

УДК 631.417.2 +631.439

П. П. Надточій

д. с.-г. н.

Л. О. Рудницький

аспірант

Державний агроекологічний університет (м. Житомир)

ВНУТРІШНЯ ЕНЕРГІЯ ГУМУСУ – КРИТЕРІЙ ОЦІНКИ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

Наведено результати групового складу і запаси внутрішньої енергії гумусу для різних ґрунтових відмін. Запропоновано для бонітування ґрунтів на агроекологічній основі використовувати показник енергетичного стану гумусу, а за еталон взяти чорнозем типовий середньосуглинковий.

Вступ

Основною рушійною силою динамічних процесів, що відбуваються в ґрунті і фокусуються в його якісній властивості – родючості, виступає енергія органічної речовини. Вивчення енергетики ґрунтоутворення, так само як біоенергетики детритно-гумусового комплексу ґрунту, у зв'язку з необхідністю вирішення практичних задач щодо підвищення продуктивності агроценозів, здобувають особливу актуальність. З'ясування процесів формування продукції та деструкції органічної речовини на енергетичній основі дозволяє представити це явище як єдине ціле.

Ґрунти і сформовані на їх основі екосистеми у своєму розвитку в природних умовах прагнуть до стану, при якому в даних умовах клімату, видів рослинності та материнської породи, первинна продукція дорівнює за величиною щорічному опаді [17,18]. Залучення екосистем у сільськогосподарське використання перериває природний колообіг речовин і енергії внаслідок відчуження значної частини синтезованої

органічної маси у вигляді врожаю і побічної продукції з екосистеми, внесення в ґрунт додаткової енергії з добривами і меліорантами, а також унаслідок зміни інтенсивності мінералізації органічних речовин ґрунту під впливом факторів антропогенеза.

Розробка практичних аспектів удосконалювання керування родючістю ґрунтів вимагає енергетичного підходу і до вивчення ефективності агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур, що дає можливість кількісно оцінити енергонакопичування у врожаї, у виробничих ресурсах, а також визначити кількість енергії, котру затрачено на виробництво маси врожаю сільськогосподарських культур з фонду детритно-гумусових речовин ґрунту.

Сучасний стан питання щодо тематики статті, даний у роботах [9, 10, 11,16]. Зокрема, Гусєв і Бусаров [9] звернули увагу на необхідність обов'язкового включення складової енергетичного критерію порівняння в оцінку використовуваних агротехнологій, що відображає вихід енергії не тільки у вегетуючій біомасі, але і її зміни в ґрунті. Козиним [11] і Сірим [16] пропонується біоенергетичний потенціал органічної речовини використовувати в якості одного з критеріїв бонітування ґрунтів на агроекологічній основі..

У літературі даних із зазначених питань недостатньо. Зустрічаються поодинокі дослідження і про вплив тривалого систематичного застосування добрив у сівозмінах на зміни вмісту енергії в складі гумусу ґрунту. До того ж, результати визначення внутрішньої енергії гумусу трохи розрізняються між собою [3,4,6,7,10,11]. Вказується також і на нерівнозначність участі різних груп гумусових речовин у створенні ґрунтової родючості [6].

Завдання роботи

1. На підставі власних результатів досліджень і вивчення літературних джерел щодо вмісту гумусу і його якісного складу провести розрахунок запасів внутрішньої енергії в різних за генезисом ґрунтах;

2. Дослідити вплив тривалого систематичного застосування добрив у сівозміні на зміну вмісту внутрішньої енергії в складі гумусу;

3. Для бонітування ґрунтів на агроекологічній основі запропонувати конкретну ґрунтову відміну, запаси внутрішньої енергії якої в складі гумусу можна було б прийняти за еталон.

Об'єкти досліджень – різні за генезисом, складом і властивостями ґрунти. Додатково на підставі літературних даних [5, 6, 15] проведено розрахунок запасів внутрішньої енергії гумусу дерново-підзолистого, ясно-сірого лісового і каштанового ґрунтів. Окремі дослідження виконані також на лучно-чорноземному ґрунті в тривалому стаціонарному досліді, схема якого описана нами раніше [14] .

За методиками, описаними у літературі [1,2], визначалися наступні характеристики ґрунтів: гумус загальний за Тюриним, групово-фракційний склад гумусу за схемою Тюрина у модифікації Пономарьової і Плотникової. Запас енергії гумусу розраховували за формулою Алієва, яку уточнив Козін [11].

$$Q_{\Gamma} = 517,2 \cdot \Gamma \cdot H \cdot d_{\text{рб}} \cdot C_{\text{Гк}} / C_{\text{Фк}}, \quad (1),$$

де Q_{Γ} – запаси (млн.ккал/га) енергії в гумусі;

517,2 коефіцієнт перерахунку в млн. ккал/га;

Γ – вміст гумусу (%) ;

H – потужність ґрунтового шару (м);

$d_{\text{рб}}$ – рівноважна щільність ґрунту (г/см³);

$C_{\text{Гк}} / C_{\text{Фк}}$ – рівні групового складу гумусу ($C_{\text{Гк}} : C_{\text{Фк}}$).

Тісноту і форму зв'язку між досліджуваними параметрами визначали методом кореляційного і регресійного аналізу з використанням персонального комп'ютера.

Відомо [7,8,12,19], що величина $C_{\text{Гк}} / C_{\text{Фк}}$ варіює в широких межах, збільшуючись від тундрових і підзолистих ґрунтів до чорноземів, а потім у напрямку до ґрунтів пустельної зони знову зменшується.

Дані таблиці 1 свідчать, що співвідношення вуглецю гумінових кислот до вуглецю фульвокислот у верхніх шарах досліджуваних ґрунтів варіюють від 0,6 у дерново-підзолистому до 2,6 – у лучно-чорноземному і в чорноземі типовому среднесуглинковому (рілля). Причому, цей показник в ґрунтах, що знаходяться під ріллею, дещо вищий, ніж у аналогах природних угідь.

Таблиця 1. Запаси гумусу і його внутрішньої енергії в ґрунтах різних типів

Угіддя	Шар, см	Гумус		$\frac{C_{\text{Гк}}}{C_{\text{Фк}}}$	Запаси внутрішньої енергії гумусу, ккал/га $\cdot 10^8$
		%	т/га		
1	2	3	4	5	6
Дерново-підзолистий [15]					
Ліс	0–20	1,03	21,0	0,6	0,75
Рілля неудобрена	0–20	0,86	20,3	0,7	0,73
Рілля удобрена	0–20	0,79	18,6	0,6	0,63
Ясно-сірий лісовий [15]					
Рілля	0–22	3,10	72,5	0,9	3,65
Сірий лісовий					
Рілля удобрена	0–20	3,36	94,1	1,3	6,63
	20–40	2,75	81,8	1,0	4,23
Темно-сірий опідзолений					
Рілля	0–20	3,17	74,8	1,5	5,80
Чорнозем опідзолений					
Рілля	0–20	3,45	81,4	1,8	7,58

Продовження табл. 1.

1	2	3	4	5	6
Чорнозем типовий великопилюватий легко суглинковий					
Рілля	0–10	3,30	37,6	2,4	4,67
	10–20	3,12	36,8	2,3	4,38
	20–30	2,84	36,4	2,2	4,14
	30–40	2,72	33,7	2,4	4,19
	40–50	2,34	28,1	2,4	4,49
	0–50		172,6		21,97
Лісопосадка	0–10	4,23	49,1	2,1	5,33
	10–20	3,55	41,9	2,2	4,77
	20–30	3,07	36,8	2,3	4,38
	30–40	2,55	31,6	2,4	3,92
	40–50	2,40	28,8	2,4	3,57
	0–50		188,2		21,97
Лучно-чорноземний великопилюватий легко суглинковий					
Переліг	0–10	5,91	69,2	2,6	9,30
	10–20	5,63	68,7	2,4	8,53
	20–30	4,97	61,6	2,2	6,94
	30–40	4,14	54,6	2,0	5,65
	40–50	3,79	49,6	2,2	5,65
	0–50		303,7		36,07
Чорнозем типовий середньо суглинковий					
Періодично зкошуваний степ	0–10	9,81	78,4	2,5	10,14
	10–20	7,73	81,6	2,4	10,13
	20–30	6,48	70,8	2,4	9,53
	30–40	5,52	60,5	2,5	7,72
	40–50	5,33	60,4	2,3	7,20
	0–50		351,7		44,72
Рілля	0–10	5,50	57,8	2,6	7,77
	10–20	5,71	69,5	2,5	8,99
	20–30	5,64	69,4	2,4	8,62
	30–40	5,38	64,3	2,4	7,98
	40–50	5,26	59,8	2,4	7,42
	0–50		320,8		40,98
Каштановий ґрунт (Ростовська обл.) [5]					
Рілля	0–22	3,30	87,12	1,3	5,86

Найбільші запаси внутрішньої енергії гумусу виявлені в чорноземі типовому середньо суглинковому. На перелозі в шарі 0–50 см цей показник виявився на $3,74 \cdot 10^8$ ккал/га вищим, ніж на ріллі.

Важливо було встановити взаємозв'язки між запасами гумусу у відповідному шарі ґрунту і внутрішньої енергії гумусу, а також множинну регресійну залежність між запасами внутрішньої енергії гумусу (У), запасами гумусу (X_1) і рівнем групового складу гумусу (X_2). Встановлено,

що між запасами гумусу і запасами внутрішньої енергії гумусу існує позитивна кореляційна залежність ($R=0,74$) Виходячи з коефіцієнта детермінації ($d_{\text{дyx}} = r^2$), приблизно 55 % змін у запасах внутрішньої енергії гумусу зв'язано безпосередньо з його запасами в ґрунті.

Взаємозв'язок запасів внутрішньої енергії гумусу з запасами гумусу у відповідному шарі ґрунту, а також рівнем групового складу гумусу в наших дослідженнях наближається до лінійного і може приблизно бути вираженим рівнянням 2 .

$$Y=0,083X_1 + 2,424X_2 - 3,649 \quad (2)$$

Нульова гіпотеза про рівність множинного коефіцієнта кореляції в сукупності нулю ($H_0:R=0$) відкидається навіть на 1 %-вому рівні значимості ($F_{\text{факт.}} = 156,5$, а табличні дані $F_{t_{01}}$ при 2 і $34-3=31$ ступенях свободи складає 5,40). Коефіцієнт множинної детермінації ($R^2 = 0,95 = 0,91$) свідчить про те, що варіація внутрішньої енергії гумусу на 90,8 % зв'язана з діями досліджуваних факторів – запасами гумусу і рівнем $S_{\text{гк}}/C_{\text{фк}}$ і лише 9,2 % ($1-R^2$) не може бути обґрунтована впливом цих перемінних.

На зміну внутрішньої енергії в складі гумусу впливає і тривале систематичне застосування добрив у сівозміні (табл. 2). Причому, закономірності змін її запасів не повністю відбивають характер трансформації в запасах гумусу. Слід зазначити, що найменша кількість енергії виявлена на варіанті мінеральної системи добрив. Різниця стосовно контролю для півметрового шару становить $2,1 \cdot 10^{-8}$ ккал/га. У гнойовій системі добрив вона виявилася максимальною – $4,7 \cdot 10^{-8}$ ккал/га. Варіанти спільного застосування гною і мінеральних добрив займають проміжне місце.

Агроекологічний стан ґрунтів оцінюється за системою показників (об'єктивних критеріїв). За їх допомогою можна впливати на режими і процеси в ґрунті, а отже регулювати його родючість. Проте, агроекологічний моніторинг ґрунтів в Україні ще не набув широкого поширення. Значною перешкодою в цьому є недосконалість методів проведення всієї сукупності можливих антропогенних і техногенних навантажень на ґрунт у порівняльній вигляд. Певні труднощі зумовлені також нестачею потрібної інформації.

Головна вимога, якій повинен відповідати критерій як ознака виробленої оцінки – порівняність у часі й у просторі. А це, у свою чергу, накладає на нього ряд обмежень при використанні для цілей моніторингу. До числа найбільш важливих умов застосування відносять: малу мінливість за відносно тривалий період у часі під впливом природних факторів при одночасній можливості встановлення коливань під впливом антропогенних і техногенних навантажень; наявність методики, що дозволяє визначити і кількісно оцінити даний показник; наявність

фундаментальної залежності між критерієм і дією антропогенних факторів і ін. [13].

Таблиця 2. Вплив тривалого систематичного застосування добрив у сівозміні (1962 –1994 рр.) на зміну запасів енергії в складі гумусу лучно-чорноземного ґрунту

Варивант системи добрив	Глибина, см	Гумус		Запаси енергії в гумусі	Різниця до контролю
		вміст %	запаси, т/га		
				ккал/га · 1.10 ⁸	
Контроль (без добрив)	0–25	4,42	135,6	14,0	–
	25–50	4,12	127,7	14,5	–
	0–50			28,5	–
Гнойова	0–25	5,02	148,0	17,6	3,6
	25–50	4,46	137,1	15,6	1,1
	0–50			33,2	4,7
Гнійно-мінеральна (гній + 1,0 NPK)	0–25	5,17	155,1	18,5	4,5
	25–50	4,41	136,7	14,1	-0,4
	0–50			32,6	4,1
Гнійно-мінеральна (гній + 1,5 NPK)	0–25	5,28	158,4	18,0	4,0
	25–50	4,46	138,3	13,6	-0,9
	0–50			31,6	3,1
Мінеральна (1,0 NPK)	0–25	4,64	140,4	12,3	-1,7
	25–50	4,16	129,9	14,2	-0,4
	0–50			26,5	-2,1

На нашу думку, енергію гумусу можна використовувати як критерій оцінки агроекологічного стану ґрунту. Цей показник повністю відповідає вище зазначеним умовам, що пред'являються до критерію і може бути застосований при проведенні бонітування ґрунтів на агроекологічній основі. За еталон (100 балів) пропонуємо взяти енергію гумусу, що знаходиться в 0–50 см шарі чорнозему типового середньо суглинкового – 44,72 · 10⁸ ккал/га. Зазначений зразок ґрунту нами відібраний у заповіднику Михайлівська цілина, що в Лебединському районі Сумської області.

Висновки

1. Географія запасів енергії в різних ґрунтових відмінах відображає вміст і запаси в них гумусу, а також рівень його групового складу.

2. Тривале систематичне застосування добрив у сівозміні, поряд зі зміною кількісного вмісту гумусу і його якісного складу, впливає і на запаси енергії в ґрунті. Найбільше негативного сальдо енергетичного балансу в півметровому шарі лучно-чорноземного ґрунту виявлено на варіанті мінеральної системи добрив. Ґрунт, що тривалий час знаходиться під перелогом, відрізняється більш високим запасом енергії гумусу в

порівнянні з його аналогами, що знаходяться в сільськогосподарському користуванні.

3. Для бонітування на агроекологічній основі пропонується використовувати об'єктивний критерій – запаси внутрішньої енергії гумусу, а за еталон (100 балів) – взяти чорнозем типовий середньо суглинковий.

Вважаємо, що подальший напрямок досліджень повинен бути направлений на відпрацювання експрес-методики кількісного визначення енергії гумусу, а також на формування масиву даних щодо запасів енергії в різних ґрунтових відмінах.

Література

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975.–456 с.
2. Александрова Л.Н, Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению.- Ленинград. – Агропромиздат, 1986.–С.153–154.
3. Алиев С.А Биознергетика органического вещества.– Баку. Изд-во ЭЛМ.–1973. – 66 с.
4. Алиев С.А. Экология и биознергетика биохимических процессов превращения органического вещества – Баку. Изд-во ЭЛМ.–1978. –253 с.
5. Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б. Изменение гумусового состояния лесостепных и степных Черноземов под курганами и при длительной распашке // Почвоведение, 2002. № 2.– С. 140–149.
6. Безуглова О.С. Гумусное состояние почв юга России.– Ростов-на-Дону. – Изд-во СКНЦ ВШ. – 2001. – 228 с.
7. Волобуев В.Р. Система почв мира. – Баку: Элм, 1973, – 308 с.
8. Волобуев В.Р. Введение в энергетiku почвообразования. - М.:Наука, 1974. – 128 с.
9. Булаткин Г.А., Ларионов В.В. Энергетическая эффективность земледелия и агроэкосистем : взаимосвязи и противоречия // Агрохимия, 1997, № 3 – С. 63–66.
10. Гусев Е.М., Бусаров О.Е. Оценка энергетической эффективности агротехнологий // Почвоведение, 2001, № 7. – С. 832–844.
11. Козин В.К. Запас энергии в гумусе как критерий для бонитировки почв // Почвоведение. 1990. № 3 . С. 153–155.
12. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М.: изд-во МГУ, 1981, – 271. с.
13. Надточий П.П. Объективные критерии для целей почвенного мониторинга // Доповіді Національної академії наук. – 1991. – № 1. – С. 116–118.

14. *Надточий П.П.* Агроэкологическое состояние почв Лесостепи Украины, совершенствование управление их плодородием и продуктивностью агроценозов.- Дис. докт. с.-г. наук. – Киев. 1998. – 315 с.

15. Родчість ґрунтів.Мониторинг та управління: – К.: Урожай, 1992. – 246 с

16. *Серый А.И.* К методике бонитировки почв на агроэкологической основе // Почвоведение, 1981. № 7. – С. 5–18.

17. *Титлянова А.А.* Поступление органических веществ в почву в естественных фитоценозах и агроценозах. // Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. – М.: Изд-во МСХА, 1993. – С.7–18.

18. *Трофимов С.Я.* Функциональный подход к исследованию почв. // Вестник Московского университета. Сер.17.1992. № 3. –С.3–11.

19. *Щербаков А.П., Рудай И.Д.* Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ. – М.– Колос, 1983. – С. 23–66.
