

# Гумусовий стан буроземно-підзолистих ґрунтів Пригорганського Передкарпаття

Степан З. Малик , Зіновій П. Паньків 

Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. П. Дорошенка, 41, Львів, 79007, Україна

## Реферат

Показники гумусового стану відображають не тільки продуктивність ґрунтів, але і особливості генези, інтенсивності і спрямованості ґрунтотворних процесів. Встановлено, що буроземно-підзолисті ґрунти Пригорганського Передкарпаття характеризуються низьким вмістом гумусу (1,36–3,7%) в межах NE g1 горизонту, а у нижніх горизонтах його вміст різко зменшується. Профільний розподіл гумусу регресивно-аккумулятивного типу, що характерно для більшості ґрунтів з елювіально-ілювіальним типом профілю. Вміст гумусу у мулистій фракції досліджуваних ґрунтів у 1,5–2,0 рази більший у порівнянні із дрібноземом, а у межах I(e) m gl горизонту встановлено накопичення гумусу, що зумовлено процесом лесиважу. Буроземно-підзолисті ґрунти характеризуються фульватним типом гумусу (C гк : C фк = 0,2–0,5). Переміщення фульвокислот у межах профілю, особливо органо-мінеральних колоїдів, спричинене процесом лесиважу. Серед фульвокислот найбільший вміст має фракція, зв'язана із мінеральною частиною (ФК-3), її вміст з глибиною зростає від 17,6 до 35,1%. Збільшення вмісту цієї фракції з глибиною пов'язано, перш за все, з здатністю мігрувати у межах профілю, що може бути зумовлено як переміщенням фульвокислот вглиб профілю із сорбцією їх на пептизуючих колоїдах, так і спільним переміщенням органо-мінеральних пептизованих колоїдів у профілі. Найбільший ступінь гуміфікації (28,10–28,75%) мають верхні гумусово-елювіальні горизонти, оскільки у них створюються найкращі умови для інтенсивної діяльності мікроорганізмів. Вміст гумусу у глинистих кутанах в 1,5 рази більший у порівнянні із вмістом ілювіальним горизонтом, що спричинено процесом лесиважу та глинистим гранулометричним складом. Вміст гумусу у нодулях менший (0,26%) у порівнянні із вмістом горизонтом. Результати аналізу оптичної густини вказують на зменшення показника екстинції від NE g1 до I(e) m gl горизонту, що корелює із показниками профільного розподілу гумінових кислот, загальний вміст яких зменшується з глибиною. Такі характеристики складу гумусу вказують на генетичну спорідненість з бурими лісовими ґрунтами.

## Ключові слова

Пригорганське Передкарпаття, гумус, мулиста фракція, нодуль, кутана, лесиваж

Надійшла: 26 червня 2020 / Прийнята: 6 серпня 2020

## Humus condition of brownish-podzolic soils of the Pregorganian Precarpathians

Stepan Z. Malyk, Zinoviy P. Pankiv

Ivan Franko National University of Lviv, 41, P. Doroshenko str., Lviv, 79007, Ukraine

## Abstract

The indicators of humus condition reflect not only the productivity of soils, but also the features of the genesis, intensity and direction of soil-forming processes. It was found that the brownish-podzolic soils of the Pregorganian Precarpathian region are characterized by a low content of humus (1.36–3.7%) within the NE g1 horizon, and in the lower horizons its content decreases sharply. Profile distribution of humus is determined as regressive-accumulative type, which is typical for most soils with eluvial-illuvial type of profile. The content of humus in the silty fraction of the studied soils is 1.5–2.0 times higher in comparison with the fine soil, and within I (e) m gl of the horizon the accumulation of humus is established, which is due to the lessivage process. Brown-podzolic soils are characterized by fulvate type of humus (C ha : C fa = 0.2–0.5). The movement of fulvic acids within the profile, especially organo-mineral colloids, is caused by the lessivage process. Among fulvic acids, the fraction connected with the mineral part (FC-3) has the highest content, which increases with the depth from 17.6 to 35.1%. The enhance in the content of this fraction with depth is primarily due to the ability to migrate within the profile. It can cause both the movement of fulvic acids deep into the profile with their sorption on peptizing colloids, and the joint movement of organo-mineral peptized colloids in the profile. The highest level of humification (28.10–28.75%) have upper humus-elluvial horizons, because they create the best conditions for the intensive activity of microorganisms. The humus content in clay cutans is 1.5 times higher than in the contained illuvial horizon, which is caused by lessivage and clay granulometric distribution. The humus content in the nodules is lower (0.26%) in comparison with the contained horizon. The results of the optical density analysis indicate a decrease in the extinction index from NE g1 to I (e) m gl of the horizon, which correlates with the indicators of the profile distribution of humic acids, the total content of which decreases with the depth. Such characteristics of humus composition indicate the genetic affinity with brown forest soils.

## Keywords

Pregorganian Precarpathian, humus, silty fraction, nodule, cutans, lessivage

Received: 26 June 2020 / Accepted: 6 August 2020

## Вступ

Органічна частина розглядається у ґрунтознавстві як основна складова ґрунту і основа його продуктивності (Laktionov, 1988). Наявність органічної речовини є характерною особливістю ґрунтів, яка

відрізняє їх від материнської породи, оскільки вона трансформується у ґрунт із появою живих організмів (Vozbutskaya, 1968).

Гумусний стан ґрунтів охоплює вміст і запаси в них гумусу, його профільний розподіл, ступінь гуміфікації, забезпеченість азотом, типи та специфіку гумусових

речовин. Якісні особливості гумусу оцінюють за його фракційно-груповим складом, ступенем його гуміфікації, а також за природою гумінових кислот. Вивчення гумусового стану є важливим не тільки для розуміння продуктивності ґрунтів, оскільки воно дозволяє розуміти генетичну природу та спектр ґрунтотворних процесів, що є вкрай актуальним (Polchyna, 2014).

Гумусові сполуки визначають вміст азоту та інших зольних елементів в ґрунті; його ємкість поглинання; кислотність; структурність: чим більше гумусу, тим краща структура (гумус – є “цементом”); теплові властивості (чим більше гумусу, тим ґрунт краще, швидше та глибше прогріється) та формують екологічні параметри території поширення.

### Матеріали та методи

Нами в ареалах поширення буроземно-підзолистих ґрунтів в межах Пригорганського Передкарпаття, встановлених на основі великомасштабних ґрунтових обстежень, були закладені чотири ключові ділянки: “Лоева” (Міжбистрицька височина, 584 м н. р. м., рівень шостої тераси, 2 розрізи), “Ясиновець” (Калуська улоговина, 400 м н. р. м., рівень шостої тераси, 2 розрізи), “Камінь” (Прилуквинська височина, 515 м н. р. м., рівень сьомої тераси, 2 розрізи), “Зелений Яр” (Прилуквинська височина, 500 м н. р. м., рівень сьомої тераси, 2 розрізи). В межах ключових ділянок закладено ґрунтові розрізи та проведено вивчення морфологічних особливостей генетичних горизонтів і відбір ґрунтових зразків. Окремо відібрані зразки ґрунтових новоутворень (Fe-Mn нодулів і кутан). В лабораторних умовах у відібраних ґрунтових зразках визначено загальний вміст гумусу методом І. В. Тюріна в модифікації Є. Д. Нікітіна (39 зразків); груповий і фракційний склад гумусу – за методом І. В. Тюріна в модифікації В. В. Пономарьової і Т. А. Плотнікової (8 зразків); оптична щільність гумінових кислот – за методом В. В. Пономарьової і Т. А. Плотнікової, при різних довжинах хвиль (465 та 665 нм) (8 зразків). Також методом І. В. Тюріна в модифікації Є. Д. Нікітіна визначено вміст гумусу у мулистій фракції (15 зразків), відмивання якої проводилось за методикою Н. І. Горбунова (Gorbunov, 1960) та вміст гумусу у новоутвореннях (нодулях та глинистих кутанах) (8 зразків).

### Результати та обговорення

Згідно з результатами великомасштабних ґрунтових обстежень, буроземно-підзолисті ґрунти характеризуються незначним вмістом гумусу (1,2–3,3%), кількість якого з глибиною різко зменшується (Andrushchenko, 1960). Буроземно-підзолисті ґрунти є малогумусними, мало забезпечені фосфором,

але достатньо рухомим нітрогеном і калієм (Andrushchenko, 1970).

Сучасні дослідження підтверджують, що бурувато-підзолисті ґрунти Передкарпаття мають невисокий вміст гумусу, а його профільний розподіл є регресивно-акумулятивний (Polchyna, 2014).

Проведені нами лабораторно-аналітичні дослідження буроземно-підзолистих ґрунтів підтвердили низький і дуже низький вміст гумусу, оскільки його показники у межах гумусово-елювіального горизонту під лісом змінюється від 1,36 до 2,4%, а під сільськогосподарськими угіддями – від 1,6 до 3,3% (табл. 1). У нижчих горизонтах його вміст різко зменшується, складаючи в ілювіальному горизонті 0,29–0,47%, а в ілювіованій породі – 0,18–0,66%. Профільний розподіл гумусу регресивно-акумулятивного типу, що характерно для більшості ґрунтів з елювіально-ілювіальним типом профілю. Згідно з нашими результатами дослідження, вміст рухомого нітрогену у буроземно-підзолистих ґрунтах змінюється від 2,1 до 23,5 ммоль-екв / 100 г ґрунту. Тенденція профільного розподілу характеризує зростання його вмісту з глибиною, а максимальне накопичення (18,2–23,5 ммоль-екв / 100 г ґрунту) в E1 g1 та I(e)m g1 горизонтах, вказує на процес лесиважу.

Збагаченість гумусу валовим нітрогеном змінюється від низької та середньої у ґрунтах під пасовищем до високої у ґрунтах під лісом. Генетичний склад порід не впливає на вміст гумусу у ґрунті. Особливістю процесу ґрунтотворення під лісом, а також процесу накопичення гумусу, є акумуляція рослинного опаду на поверхні ґрунту. Проте, незначна потужність лісової підстилки (2–3 см) вказує на швидку мінералізацію рослинного опаду, чому сприяє переважаючі в деревостані листяні породи, наявність поверхневого стоку води по схилах, присутність ґрунтової фауни, яка сприяє перемішуванню залишків, які розкладаються, з мінеральними частинками безпосередньо в товщі ґрунту тощо (Rode, 1955).

Низький вміст гумусу у буроземно-підзолистих ґрунтах позначився і на його запасах. Запаси гумусу залежать від його вмісту у ґрунті, щільності будови та потужності генетичних горизонтів. Найбільшими запасами характеризується ґрунти, які використовують у сільському господарстві як сіножаті (розріз ЯП), у якому запаси гумусу у шарі 0–20, 0–50 та 0–100 см становлять 80,82, 110,16 та 156,65 т/га, відповідно. Найменші запаси гумусу характерні для ґрунтів під лісом (розріз ЛЛ). У них запаси гумусу для шару 0–20 см складають 33,42 т/га, 0–50 см – 56,04 т/га та 0–100 см – 88,04 т/га. Збільшення вмісту та запасів гумусу у результаті сільськогосподарського освоєння обумовлено заходами окультурення та внесенням добрив.

Вміст органічної речовини в ґрунті є результатом надходження в ґрунт органічного матеріалу та його перетвореннями в процесі мінералізації, вимивання, ерозії і механічної дефляції ґрунтооброблювальними

**Таблиця 1.** Показники гумусового стану буроземно-підзолистих ґрунтів.  
**Table 1.** Indicators of humus condition of brown-podzolic soils.

Показник, одиниці виміру	Ліс		Пасовище	
	рівень та характер прояву	граничні величини	рівень та характер прояву	граничні величини
Потужність підстилки, см	середній	3–5	–	–
Вміст гумусу в НЕ горизонті, %	низький та дуже низький	1,3–2,4	низький та дуже низький	1,66–3,34
Запаси гумусу (т/га) у шарі 0-20 см (0-100 см)	низькі	33,4–99,1 (85,5–255,2)	низькі	36,8–72,7 (77,6–163,9)
Профільний розподіл гумусу у метровій товщі	різко зменшується	–	різко зменшується	–
Збагаченість гумусу Нітрогеном, C:N (НЕ горизонт)	висока	5,6–7,9	середня, низька	8,7–11,1
Ступінь гуміфікації органічної речовини, $C_{гк}/C_{заг} \times 100\%$	низький, середній	13,7–28,1	низький, середній	13,7–28,7
Тип гумусу, $C_{гк} : C_{фк}$	фульватний	0,2–0,5	фульватний	0,2–0,5
Вміст «вільних» гумінових кислот, % до суми ГК	низький	24,3–39,1	низький та дуже низький	16,0–32,9
Вміст гумінових кислот зв'язаних з $Ca^{2+}$ , % до суми ГК	низький і дуже низький	15,4–30,4	низький і середній	29,5–42,5
Вміст міцно зв'язаних гумінових кислот, % до суми ГК	високий	39,1–47,1	високий	37,5–43,6
Оптична густина гумінових кислот $E_{1cm,465nm}^{0,001\%HA}$	середня, низька	0,03–0,1	низька, дуже низька	0,02–0,07

знаряддями. Важливе значення мають також кліматичні умови, структура ландшафту, системи землеробства, фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту, які впливають на кількість і якість органічної речовини, яка поступає у ґрунт, швидкість її розкладу та мінералізації, процеси стабілізації проміжних та кінцевих продуктів розкладу органічної речовини (Semenov, Kogut, 2015). Гранулометричні фракції відрізняються за кількістю зосередженої у них органічної речовини і по її потенціальній властивості мінералізуватися. У фракції піску (20-2000 мкм, із площею поверхні  $<10 \text{ м}^2/\text{г}$ ) утримується  $<10\%$  від всього  $C_{орг}$  (Christensen, 2001). Органічна речовина цієї фракції збагачена рослинними полімерами, які характеризуються широким відношенням C/N, високою мінералізацією вуглецю і низькою – азоту. Фракція пилу (2-20 мкм, площа поверхні  $10-50 \text{ м}^2/\text{г}$ ), збагачена ароматичними складовими рослинного походження, утримує 20-40% від  $C_{орг}$  із середнім відношенням C/N і повільним розкладом органічної речовини. Для фракції глини ( $<2 \text{ мкм}$ , площа поверхні  $25-100 \text{ м}^2/\text{г}$ ) характерно збагачення мікробними метаболітами, високим вмістом органічної речовини (50-75% від  $C_{орг}$ ) та вузьким відношенням C/N і високою мінералізацією вуглецю та азоту (Semenov, Kogut, 2015).

У процесі ґрунтоутворення мул зазнає найбільше змін та піддається різним трансформаціям, які пов'язані з дією елементарних ґрунтових процесів. Вміст гумусу в мулистій фракції закономірно у 1,5–2 рази більший, у порівнянні з внутрішньоґрунтовою масою (рис. 1). Це зумовлено тим, що фракція водопептизованого мулу має велику питому поверхню –  $330-380 \text{ м}^2/\text{г}$  і, будучи найактивнішою частиною ґрунту, має значну вбирну здатність і є багатою на доступні для живлення рослин речовини (Zolotareva, 1982). Незначне накопичення гумусу у l(e)m gl горизонті, порівняно із El gl горизонтом, зумовлено процесом лесиважу.

Фракційний і груповий склад гумусу використовують як один з показників для визначення генезу ґрунтів (Smaga, 2016). Буроземно-підзолисті ґрунти мають фульватний тип гумусу, оскільки у всіх генетичних горизонтах переважає фракція фульвокислот, а співвідношення  $C_{гк} : C_{фк}$  змінюється від 0,2 до 0,5. Вміст фульвокислот збільшується з глибиною від 53,4% у HE gl до 77,2% в l(e)m gl горизонті, оскільки періодично промивний тип водного режиму та висока розчинність ФК у воді (а також у кислотах) сприяють їхньому вимиванню з верхніх горизонтів. Підвищення вмісту фульвокислот у HE gl горизонті до 70,1% у розрізі ЛЛ спричинено

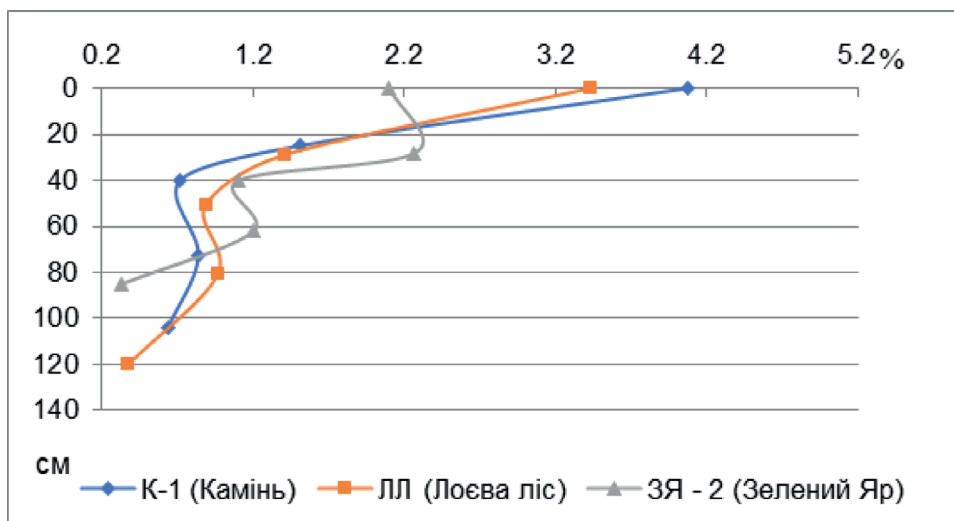


Рис. 1. Профільний розподіл гумусу у мулі буроземно-підзолистих ґрунтів.  
 Fig. 1. Humus distribution in the profile of brownish-podzolic soils.

дією лісової підстилки, оскільки в Eh горизонті їхній вміст уже зменшується до 59,0%, а в I(e)m gl горизонті знову зростає до 76,1% (табл. 2). Серед фульвокислот найбільший вміст має фракція, зв'язана із мінеральною частиною (ФК-3), її вміст з глибиною зростає від 17,6 до 35,1%. Збільшення вмісту цієї фракції з глибиною пов'язано, перш за все, зі здатністю мігрувати у межах профілю, що може бути зумовлено як переміщенням ФК вглиб профілю із сорбцією їх на пептизуючих колоїдах, так і спільним переміщенням органо-мінеральних пептизованих колоїдів у профілі (Zolotareva, 1982). На міграційну здатність ФК-3 впливає наявність півтораоксидів та концентрація розчину: чим більше на одиницю півтораоксидів у розчині припадає ФК та чим більше розбавлений розчин, тим вища міграційна здатність сполуки (Ponomareva, 1980). Незважаючи на те, що ґрунти є кислими, спостерігається високий вміст фракції, зв'язаної із кальцієм (ФК-2), вміст якої змінюється від 5,6 до 31,7%. Найагресивніша

фракція фульвокислот (ФК-1а) більш-менш рівномірно розподілена у межах профілю та змінюється від 12,5 до 20,8%, а фракція ФК-1, маючи найменший відсотковий вміст, повністю зникає у нижніх ілювіальних горизонтах. Переміщення ФК у межах профілю, особливо органо-мінеральних колоїдів, спричинене процесом лесиважу.

Характерною особливістю розподілу гумінових кислот у межах профілю є їхнє зменшення із глибиною від 28,8% у HE gl до 20,2% у I(e)m gl горизонті. Це зумовлено тим, що ГК мало мігрують у межах профілю, оскільки вони (особливо бурі ГК, які переважають у лісових ґрунтах) слабо розчиняються у воді (Ponomareva, 1980). Проте, розподіл ГК за фракціями є подібним до розподілу ФК у межах профілю. Найбільший вміст має фракція зв'язана з мінеральною частиною ґрунту (5,8–13,1%). Вміст фракції зв'язаної з кальцієм (ГК-2) змінюється від 4,3 до 8,6%, а вільних гумінових кислот (ГК-1) є найменше (3,3–10,7%).

Таблиця 2. Фракційно-груповий склад гумусу (% від загального вуглецю).  
 Table 2. Fractional-group composition of humus (% of total carbon).

Генетичний горизонт, глибина відбору, см	Гумус, %	С заг, %	Гумінові кислоти				Фульвокислоти				Сума фракцій	Гумін	Сгк:Сфк	
			1	2	3	Сума	1а	1	2	3				Сума
Буроземно-підзолистий середньокам'янистий грубопилувато-середньосуглинковий оглеєний ґрунт на давньоалювіальних відкладах, розріз К-1 (пасовище)														
HE gl (8-23)	1,66	0,96	9,5	8,5	10,8	28,8	14,3	10,5	5,6	23,0	53,4	82,2	17,8	0,5
Eh gl (25-35)	0,55	0,32	3,4	4,6	5,8	13,8	19,4	2,5	23,2	17,6	62,8	76,6	23,4	0,2
El gl (40-50)	0,31	0,18	3,3	8,3	9,0	20,6	14,5	0,0	31,7	25,5	71,7	92,3	7,7	0,3
I(e)m gl (73-83)	0,29	0,17	3,6	8,6	8,0	20,2	12,5	0,0	29,7	35,1	77,2	97,4	2,6	0,3
Буроземно-підзолистий грубопилувато-важкосуглинковий оглеєний ґрунт на алювіально-делювіальних відкладах, розріз ЛЛ (ліс)														
HE gl (3-23)	1,37	0,79	10,4	4,3	13,1	27,8	16,6	6,2	29,3	18,0	70,1	97,9	2,1	0,4
Eh gl (29-39)	0,53	0,31	10,7	5,9	10,7	27,3	20,8	3,3	16,9	18,0	59,0	86,3	13,7	0,5
El gl (51-61)	0,50	0,29	3,8	4,0	5,9	13,7	19,0	2,8	15,5	21,6	58,9	72,6	27,4	0,2
I(e)m gl (81-91)	0,30	0,17	5,6	7,0	10,4	23,0	19,5	0,0	28,7	27,9	76,1	99,1	0,9	0,3

Буроземно-підзолисті ґрунти характеризуються великою рухомістю гумусу, що пояснюється невеликими показниками “нерозчинного залишку” – гуміну. Гумін характеризує міцність зв’язку гумусових речовин з мінеральною частиною ґрунту, особливо з його мулистою фракцією а також показує ту кількість гумусу, яка зв’язана у найміцніший комплекс із мінеральною частиною (Муакіна, Арінущкіна, 1979). Його вміст не має чіткої закономірності розподілу у межах профілю, оскільки у розрізі К–1 гуміну найбільше верхніх горизонтах (23,4–17,8%) а найменше в І(е)т gl горизонті (2,6%), а у розрізі ЛЛ найбільший вміст гуміну спостерігається в ЕІ gl (27,4%) і найменше в І(е)т gl горизонті (0,9%). Такі характеристики складу гумусу вказують на генетичну спорідненість з бурими лісовими ґрунтами, які характеризуються акумуляцією гумусу у мінеральній частині ґрунту, особливо у вигляді комплексних з’єднань із глинистих мінералів, півтораоксидів і гумусових речовин (бурих гумінових кислот і фульвокислот) (Ewald, 1980; Polchupa, 2014). Згідно дослідження В. І. Канівця, фракційний склад гумусу ґрунтів Передкарпаття свідчить про переважання у них розвитку зонального кислого буроземоутворення, і тому він їх відносить до кислих буроземних ґрунтів (Kanivets, 1973).

Сільськогосподарське використання буроземно-підзолистих ґрунтів не сильно вплинуло на його фракційно-груповий склад гумусу, оскільки використання їх під пасовищем не сприяло інтенсивному дерновому процесу та утворенню гумінових кислот. Тільки у гумусово-акумулятивному горизонті ґрунтів під лісом (розріз ЛЛ) спостерігається більший вміст фракцій фульвокислот, порівняно із ґрунтами, які використовують під пасовище (К–1), що спричинено дією лісової підстилки. Інші показники

фракційно-групового складу гумусу мають подібний профільний розподіл.

Важливим показником гумусового стану ґрунтів є ступінь гуміфікації органічної речовини. Він характеризує частку гуміфікованого матеріалу у складі органічної речовини та обчислюється за співвідношенням вмісту гумінових кислот до загального вмісту органічного Карбону (Pidvalna, Pozniak, 2004). Ступінь гуміфікації буроземно-підзолистих ґрунтів змінюється від дуже низького до середнього (табл. 3). Найбільший ступінь гуміфікації (28,10–28,75%) мають верхні гумусово-елювіальні горизонти, оскільки у них створюються найкращі умови для інтенсивної діяльності мікроорганізмів, яких найбільше є саме у верхніх гумусових горизонтах, а з глибиною їхня кількість поступово або різко зменшується (Shkvaruk, 1976). Залежно від окультурення ступінь гуміфікації майже не змінився.

Важливе значення для діагностики генези досліджуваних ґрунтів має вміст гумусу в глинистих кутанах (аргіланах) та нодулях. Глинисті кутани мають у 1,5 більший вміст гумусу, у порівнянні із вмісним ілювіальним горизонтом, що корелюється із результатами, отриманими при дослідженні кутан (Bronnikova, Targulyan, 2005; Zeidelman, 1998; Targulyan, Goryachkin, 2008). Збільшення вмісту гумусу в кутанах спричинено процесами ілювіальної акумуляції гумусу внаслідок лесиважу, а також збагаченням кутан органічною речовиною *in situ* в результаті розкладу та гуміфікації відмерлих коренів та інших залишків ґрунтової біоти (Targulyan, Goryachkin, 2008). Також збільшення вмісту гумусу в глинистих кутанах зумовлено й їхнім гранулометричним складом: більший вміст мулистої фракції (60,1%) сприяє і більшому вмісту гумусу.

Вміст гумусу у нодулях становить 0,26%, що

**Таблиця 3.** Ступінь гуміфікації буроземно-підзолистих ґрунтів.  
**Table 3.** The degree of humification of brown-podzolic soils.

Генетичний горизонт, глибина відбору (см)	Гумус, %	С заг, %	Гумінові кислоти, % до наважки ґрунту				Ступінь гуміфікації Сгк:Сзаг, %	Рівень
			1	2	3	Сума		
Буроземно-підзолистий середньокам’янистий грубопилувато-середньосуглинковий оглеєний ґрунт на давньоалювіальних відкладах, розріз К–1(пасовище)								
HE gl (8-23)	1,66	0,96	0,091	0,082	0,104	0,276	28,75	середній
Eh gl (25-35)	0,55	0,32	0,011	0,015	0,018	0,044	13,75	низький
EI gl (40-50)	0,31	0,18	0,006	0,015	0,016	0,037	20,55	середній
I(е)т gl (73-83)	0,29	0,17	0,006	0,014	0,013	0,034	20,0	середній
Буроземно-підзолистий грубопилувато-важкосуглинковий оглеєний ґрунт на алювіально-делювіальних відкладах, розріз ЛЛ (ліс)								
HE gl (3-23)	1,37	0,79	0,083	0,034	0,104	0,222	28,10	середній
Eh gl (29-39)	0,53	0,31	0,033	0,018	0,033	0,084	27,10	середній
EI gl (51-61)	0,50	0,29	0,011	0,012	0,017	0,040	13,79	низький
I(е)т gl (81-91)	0,30	0,17	0,010	0,012	0,018	0,040	23,52	середній

є менше, ніж у вмістному ілювіальному горизонті (0,31%), що спричинено легшим гранулометричним складом нодулів та меншим (у 1,5 рази) вмістом мулуватої фракції.

Гумусові речовини різних ґрунтів, і навіть різних генетичних горизонтів, мають неоднакове забарвлення та поглинають світло з неоднаковою інтенсивністю, що слугує основою для визначення їхньої оптичної густини. Оптична густина гумусових речовин характеризує співвідношення між молекулами ароматичних і аліфатичних структур, ступінь конденсованості ароматичного ядра гумусових речовин, відображає ґрунтово-кліматичні умови гумусоутворення і свідчить про такі властивості гумусових речовин, як гідрофільність, рухомість, схильність до утворення комплексних сполук цих речовин (Polchyna, 2014).

Показник оптичної густини характеризує здатність розчинів гумусових речовин поглинати світло при певному значенні їхньої концентрації. Широко використовують також показник коефіцієнта екстинції, який характеризує відношення оптичних густин при довжинах хвиль 465 і 665 нм, та позначається як відношення E4:E6, і не залежить від концентрації гумусових речовин у розчині, в чому і його перевага. Виявлено, що чим більший показник, тим менша оптична щільність розчинів, тим менша частка ароматичного ядра в молекулі гумусових речовин, тим більша його рухомість і агресивність. І навпаки, чим вужче це відношення, тим більша участь концентрованого ароматичного ядра і відповідно менша – аліфатичних бічних ланцюгів у будові молекул гумусових речовин (Polchyna, 2014).

Результати аналізу оптичної густини вказують на зменшення показника екстинції від HE g1 до I(e)m g1 горизонту, що корелює із показниками профільного розподілу ГК, загальний вміст яких зменшується з глибиною (табл. 4). Оптична густина ГК буроземно-

підзолистого окультуреного ґрунту (розріз K-1) є низькою (0,07–0,03) у верхніх (HE g1 та Eh g1) горизонтах і дуже низькою (0,02) у нижніх (El g1 та I(e)m g1) горизонтах. Дещо вищі показники оптичної густини ГК притаманні буроземно-підзолисту ґрунту під лісом (розріз ЛЛ). У ньому оптична густина вільних гумінових кислот (ГК-1) є середньою (0,1–0,08) у HE g1 та Eh g1 горизонтах і низькою (0,06–0,03) у El g1 та I(e)m g1 горизонтах. Фракції ГК 1+2 та ГК-3 характеризуються низькими (0,05–0,03) та дуже низькими (0,02) показниками оптичної густини.

Найвищі значення коефіцієнта екстинції притаманні для ґрунтів під лісом (розріз ЛЛ). Для фракцій ГК-3 та ГК 1+2 характерним є збільшення E4:E6 з глибиною (5,0–8,9 та 4,7–6,5, відповідно). Для фракції ГК-1 коефіцієнт екстинції з глибиною зменшуються від 5,5 до 3,3. Окультурення буроземно-підзолистих ґрунтів спричинило зниження показника E4:E6 фракції ГК-3 до 3,5–4,8 та фракції 1+2 до 3,2–5,1. Такі результати зниження можуть свідчити про краще оструктурення та формування “зрілих” молекул ГК унаслідок зменшення кількості бічних ланцюгів (Pidvalna, Pozniak, 2004).

## Висновки

Проведені нами дослідження буроземно-підзолистих ґрунтів підтвердили низький і дуже низький вміст гумусу, оскільки його показники у межах гумусово-елювіального горизонту змінюється від 1,36–3,34%. У нижчих горизонтах його вміст різко зменшується, складаючи в ілювіальному горизонті 0,29–0,47%, а в ілювіованій породі – 0,18–0,66%. Профільний розподіл гумусу регресивно-аккумулятивного типу, що характерно для більшості ґрунтів з елювіально-ілювіальним типом профілю. Гумус є фульватного типу, оскільки у всіх горизонтах

**Таблиця 4.** Коефіцієнти екстинції оптичної густини ( $E_{1cm,465nm}^{0,001\%HA}$ ) та коефіцієнти забарвлення ( $E_{465}:E_{665}$ ) фракцій ГК.  
**Table 4.** Optical density extinction coefficients ( $E_{1cm,465nm}^{0,001\%HA}$ ) and color coefficients ( $E_{465}:E_{665}$ ) fractions HA.

Назва горизонту, глибина відбору (см)	Сзаг, %	ГК-1		ГК 1+2		ГК-3	
1	2	3	4	5	6	7	8
Буроземно-підзолистий середньокам'янистий грубопилувато-середньосуглинковий оглеєний ґрунт на давньоалювіальних відкладах, розріз K-1 (поле)							
HE g1 (8-23)	0,96	0,07	6,4	0,04	4,6	0,05	4,8
Eh g1 (25-35)	0,32	0,04	5,1	0,03	4,7	0,02	3,6
El g1 (40-50)	0,18	0,03	3,4	0,02	3,2	0,02	3,5
I(e)m g1 (73-83)	0,17	0,02	2,8	0,02	5,1	0,02	3,9
Буроземно-підзолистий грубопилувато-важкосуглинковий оглеєний ґрунт на алювіально-делювіальних відкладах, розріз ЛЛ (ліс)							
HE g1 (3-23)	0,79	0,08	5,5	0,04	4,7	0,03	5,0
Eh g1 (29-39)	0,31	0,10	5,7	0,05	5,0	0,03	6,0
El g1 (51-61)	0,29	0,06	4,9	0,04	5,6	0,02	8,9
I(e)m g1 (81-91)	0,17	0,03	3,3	0,03	6,5	0,02	6,8

співвідношення  $C_{гк} : C_{фк}$  змінюються від 0,2 до 0,5, що свідчить про переважання зонального кислого буроземоутворення. Нами вперше визначено вміст гумусу у мулистій фракції, який є у 1,5–2,0 рази більшим ніж у дрібноземі, а його акумуляція у межах І(e)m g1 горизонті підтверджує процес лесиважу. Вперше у бурозмно-підзолистих ґрунтах визначено вміст гумусу у ґрунтових новоутвореннях (нодулях та аргіланах). Вміст гумусу в аргіланах становить 0,50–0,53%, що у 1,7–1,9 рази більше, ніж у вмістному горизонті, що спричинено процесами ілювіальної акумуляції гумусу внаслідок лесиважу, а також збагаченням аргілан органічною речовиною in situ, що підтверджує процес лесиважу. Вміст гумусу у нодулях становить 0,26%, що є менше, ніж у вмістному ілювіальному горизонті (0,31%), що спричинено легшим гранулометричним складом нодулів та меншим (у 1,5 рази) вмістом мулуватої фракції. Результати аналізу оптичної густини вказують на зменшення показника екстинції від HE g1 до І(e)m g1 горизонту, що корелює із показниками профільного розподілу ГК, загальний вміст яких зменшується з глибиною.

## ORCID iD

Zenoviy Pankiv  <https://orcid.org/0000-0002-6384-9541>

Stepan Malyk  <https://orcid.org/0000-0003-4734-3687>

## Список посилань

- Laktionov, N. I. (1988). *Organicheskaya chast pochvy*. Kharkov: Lektsia. [Лактионов, Н. И. (1988). *Органическая часть почвы*. Харьков: Лекция.]
- Vozbuczkaaya, A. E. (1968). *Khimiya pochvy*. Moscow: Vysshaya shkola. [Возбуцкая А. Е. (1968). *Химия почвы*. Москва: Высшая школа.]
- Polchyna, S. M. (2014). *Profilno-dyferentsiyovani ohleyeni grunty Peredkarpattya: geneza, variabelnist, systematyka*. Chernivtsi. [Польчина С. М. (2014). *Профільно-диференційовані оглеєні ґрунти Передкарпаття: генеза, варіабельність, систематика*: монографія. Чернівці.]
- Gorbunov, N. I. (1960). Metodika podgotovki pochv, gruntov, vzvesey rek i osadkov morey k mineralogicheskomu analizu. *Pochvovedenie*, 11, 79–84. [Горбунов, Н. И. (1960). Методика подготовки почв, ґрунтов, взвесей рек и осадков морей к минералогическому анализу. *Почвоведение*, 11, 79–84.]
- Andrushchenko, G. O. 1960. (Eds.). *Grunty Ivano-Frankivskoi oblasti*. Uzhgorod: Karpaty. [Андрущенко, Г. О. (Ред.) (1960). *Ґрунти Івано-Франківської області*. Ужгород: Карпати.]
- Andrushhenko, G. O. (1970). *Grunty zakhidnykh oblastey URSSR*. Lviv-Dubliany: Vilna Ukraina. [Андрущенко, Г. О. (1970). *Ґрунти західних областей УРСР*. Львів-Дубляни: Вільна Україна.]
- Rode, A. A. (1955). *Pochvovedenie*. Moscow. [Роде, А. А. (1955). *Почвоведение*. Москва.]
- Semenov, V. M., Kogut, B. M. (2015). *Pochvennoe organicheskoe veshchestvo*. Moscow: GEOS. [Семенов, В. М., Когут, Б. М. (2015). *Почвенное органическое вещество*. Москва: ГЕОС.]
- Christensen, B. T. (2001). Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science*, 52, 345–353.
- Zolotareva, B. N. (1982). *Gidrofilnye kolloidy i pochvoobrazovanie*. Moscow. [Золотарева, Б. Н. (1982). *Гидрофильные коллоиды и почвообразование*. Москва.]
- Smaga, I. S. (2016). Problemy diahnostryky elementarnykh gruntotvornykh protsesiv u profilno-dyferentsiyovanykh gruntakh Peredkarpattya. *Gruntoznavstvo*, 1–2, 40–48. [Смага, І.С. (2016). Проблеми діагностики елементарних ґрунтотворних процесів у профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття. *Ґрунтознавство*, 1–2, 40–48.]
- Ponomareva, V. V., Plotnikova, T. A. (1980). *Gumus i pochvoobrazovanie (metody i rezultaty izucheniya)*. Leningrad: Nauka. [Пономарева, В. В., Плотникова, Т. А. (1980). *Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения)*. Ленинград: Наука.]
- Myakina, N. B., Arinushkina, E. V. (1979). *Metodicheskoe posobie dlya chteniya rezultatov khimicheskikh analizov pochv*. Moscow. [Мякина, Н. Б., Аринушкина, Е. В. (1979). *Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв*. Москва.]
- Evald, E. (1980). O genezise burozemov i blizkikh k nim burykh lesnykh i taezhnykh pochv. *Pochvovedenie*, 4, 46–58. [Эвальд, Э. (1980). О генезисе буроземов и близких к ним бурых лесных и таежных почв. *Почвоведение*, 4, 46–58.]
- Kanivecz, V. I. Mironova, L. M. (1973). Gruppovoy i fraktsionnyy sostav gumusa kak pokazatel tipa pochvoobrazovaniya v regione Ukrainskikh Karpat. *Pochvovedenie*, 3, 34–41. [Канивец, В. И., Миронова, Л. М. (1973). Групповой и фракционный состав гумуса как показатель типа почвообразования в регионе Украинских Карпат. *Почвоведение*, 3, 34–41.]
- Pidvalna, G. S., Poznyak, S. P. (2004). *Humusovyi stan avtomorfnykh gruntiv Pasmovoho Pobuzhzhya*. Lviv. [Підвальна Г. С., Позняк С. П. (2004). *Гумусовий стан автоморфних ґрунтів Пасмового Побужжя*. Львів.]
- Shkvaruk, M. M., Delemenchuk, M. I. (1976). *Gruntoznavstvo*. Kyiv. [Шкварук, М. М., Делеменчук, М. І. (1976). *Ґрунтознавство*. Київ.]
- Bronnikova, M. A., Targulyan, V. O. (2005). *Kutannyi kompleks teksturno-differentsirovannykh pochv*. Moscow. [Бронникова М. А., Таргульян В. О. (2005). *Кутанный комплекс текстурно-дифференцированных почв*. Москва.]
- Zaydelman, F. R. (1998). *Protsess gleeobrazovaniya i ego rol v formirovaniy pochv*. Moscow. [Зайдельман, Ф. Р. (1998). *Процесс глееобразования и его роль в формировании почв*. Москва.]
- Targulyan, V. O., Goryachkin, S. V. (2008). *Pamyat pochv. Pochva kak pamyat biosferno-geosferno-antroposfernykh vzaimodeystviy*. Moscow. [Таргульян, В. О., Горячкин, С. В. (2008). *Память почв. Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий*. Москва.]