

УДК 631.417.2

О.Л. Орлов

ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СТАН ЛУЧНИХ ҐРУНТІВ БАСЕЙНУ ВЕРХНЬОГО ДНІСТРА

Орлов О.Л. Эколого-энергетическое состояние луговых почв бассейна Верхнего Днестра // Науч. зап. Гос. природоведч. музея. – Львов, 2001. – 16. – С. 167-175.

Проведены исследования количественного и качественного состава и энергоёмкости органического вещества луговых почв бассейна Верхнего Днестра. Изучена дигрессия эколого-энергетического состояния органического вещества почв под влиянием антропогенной трансформации.

Orlov, O. Ecological pover condition in meadow soils in the Upper Dnister basin // Proc. of the State Nat. Hist. Museum. – L'viv, 2001. – 16. – P. 167-175.

Study of quantitative and qualitative composition and power capacity of organic matter in meadow soils in the Upper Dnister basin was determined. The digression of ecological power condition of organic matter in soils under the influence of anthropogenic transformation were investigated.

Вміст, запаси та склад гумусу спричиняють практично всі агрономічно-цінні властивості ґрунтів: структуру, ємність катіонного обміну, теплоємність, вбирну здатність, водно-повітряний режим та ін. Крім того, гумус є основним геохімічним акумулятором та головним ресурсом асимільованої сонячної енергії. Все це надає значний поштовх до вивчення властивостей та енергоємності гумусового блоку природних і трансформованих екосистем [1-5, 8-10].

Лучні ґрунти займають, за площею, одне з провідних місць в басейнових екосистемах. Вони характеризуються специфічними морфологічними ознаками, фізико-хімічними характеристиками та значною енергоємністю органічної речовини, в порівнянні з іншими ґрунтами даних територій. Це зумовлює значний науковий і практичний інтерес до вивчення їхнього генезису та властивостей. На жаль, досить мало уваги приділяється дослідженню еколого-енергетичного стану лучних ґрунтів та його дигресії під впливом освоєння. Хоча, на нашу думку, результати таких досліджень можуть допомогти пізнати механізми утворення та трансформації органічної речовини і сприятимуть розробці заходів щодо покращення екологічної ситуації в регіоні, визначенню ступеня антропогенної деградації ґрунтів та їх бонітетній оцінці.

Нами проведено дослідження кількісного та якісного складу органічної речовини і енергоємності основних фракцій гумусу лучних ґрунтів з метою вивчення їх еколого-енергетичного стану.

Методика досліджень

Дослідження проводились в межах Верхньодністерської алювіальної рівнини (поблизу сіл Чайковичі та Колбаєвичі Самбірського р-ну Львівської обл.). Досліджувались гумусово-акумулятивні горизонти лучних ґрунтів під заплавами луками та сільськогосподарськими угіддями (пасовище та рілля).

Вивчення гумусового стану ґрунтів проводилося за діагностичною системою

Л.А. Грішиної, Д.С. Орлова [7], яка включає такі показники: вміст та запаси гумусу, збагаченість гумусу азотом, ступінь гуміфікації органічної речовини, тип гумусу, вміст основних фракцій гумінових кислот та ін.

Для визначення вмісту акумульованої енергії застосовували формулу С.А. Алієва [2], яку інтерпретуємо у вигляді:

$$Q = \frac{(a - b) \cdot 5,35}{p} \cdot 0,24, \text{ де}$$

Q – вміст енергії (Дж/г ґрунту);

$(a-b)$ – кількість розчину K_2CrO_3 у H_2SO_4 , витраченого на окислення гумусу (cm^3);

$5,35$ – кількість кал/г, що відповідає $1cm^3$ $0,2$ н розчину K_2CrO_3 у H_2SO_4 ;

p – наважка ґрунту, що відповідає кількості витяжки чи розчину гумінової кислоти, яка взята на визначення вуглецю;

$0,24$ – коефіцієнт перекладу з калорій у джоулі.

Результати та обговорення

Як відомо, лучні ґрунти є ареною дернового процесу ґрунтоутворення. Вони формуються під лучною рослинністю в умовах локального підвищеного зволоження, що накладає свій відбиток на формування гумусу цих ґрунтів. Перетворення органічних сполук в ґрунтах заплавлених лук, в порівнянні з іншими екосистемами, має деякі особливості.

В результаті значного надходження біомаси ($90-120$ ц/га⁻¹) та високої активності мікроорганізмів, в лучних ґрунтах нагромаджуються великі запаси органічної речовини ($480-560$ т/га⁻¹ у шарі $0-100$ см). За нашими даними лучні ґрунти та їх глейові відміни під незміненою лучною рослинністю заплавлених лук характеризуються високим вмістом гумусу ($6,6-6,7\%$) та великими запасами у неоглеєних ($161,0$ т/га⁻¹) і середніми у глейових відмінах ($149,8$ т/га⁻¹) в шарі ґрунту $0-20$ см (табл.1).

Всі лучні ґрунти характеризуються значним вмістом азоту в органічній речовині ($0,33-0,34\%$). Значна акумуляція азоту у гумусо-елювіальному горизонті призводить до високої збагаченості гумусу цим елементом, відношення вуглецю до азоту становить $10,5$ – у неоглеєних та $11,5$ – у глейових відмінах лучних ґрунтів.

В гумусі обстежених лучних ґрунтів переважають гумінові кислоти. Частка цих кислот у неоглеєних відмінах становить $57,6\%$, а у глейових – $50,4\%$. Це зумовлює досягнення в ґрунтах дуже високого ступеня гуміфікації органічної речовини.

Значна перевага гумінових кислот над фульвокислотами зумовлює формування добре вираженого гуматного типу гумусу. Відношення $S_{гк} : S_{фк}$ становить $1,9$ – у неоглеєних та $2,4$ – у глейових відмінах лучних ґрунтів.

За даними аналізу фракційно-групового складу (табл.2), в лучних ґрунтах переважають чорні гумінові кислоти (фракція Гк-2), їх вміст становить $4,6-52,7\%$. За показниками гумусового стану вони відносяться до ґрунтів із середнім вмістом гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм. Бурих гумінових кислот (фракція Гк-1) в даних ґрунтах утворюється значно менше, ніж чорних, їхня частка становить лише $17,2-17,4\%$. Тому всі обстежені ґрунти відносяться до категорії ґрунтів з дуже низьким вмістом "вільних" гумінових кислот. Значний вміст стійких півтораоксидів зумовлює високий вміст міцнозв'язаних гумінових кислот. Хоча слід відмітити, що у

Таблиця 1

Показники гумусового стану лучних ґрунтів басейну Верхнього Дністра

Назва	Розріз №1	Розріз №2	Розріз №3	Розріз №4
	Рівень і характер вияву	Рівень і характер вияву	Рівень і характер вияву	Рівень і характер вияву
Вміст гумусу у гумусово-аккумулятивному горизонті, %	високий 6,7	високий 6,6	високий 6,0	низький 3,1
Запаси гумусу (т/га) в шарі 0-20 см	високі 161,0	середні 149,8	середні 129,0	низькі 76,6
Збагаченість гумусу азотом, C:N	висока 10,5	висока 11,5	висока 10,3	висока 11,2
Ступінь гуміфікації органічної речовини, Стк:Сфк - 100%	дуже високий 57,6	дуже високий 50,4	дуже високий 41,8	високий 37,4
Тип гумусу, Стк:Сфк	гуматний 1,9	гуматний 2,4	гуматний 1,9	гуматний 1,6
Вміст "вільних" гумінових кислот, % до суми ГК	дуже низький 17,4	дуже низький 17,2	дуже низький 15,8	низький 38,8
Вміст гумінових кислот зв'язаних з кальцієм, % до суми ГК	середній 52,7	середній 40,6	низький 38,4	середній 40,3
Вміст міцно зв'язаних гумінових кислот, % до суми ГК	високий 29,9	високий 42,2	високий 45,8	високий 20,9
Вміст нерозчинного залишку, % до загального вуглецю	низький 12,1	низький 28,2	низький 36,1	низький 39,6

Таблиця 2
Груповий і фракційний склад гумусу лучних ґрунтів басейну Верхнього Дністра

№ розриву *	Рослинне утворення (угіддя)	Вміст гумусу, %	Вміст С орг., %	Фракції										Сгк: Сфк
				% до загального вуглецю										
				гк-1	гк-2	гк-3	Σ гк	Іа	фк-1	фк-2	фк-3	Σ фк	гумін	
1	Заплавні луки	6,71	3,89	10,0	30,3	17,2	57,5	4,4	5,7	11,3	9,0	30,4	12,1	1,89
2	Заплавні луки	6,57	3,81	8,7	20,5	21,3	50,5	4,7	5,3	0,8	10,5	21,3	28,2	2,37
3	Пасовище	6,03	3,49	6,6	16,0	19,2	41,8	4,6	4,6	4,6	8,3	22,1	36,1	1,89
4	Рілля	3,09	1,79	14,5	15,1	7,8	37,4	3,4	9,5	0,6	9,5	23,0	39,6	1,63

* Примітка: 1 – лучні; 2 – лучні глейові; 3 і 4 – освоєні ґрунти.

глейових відмінах їх вміст на 12,3% вищий, ніж у неоглеєних.

Так само, як і всі інші типи ґрунтів басейну Верхнього Дністра, лучні ґрунти характеризуються низьким вмістом нерозчинного залишку органічної речовини (гуміну), хоча значення цього показника коливаються від 12,1% у неоглеєних до 28,2% у глейових відмінах.

Таким чином, лучним ґрунтам басейну Верхнього Дністра, які не зазнають постійного антропогенного навантаження, притаманні такі характеристики гумусового стану: високий вміст гумусу, великі його запаси, висока збагаченість гумусу азотом, дуже високий ступінь гуміфікації органічної речовини, гуматний тип гумусу, дуже низький вміст фракції ГК-1, середній – ГК-2, високий – ГК-3 та низький вміст гуміну. Глейові відміни відрізняються від неоглеєних лише нижчими запасами гумусу (середні) у шарі ґрунту 0-20 см.

Антропогенні зміни органічної речовини лучних ґрунтів досліджувались на прикладі різних угідь в залежності від ступеня господарського пресингу. Найменша дигресія ґрунтового пулу органічної речовини притаманна лучним ґрунтам під пасовищем, оскільки тут не спостерігається значних змін у факторах ґрунтоутворення, а відбувається лише незначне зменшення кількості органічних решток, які щорічно надходять до ґрунту. В зв'язку з цим, вміст та запаси гумусу в них дещо нижчі, ніж у ґрунтах під природною лучною рослинністю. Вміст гумусу в гумусовому горизонті ґрунтів під пасовищем високий і становить 6,0%, що на 0,5-0,7% менше, ніж у незмінених ґрунтах. Запаси гумусу в шарі 0-20 см середні і становлять 129,0 т/га, тобто в порівнянні з ґрунтами заплавної луки, зменшуються на 20,8-32,0 т/га.

Збагаченість гумусу азотом, як і у незмінених ґрунтах, висока, відношення вуглецю до азоту становить 10,3, що дещо вище, ніж в ґрунтах заплавної луки.

У складі органічної речовини переважають гумінові кислоти, про що свідчить дуже високий ступінь гуміфікації органічної речовини (41,8%) та гуматний тип гумусу. Відношення $S_{гк} : S_{фк}$ у різних фракціях коливається від 0,72 до 3,48, а, в цілому, для органічної речовини становить 1,89.

Розподіл гумінових кислот за фракціями майже такий же, що й у лучних глейових ґрунтах заплавної луки. Вміст "вільних" гумінових кислот дуже низький і становить 15,8%, зв'язаних з кальцієм – низький (38,4%) і міцнозв'язаних – високий (45,8%). Фульвокислот міститься значно менше (22,1%), з них по 4,6 % припадає на фракції Іа, Фк-1 та Фк-2 і 8,3% – на Фк-3. Вміст нерозчинного залишку (гуміну) низький і становить 36,1%.

У лучних ґрунтах під ріллею дигресія ґрунтового пулу органічної речовини виразніша, ніж у ґрунтах під пасовищем. Для них характерний низький вміст гумусу в орному шарі (3,09%) та низькі його запаси в шарі 0-20 см (76,6 т/га⁻¹). Значне зменшення вмісту та запасів гумусу відбувається в результаті послаблення потоку органічної речовини і продовження мінералізації тих сполук, які зберігаються в ґрунті після його відведення під культуру.

Збагаченість гумусу азотом в освоєних відмінах лучних ґрунтів досить значна, відношення C:N становить 11,2. Тобто, поряд із зменшенням вмісту вуглецю, в освоєних відмінах зменшення вмісту азоту відбувається з меншою інтенсивністю.

Ступінь гуміфікації органічної речовини високий, відношення вуглецю гумінових кислот до загального вуглецю становить 37,4%, що свідчить про зростання вмісту гумінових кислот у складі органічної речовини. Це відповідає гуматному типу гу-

мусу. Відношення гумінових кислот до фульвокислот у різних фракціях коливається від 0,82 до 25,17, а, в цілому, для гумусу становить 1,63.

У складі гумінових кислот переважають зв'язані з кальцієм (40,3%) та "вільні" (38,8%) гумінові кислоти, міцнозв'язаних значно менше (20,9%).

На фульвокислоти припадає лише 23,0% органічної речовини, з них 3,4% містить фракція 1а, 9,5% – Фк-1, 0,6% – Фк-2 та 9,5% – Фк-3. Найбільше органічної речовини зосереджено в гуміні – 39,6%.

В порівнянні з ґрунтами під природною рослинністю заплавлених лук, обстежені ґрунти характеризуються у 2,1-2,2 рази меншим вмістом гумусу в орному горизонті та у 1,9-2,1 рази меншими запасами гумусу в шарі 0-20 см. Збагаченість гумусу азотом практично не змінюється, що свідчить про рівномірне зменшення вмісту вуглецю та азоту в орному горизонті. Ступінь гуміфікації органічної речовини на 13-20% нижчий, ніж в ґрунтах під природною рослинністю, що свідчить про зменшення в складі органічної речовини частки гумінових кислот.

Встановлення енергетичних характеристик органічної речовини показали (табл. 3), що найенергоємнішими є лучні ґрунти та їх глейові відміни під заплавленими луками, які містять в гумусово-акумулятивному горизонті відповідно 2,90-2,83 кДж/г ґрунту, з них 1,67-1,43 кДж припадає на гумінові кислоти, 0,88-0,60 кДж – на фульвокислоти і 0,35-0,80 кДж – на гумін.

Високий вміст енергії, акумульованої органічною речовиною ґрунту, під природною трав'яною рослинністю пояснюється значним надходженням енергії з рослинними рештками та при розкладі підстилки. За даними К.А. Малиновського, Й.В. Царика, Я.В. Коржинського [6], в ґрунти під лучними біогеоценозами Карпат щорічно надходить $32,9-37,5 \cdot 10^6$ кДж·га⁻¹ енергії з відмерлими рослинними рештками та $19,2-40,4 \cdot 10^6$ кДж·га⁻¹ енергії, що звільняється при розкладі підстилки.

Освоєні лучні ґрунти під пасовищем, в порівнянні з незміненими ґрунтами заплавлених лук, втрачають незначну кількість енергії акумульованої гумусом. Її вміст в орному шарі становить 2,24 кДж/г ґрунту, що на 0,59-0,66 кДж менше, ніж у ґрунтах заплавлених лук.

Під ріллею ця дигресія виявляється значно інтенсивніше. Вміст енергії в орному шарі більш, як у 2 рази менший, ніж в ґрунтах заплавлених лук і становить 1,33 кДж/г ґрунту.

Таким чином, можна стверджувати, що вміст енергії, акумульованої в гумусі, прямим чином залежить від ступеня антропогенного навантаження на ґрунт. Чим вище антропогенне навантаження, тим менша акумуляція енергії органічною речовиною орного шару ґрунту.

Розподіл енергії за групами гумусових речовин під впливом антропопресії також змінюється. Лучні ґрунти під пасовищем, так само як і під заплавленими луками, найбільше енергії акумулюють у групі гумінових кислот (1,09 кДж/г ґрунту). Щоправда, її розподіл за гумусовими фракціями дещо змінюється, найбільше енергії акумулюють міцнозв'язані гумінові кислоти (0,50 кДж), дещо менше – зв'язані з кальцієм (0,42 кДж) і найменше – "вільні" гумінові кислоти (0,17 кДж), тоді як у ґрунтах заплавлених лук найенергоємнішою є фракція гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм. В порівнянні з природними ґрунтами заплавлених лук, в ґрунтах під пасовищем значно більше енергії акумулюється в нерозчинному залишку органічної речовини (0,57 кДж). На фульвокислоти припадає лише 0,58 кДж/г ґрунту, з них фракції 1а, Фк-1,

Таблиця 3.

Енергоємність гумусу лучних ґрунтів басейну Верхнього Дністра

№ розд.	Рослинне угруповання (утілля)	Вміст енергії в гумусі, кДж/г	Фракції										Запаси енергії в шарі 0-20 см, млрд кДж/га
			Джоулів на грам ґрунту										
			гк-1	гк-2	гк-3	Σ гк	1а	фк-1	фк-2	фк-3	Σ фк	гумін	
1	Заплавні луки	2,90	0,29	0,88	0,50	1,67	0,13	0,16	0,33	0,26	0,88	0,35	6,94
2	Заплавні луки	2,83	0,25	0,58	0,60	1,63	0,13	0,15	0,02	0,30	0,60	0,80	6,46
3	Пасовище	2,24	0,17	0,42	0,50	1,09	0,12	0,12	0,12	0,22	0,58	0,57	5,55
4	Рілля	1,33	0,19	0,20	0,10	0,49	0,04	0,13	0,01	0,13	0,31	0,53	3,30

* Примітка: 1 – лучні; 2 – лучні глейові; 3 і 4 – освоєні ґрунти.

Фк-2 містять однакову її кількість – по 0,12 кДж, у той час як фракція Фк-3 (0,22 кДж) майже удвічі енергоємніша.

За умов ріллі розподіл енергії має дещо інший вигляд. Найбільша її кількість акумулюється в нерозчинному залишку органічної речовини (0,53 кДж/г ґрунту). Дещо менша її кількість акумульована в гумінових кислотах (0,49 кДж/г ґрунту), розподіл енергії за фракціями має такий вигляд: на “вільні” гумінові кислоти припадає 0,19 кДж, на зв’язані з кальцієм – 0,20 кДж, а на міцнозв’язані – 0,10 кДж. Найменше енергії містять фульвокислоти (0,31 кДж/г ґрунту), з неї 0,04 кДж припадає на фракцію 1а, 0,13 кДж – на Фк-1, 0,01 кДж – на Фк-2 та 0,13 кДж – на Фк-3.

Отримані дані свідчать про те, що під час окультурення лучних ґрунтів відбувається різке погіршення їхнього еколого-енергетичного стану. Зменшуються вміст і запаси гумусу та енергії, що акумульована органічною речовиною, та відбувається перерозподіл фракцій гумінових кислот. Тобто, відбуваються не лише зміни певних характеристик ґрунту, але й частково змінюється напрям та інтенсивність процесу ґрунтоутворення.

Висновки

1. За показниками гумусового стану, лучні ґрунти заплачних лук характеризуються високим вмістом та запасами гумусу у верхній частині ґрунтового профілю, високою збагаченістю азотом, дуже високим ступенем гуміфікації органічної речовини, гуматним типом гумусу, дуже низьким вмістом фракції ГК-1, середнім – ГК-2, високим – ГК-3 та низьким вмістом гуміну. Глейові відміни відрізняються від неоглеєних лише нижчими запасами гумусу у шарі ґрунту 0-20 см.

2. Під впливом господарського використання відбувається погіршення гумусового стану лучних ґрунтів. Під пасовищем це виявляється лише в зменшенні запасів гумусу та вмісту гумінових кислот зв’язаних з кальцієм. Під ріллею дигресія гумусового стану ґрунтів виявляється значно інтенсивніше, різко знижуються вміст та запаси гумусу, зменшується ступінь гуміфікації органічної речовини та збільшується відсоток “вільних” гумінових кислот.

3. На основі результатів досліджень еколого-енергетичного стану органічної речовини лучних ґрунтів встановлено деяку різницю у вмісті та запасах енергії у верхній частині профілю незмінених ґрунтів та їх освоєних відмін. Крім того, виявлено різний розподіл енергії за фракціями гумусових речовин.

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 287 с.
2. Алиев С.А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. – Баку: ЭЛМ, 1978. – 252 с.
3. Волобуев В.Р. Введение в энергетiku почвообразования. – М.: Наука, 1974. – 127 с.
4. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 242 с.
5. Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1951. – 390 с.
6. Малиновский К.А., Царик И.В., Коржинский Я.В. Количественная оценка дигрессии биогеоценологического покрова // Дигрессия биогеоценологического покрова на контакте лесного и субальпийского поясов в Черногоре. – Киев: Наук. думка, 1984. – С. 169-182.

7. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Методика по изучению содержания и состава гумуса в почвах. – М.: Изд-во МГУ, 1968. – 83 с.
8. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
9. Пономарёва В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). – Л.: Наука, 1980. – 221 с.
10. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. – М.: Наука, 1965. – 319 с.

Державний природознавчий музей НАН України, Львів