск, 2004. – 20 с. 12. Орлов Д. С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов / Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова, М. С. Розанова // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918–926. 13. Бацула А. А. Трансформация органического вещества почв под воздействием удобрений / А. А. Бацула, Я. М. Аммосова, Т. Ф. Кравец // Тез. докл. III съезда почвоведов и агрохимиков Украины. – Х., 1990. – С. 8–11. 14. Фокин А. Д. Участие различных соединений растительных остатков в формировании и обновлении гумусных веществ почвы / А. Д. Фокин // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С. 60–65. 15. Гришина Л. А. Система показателей гумусного состояния почв / Л. А. Гришина, Д. С. Орлов // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С. 42–47. 16. Алиев С. А. Биоэнергетика органического вещества почв / С. А. Алиев. – Баку: Элм, 1973. – 66 с. 17. Трофимов С. С. Гумусообразование в техногенных экосистемах / С. С. Трофимов, Н. Н. Наплекова, Е. Р. Кандрашин и др. – Новосибирск: Наука, 1986. – 165 с.

Жолудева І. Д., Трунов А. П.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

Исследован энергетический потенциал чернозема обыкновенного на лессовидном суглинке с применением минеральной и органической систем удобрения. Показано, что удельная теплота сгорания почв изменяется в зависимости от системы удобрения более существенно, чем запасы органического вещества в почве. На основании полученных энергетических характеристик почв показано, что в условиях Луганской области органическая система удобрения с применением навоза в дозе 60 т/га увеличивает общие энергетические запасы почв за счет повышения энергетики гуминовых кислот, которые являются основными аккумуляторами почвенной энергии.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, гумусное состояние, энергетический потенциал, энергоемкость, органическое вещество, удельное теплота сгорания, система удобрения.

Zholudeva I. D., Trunov A. P.

INFLUENCE DIFFERENT OF SYSTEMS FERTILIZERS ON THE HUMUS STATE AND POWER DESCRIPTIONS OF CHERNOZEM COMMON

Energy potential of chernozem common on a loess loam with using mineral and organic systems of the fertilizer was explored. It is shown that the specific warmth of combustion of soils changes depending on the system of fertilizer more substantially, than supplies of organic matter are in soil. On the basis of the got energy features of soils it is shown, that in Luhansk area the organic system of fertilizer with the use of manure in dose of 60 t/ha increases the total energy supplies of soils due to the increase of energy of humus acids that are the basic accumulators of soil energy.

Keywords: humus acids, humus state, energy potential, energy capacity, organic matter, specific warmth of combustion, system of fertilizer.