

## ВПЛИВ РОСЛИННОСТІ ТА СПОСОБУ ВИКОРИСТАННЯ НА ФРАКЦІЙНО-ГРУПОВИЙ СКЛАД ГУМУСУ ДЕРНОВО-КАРБОНАТНИХ ҐРУНТІВ ПРИДНІСТЕР'Я

В.С. ВАХНЯК<sup>1</sup>, І.С. СМАГА<sup>2</sup>, К.В. МИРОНЧУК<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ЗВО «Подільський державний університет»,  
вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька область

<sup>2</sup> Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,  
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012  
e-mail: i.smaga@chnu.edu.ua

Мета досліджень полягала у встановленні специфіки гумусутворення в дерново-карбонатних ґрунтах Придністер'я (рендзинах типових) під природними та антропогенно-трансформованими угіддями (ліс, лучні трави та рілля).

Груповий та фракційний склад гумусу відображає весь комплекс умов ґрунтоутворення, суттєво відрізняється між ґрунтами різної генетичної природи, залежить від літологічних та гідротермічних умов місцевості й інших екологічних факторів та характеризується відповідними параметрами показників, важливими в контексті врожайності культур та продуктивності екосистем. Вивчення груп та фракцій гумусу ґрунту під природними та антропогенно-перетвореними угіддями дозволяє з'ясувати регіональні особливості проходження та напрям трансформації гумусутворення в умовах антропогенного впливу.

Прослідковано процеси гумусутворення в дерново-карбонатному ґрунті на елювії вапняку під пологом лісу, луками та ріллею. Близькі параметри показників фракційно-групового складу гумусу досліджуваних ґрунтів та чорноземів типових, яких в природному стані на території природного парку «Подільські Товтри» майже не залишилося, дає змогу зрозуміти специфіку гумусутворення в них за різної інтенсивності антропогенного впливу.

Виявлені відмінності у груповому та фракційному складі гумусу дерново-карбонатного ґрунту під екологостабілізуючими угіддями та ріллею дозволять розширити уявлення про хід гумусоутворюючих процесів за різного характеру надходження до ґрунту рослинних рештків. Доведено, що за багаторічного використання рендин типових в складі орних земель відбувається погіршення деяких показників їх гумусового стану, зокрема знижується загальний вміст гумусу та змінюється співвідношення між групами та фракціями гумусу.

За більш посушливих умов у дерново-карбонатних ґрунтах може зростати гуматність і вміст фракцій ГК-3 та ФК-3, пов'язаних у стійкі комплекси з оксидами заліза та алюмінію й глинистими мінералами. При інтенсивному використанні ґрунту (луки та рілля) в складі гумусу збільшується частка гумінових кислот порівняно з фульвокислотами та фракцій ГК-2 і ФК-2, пов'язаних з кальцієм. В орному ґрунті відмічається зменшення вмісту гумусу та посилення його гуматності.

**Ключові слова:** рендина, Придністер'я, гумус, груповий склад гумусу, фракційний склад гумусу, екологічні фактори, гумінові кислоти, фульвокислоти, продуктивність екосистем, дерновий процес

**Актуальність.** Одним з наслідків ґрунтоутворюючого процесу є формування гумусу. Його фракційно-груповий склад відображає весь комплекс умов ґрунтоутворення та зазнає трансформації при їх зміні, що дозволяє використовувати його параметри для оцінки спрямованості ґрунтоутворюючого процесу.

На території Національного природного парку «Подільські Товтри» на значних площах на елювії вапняків сформувалися дерново-карбонатні ґрунти (рендзини). Зважаючи на те, що основу ґрунтоутворення складає дерновий процес на карбонатній материнській породі за коефіцієнта зволоження близького до 1, рендини мають схожість з чорноземами за морфолого-генетичними ознаками та

показниками гумусового стану. Однак, на території природного парку (та й Хмельницької області в цілому) майже всі ареали чорноземів розорані, тоді як дерново-карбонатні ґрунти зустрічаються як під природними, так і антропогенно-трансформованими угіддями. За таких обставин зрозуміти відмінності щодо спрямованості процесів гумусоутворення у чорноземах агробіоценозів та природних екосистем стає можливим шляхом проведення відповідних досліджень на дерново-карбонатних ґрунтах під аналогічними угіддями.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Загальновідомо, що джерелом гумусу в ґрунті є наземний опад та відмерлі кореневі системи рослин. Їх кількість залежить від складу, віку та

густоти насаджень, а також від стану й розвиненості трав'янистого вкриття і буде неоднаковою в різних ґрунтово-кліматичних зонах (Nazarenko et.al., 2004). Гуміфікація продуктів розкладу рослинних решток в конкретних гідротермічних умовах та кореневі виділення рослин зумовлюють формування гумусового профілю ґрунту (Orlov, 2005).

Груповий склад гумусу відображає специфіку процесів гуміфікації в різних типах ґрунтів та включає групи специфічних і неспецифічних речовин. Під групою речовин розуміють споріднені за будовою і властивостями сполуки - гумінові кислоти, гіматомеланові кислоти, фульвокислоти, гумін і групи неспецифічних сполук. Фракційний склад гумусу відображає наявність речовин, які входять до окремих груп гумусу за формами їх сполук з мінеральними компонентами ґрунту. Відповідно до цього, фракційний склад є функцією вмісту в ґрунті обмінних катіонів, солей, мінералогічного складу ґрунтів і умов протікання реакцій взаємодії (Soil chemistry..., 2011).

Встановлено, що умови гумусоутворення та специфіка генезису ґрунту визначають вміст гумусу в ґрунті та склад його функціональних груп (Stevenson, 1994). Стверджується, що залишки різних типів рослинності розкладаються відповідною мікрофлорою, що відіграє вирішальну роль у формуванні гумусу (Bilets'ka & Osadcha, 2012).

Вважається, що передумовою формування групового та фракційного складу гумусу з переважанням гуматів і фульватів кальцію є розвиток дернового процесу під трав'янистою рослинністю (Soil-forming processes, 2023). Відоме також твердження, що напрям гуміфікації залежить від умов перебігу даного процесу, перш за все режиму зволоження ґрунту (Торол'нуї, 2022). Сприятливі умови для акумуляції в гумусовому горизонті гумінових кислот і фульвокислот, пов'язаних з кальцієм, складаються за високого вмісту обмінних катіонів, наявності карбонатів та близької до нейтральної реакції середовища. Значна кількість карбонатів кальцію в ґрунті прискорює розклад рослинних решток й процеси гуміфікації та поліпшує закріплення гумусових речовин у профілі (Kyryl'chuk, 2019).

Розробка заходів щодо підвищення вмісту гумусу та поліпшення його якісного стану можлива за умови встановлення сутності гумусоутворення в конкретних умовах біоценозів та агроценозів. До ґрунтів агроценозів скорочується надходження органічної речовини, оскільки в них лише кореневі та післязбиральні рештки польових культур є головним джерелом

гумусу. В новоутвореному з свіжої органічної речовини гумусі зростає вміст фульвокислот (Bohdanovych & Oliijnyk, 2014).

Встановлено, що активне сільськогосподарське використання сірих лісових ґрунтів зумовлює збільшення гуматності гумусу та вмісту гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм (Pidval'na & Pozniak, 2004). В дерново-підзолистих ґрунтах Полісся під перелогами та неудобреною ріллею зростає частка пасивного гумусу, а за систематичного удобрення культур зростає вміст активної його форми (Dats'ko, 2016).

При внесенні добрив на чорноземі типовому у верхньому (0–10 см) шарі підвищився відносний вміст фракцій І і ІІІ гумінових кислот та особливо фульвокислот і зменшилася кількість нерозчинного залишку у порівнянні з перелогом 16-ти річного залуження (Kapshtyk, 2009). В орних чорноземах південних відмічено зниження вмісту гумусу, та переважне зростання вмісту фульвокислот порівняно з гуміновими кислотами – на 32 % і 16 % відповідно (Ozhovan & Mykhajliuk, 2017).

На прикладі чорноземів типових заповідника «Михайлівська цілина» доведено, що у випадку розорювання відбувається незначне розширення співвідношення С<sub>гк</sub>:С<sub>фк</sub> в межах одного і того ж типу гумусоутворення (Dehtiar'ov, 2013).

В Західному регіоні України площа рендзин (дерново-карбонатних ґрунтів) та чорноземів карбонатних на елювії щільних карбонатних порід складає 162,2 тис. га, або 13,5 % площі таких ґрунтів на території України. Площа окремо рендзин, обчислена за матеріалами великомасштабних ґрунтових обстежень різних років, на даній території складає 101,9 тис. га, з яких до ріллі залучено майже 81 тис. га. (Kyryl'chuk, 2019).

Лісова рослинність сприяє інтенсивному розчиненню та вилугуванню карбонатів у рендзинах Подільських Товтр, а в процесі обробки ґрунту відбувається механічне подрібнення і руйнування залишкових карбонатних включень (Harbar & Lisovs'kyj, 2017).

Стадії та напрями онтогенезу рендзин Подільських Товтр визначаються геоморфологічними умовами, літологічним чинником та інтенсивністю розвитку дернового процесу що вплинуло на інтенсивність процесів гумусонакопичення (Harbar et. al., 2022) та, ймовірно, склад гумусових сполук.

Тому **метою досліджень**, було встановити специфіку формування фракційно-групового складу гумусу в дерново-карбонатних ґрунтах

(рендзинах типових) під природними та антропогенно-трансформованими угіддями.

**Об'єкт досліджень** – дернові карбонатні ґрунти (рендзини типові) Придністер'я в природному стані та залучені до обробітку. Обрано дві ключові ділянки (КД) – КД-1 «Боришківці» та КД-2 «Суржинці». На обох ділянках ґрунті розрізи закладено під широколистяним лісом, лучною рослинністю та ріллею. Зразки ґрунту для аналітичних досліджень відібрано з гумусово-аккумулятивного горизонту.

**Предмет досліджень** – груповий та фракційний склад гумусу.

**Методи досліджень:** загальнонаукові (аналіз і синтез, порівняння, спостереження), ґрунтознавчі (порівняльно-географічний, морфолого-генетичний, порівняльно-аналітичний) та статистичний методи. Визначення групового та фракційного складу гумусу у зразках ґрунту проводили за методом Тюріна у модифікації Пономарьової та Плотникової (DSTU 7828:2015).

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Серед значної різноманітності гумусових речовин ґрунту вивчали лише ті з них, які істотно впливають на родючість і агрономічні властивості ґрунтів – гумінові кислоти, фульвокислоти та гумін. Дослідженнями встановлено, що незалежно від виду угіддя в рендзині типовій КД-1 «Боришківці» серед груп гумусових речовин переважає гумін, вміст якого становить 4,15 %, 5,33 % і 1,84 % від маси ґрунту в лісовому, лучному та орному аналогах відповідно (табл. 1). Це узгоджується із загальним вмістом гумусу в ґрунті, який у гумусово-аккумулятивному горизонті знижується аналогічно до гуміну за угіддями – 7,82 до 8,22

та 3,26 % від маси ґрунту. Причиною дегуміфікації ґрунту під ріллею є зменшення поступання в ґрунт свіжої органічної речовини, в результаті чого гетеротрофна мікрофлора для забезпечення процесів своєї життєдіяльності починає використовувати гумус як джерело енергії. Крім того, підкислення ґрунту внаслідок внесення мінеральних добрив призводить до підвищення розчинності гумусу і зростання його рухомості (Sugar, 2015).

Гумін представлений стійкими сполуками гумусу, які не екстрагуються з ґрунту розчинниками і забезпечують стійкість гумусу. Тому в екологостабільних угіддях його вміст вищий, а в ґрунті ріллі – нижчий. Це може бути пов'язане з вищою міграційною здатністю органічної речовини та інтенсивнішими процесами мінералізації гумусу протягом теплого періоду року в умовах кращого зволоження порівняно з ґрунтом під лучною рослинністю. Зменшення частки нерозчинного залишку в ґрунті під ріллею у порівнянні із 40-річним перелоговим використанням відмічено також на чорноземі південному (Ozhovan & Mykhajliuk, 2017).

В гумусі ґрунту під лісом відмічене незначне переважання фульвокислот (ФК) над гуміновими кислотами (ГК) – 1,87 проти 1,80 % від маси ґрунту. Проте, в ґрунті під травами вміст ГК значно перевищує кількість ФК (1,88 і 1,01 %), а під ріллею – більше ніж вдвічі (1,01 та 0,48 % відповідно). Як відомо, в ґрунті під покривом лісу сильніше висушуються глибші шари при більш перезволоженні верхніх, а під травами – навпаки. В умовах більшої зволоженості ґрунту під час гуміфікації зростає вихід фульвокислот (Topol'nyj & Helevera, 2017).

Таблиця 1.

Груповий і фракційний склад гумусу рендзини типової (% від маси ґрунту)

Table 1.

Group and fractional composition of typical rendzinas humus (% of soil mass)

| Угіддя            | Загальний<br>вміст | Фракції гумінових кислот |      |      |      | Фракції фульвокислот |      |      |      |      | Гумін |
|-------------------|--------------------|--------------------------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|-------|
|                   |                    | ГК-1                     | ГК-2 | ГК-3 | сума | ФК-1а                | ФК-1 | ФК-2 | ФК-3 | сума |       |
| КД-1 «Боришківці» |                    |                          |      |      |      |                      |      |      |      |      |       |
| Ліс               | 7,82               | 0,57                     | 0,79 | 0,44 | 1,80 | 0,24                 | 0,32 | 0,81 | 0,50 | 1,87 | 4,15  |
| Луки              | 8,22               | 0,42                     | 1,05 | 0,41 | 1,88 | 0,10                 | 0,11 | 0,42 | 0,38 | 1,01 | 5,33  |
| Рілля             | 3,26               | 0,19                     | 0,58 | 0,17 | 0,94 | 0,04                 | 0,05 | 0,23 | 0,16 | 0,48 | 1,84  |
| КД-2 «Суржинці»   |                    |                          |      |      |      |                      |      |      |      |      |       |
| Ліс               | 4,48               | 0,36                     | 0,74 | 0,58 | 1,68 | 0,16                 | 0,31 | 0,49 | 0,40 | 1,36 | 1,45  |
| Луки              | 7,82               | 0,61                     | 1,44 | 1,07 | 3,12 | 0,23                 | 0,49 | 0,79 | 0,59 | 2,10 | 2,74  |
| Рілля             | 3,96               | 0,26                     | 0,68 | 0,58 | 1,52 | 0,14                 | 0,25 | 0,49 | 0,34 | 1,22 | 1,22  |

Серед груп сполук гумусу ґрунту під лісом КД-2 «Суржинці» вміст гумінових кислот складає 1,68 % від маси ґрунту. Це більше, ніж гуміну та фульвокислот (1,45 та 1,36 % відповідно). Подібне співвідношення між групами гумусу склалося і в ґрунті під ріллею та луками. Це є відмінністю від ґрунту таких само угідь попередньої ключової ділянки.

Аналізуючи частку окремих фракцій у складі гумусу ґрунту КД-1 «Боришківці», зазначимо, що переважають фракції гумусових кислот,

пов'язані з кальцієм. Зокрема, фракції ГК-2 залежно від угіддя міститься 10,1 – 17,79, а фракції ФК-2 – 5,11–10,36 % від загального вмісту гумусу (рис. 1). На гумін, залежно від угіддя, припадає більше половини всіх гумусових речовин – 53,07–64,84 % від загального вмісту гумусу. В ґрунті під сільськогосподарськими угіддями порівняно з ґрунтом під лісом зростає вміст ГК-2 та знижується вміст ФК-2.

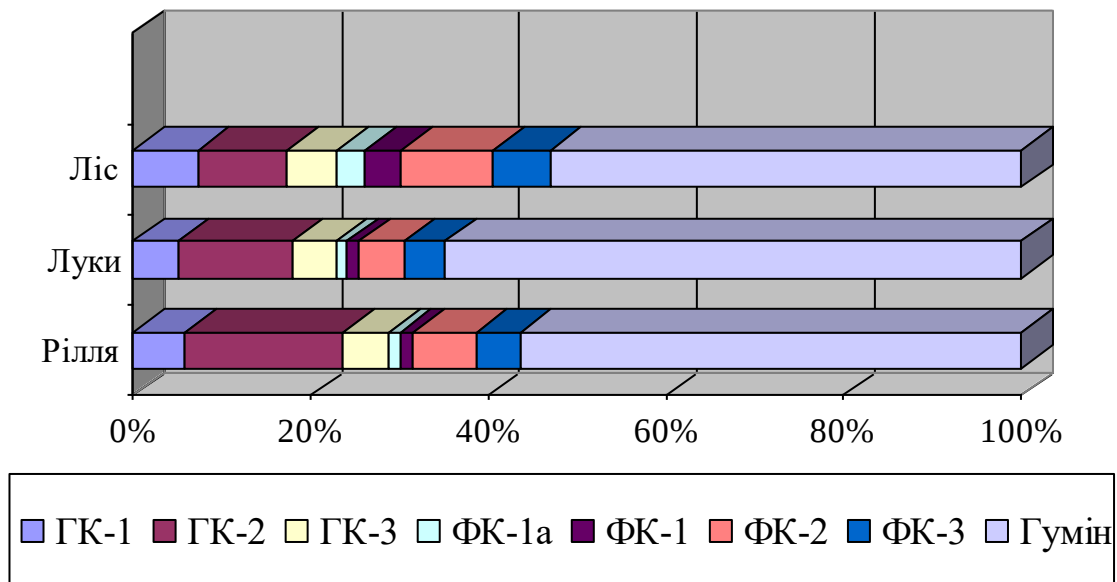


Рис. 1. Груповий і фракційний склад гумусу рендзини типової ключової ділянки «Боришківці» (% від загального вмісту гумусу)

Fig. 1. Group and fractional composition of humus of the rendzinas of the typical key plot «Boryshkivtsi» (% of the total humus content)

Вміст гуміну в ґрунті КД-2 «Суржинці» становить 30-33 % від вмісту загального гумусу,

тобто майже в 2 рази менше порівняно з іншою ключовою ділянкою (рис. 2).

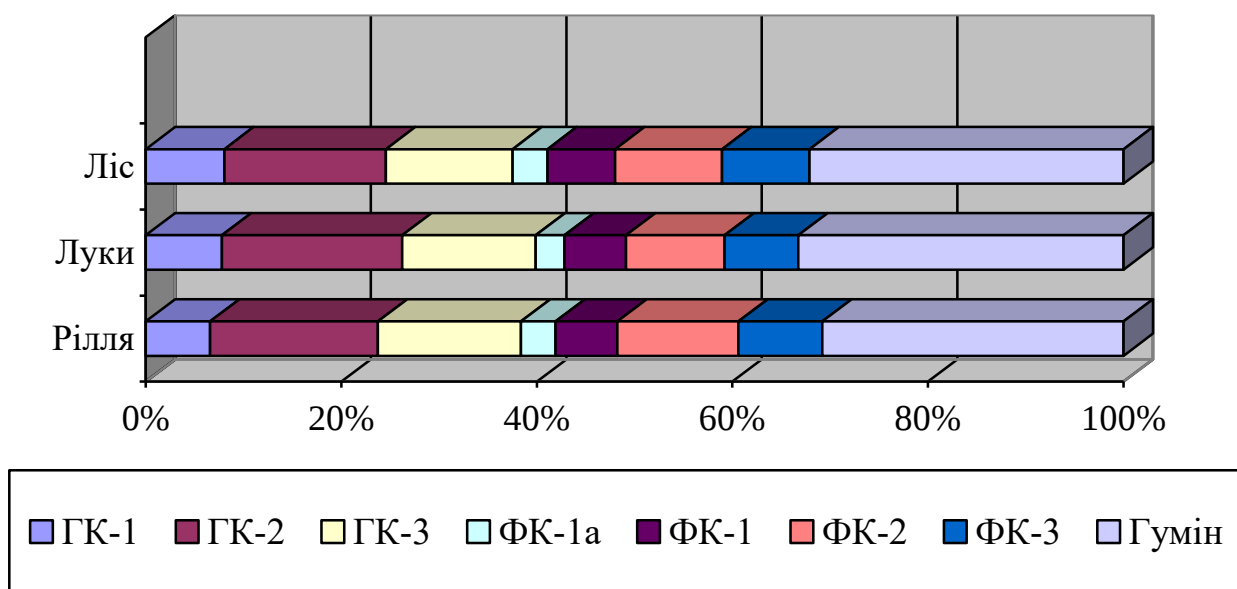


Рис. 2. Груповий і фракційний склад гумусу рендзини типової ключової ділянки «Суржинці» (% від загального вмісту гумусу)

Fig. 2. Group and fractional composition of rendzinas humus of a typical key plot «Surzhynsi» (% of total humus content)

Це свідчить про відносно меншу кількість найбільш стійкої частини гумусу і можливість його швидшої втрати при підвищенні інтенсивності використання ґрунту.

Досить високим є також вміст фракції ГК-2 (16,52–18,42 %) та ГК-3 (12,95–14,65 % від загального вмісту гумусу). Серед ФК переважає фракція, пов'язана з кальцієм (10,1–12,37 %). Вміст фракції ФК-1а, залежно від угіддя, не перевищує 2,94–3,57 %.

Досить високим у досліджуваній рендзині є також вміст фракції ГК-2 (16,52–18,42 %) та ГК-3 (12,95–14,65 % від загального вмісту гумусу). Серед ФК переважає фракція, пов'язана з кальцієм (10,1–12,37 %). Вміст фракції ФК-1а, залежно від угіддя, не перевищує 2,94–3,57 %.

Варто відзначити загалом більшу, порівняно з ґрунтами КД-1 «Боришківці» кількість ФК, а також фракцій ГК-3 та ФК-3, які пов'язані в стійкі комплекси з оксидами заліза та алюмінію й глинистими мінералами.

Незалежно від виду угіддя переважає фракція, яка пов'язана з кальцієм. Це закономірно, оскільки ґрунти сформувались на елюві карбонатних порід і містять багато кальцію різного ступеня кристалізації. Зокрема, в лісовому ґрунті КД-1 «Боришківці» міститься

43,9 % фракції ГК-1, а в орному – 61,7 % (табл. 2). Менша кількість цієї фракції в лісовому ґрунті зумовлена впливом дерев'янистої рослинності, яка сприяє розчинності кальцію, меншій його кристалізації і переходу у стійкі комплекси з ГК і ФК. При цьому підвищується низхідна міграційна здатність як кальцію, так і Са-гумусових комплексів.

В складі гумусу ґрунтів трав'янистих угідь (природні лучні угруповання та рілля) вміст фракції ГК-2 суттєво вищий і досягає 55,9 % та 61,7 %. Це зумовлено специфічною дією власне трав'янистих рослин, які включають кальцій до біологічних структур та роблять його більш активним в процесах мінералізації та гуміфікації рослинних решток. Прискорення цього процесу в ґрунті ріллі зумовлене погіршенням режиму зволоження під час вегетаційного періоду. В посушливих умовах в ґрунті проходить конденсація і полімеризація новоутворених гумусових речовин, пов'язаних з кальцієм і їх накопичення. Таким чином, посушливі умови попри негативний вплив на урожайність сільськогосподарських культур сприяють утворенню найбільш високоякісної фракції гумусу.

**Таблиця 2.**

**Вміст фракцій гумінових кислот та фульвокислот у верхньому шарі рендзин різних біоценозів (% від суми)**

**Table 2.**

**Content of humic acid and fulvic acid fractions in the upper layer of rendzinas of various biocenoses (% of the total)**

| Угіддя            | Фракції гумінових кислот |      |      | Фракції фульвокислот |      |      |      |
|-------------------|--------------------------|------|------|----------------------|------|------|------|
|                   | ГК-1                     | ГК-2 | ГК-3 | ФК-1а                | ФК-1 | ФК-2 | ФК-3 |
| КД-1 «Боришківці» |                          |      |      |                      |      |      |      |
| Ліс               | 31,7                     | 43,9 | 24,4 | 12,8                 | 17,1 | 43,3 | 26,7 |
| Луки              | 22,4                     | 55,9 | 21,8 | 9,9                  | 10,9 | 41,6 | 37,6 |
| Рілля             | 20,2                     | 61,7 | 18,1 | 8,3                  | 10,4 | 47,9 | 33,3 |
| КД-2 «Суржинці»   |                          |      |      |                      |      |      |      |
| Ліс               | 21,4                     | 44,0 | 34,5 | 11,8                 | 22,8 | 36,0 | 29,4 |
| Луки              | 19,6                     | 46,2 | 34,3 | 11,0                 | 23,3 | 37,6 | 28,1 |
| Рілля             | 17,1                     | 44,7 | 38,2 | 11,5                 | 20,5 | 40,2 | 27,9 |

Наявність гумусових кислот, що складають основу фракції ГК-1 (зв'язані з рухомими сполуками заліза та алюмінію) у складі гумусу свідчить про відносно слабкий розклад органічної речовини, який характерний для лісової підстилки чи степової повсті. Це пояснює найменший вміст цієї фракції в ґрунті під ріллею (20,2 %) порівняно з ним під лучною і, особливо, лісовою рослинністю (відповідно 22,4 та 31,7 %).

Описані закономірності притаманні й вмісту фракції гумусових кислот, пов'язаних в стійкі комплекси з мінеральною частиною ґрунту (ГК - 3 і ФК-3). При мікробному розкладанні рослинних рештків дерев'янистих рослин утворені мінеральні кислоти сприяють звільненню з кристалічної решітки первинних мінералів заліза та алюмінію, які в подальшому утворюють стійкі комплекси з гумусовими кислотами.

Вміст фракції гумінових кислот ГК-3 у гумусі ґрунту під лісом складає 24,4, під луками – 21,8 та під ріллею – 18,1 % від суми гумінових кислот. В ґрунті ріллі посилюється мінералізація органічної речовини і її втрати, що проявляється у зниженні вмісту фракцій ГК-1 і ГК-3. Це ще раз свідчить про особливо негативний вплив інтенсивного обробітку ґрунту навіть на стійкі фракції гумусових речовин, а отже й потребу в компенсації втрат гумусу на орних землях за рахунок його утворення з рослинних решток та органічних добрив.

У гумусі ґрунту КД-2 «Суржинці» порівняно з КД-1 «Боришківці» за подібної загальної тенденції вміст фракції ГК-1 менший на 10 % у ґрунті під лісом, на 3 % – під луками та менше ніж на 1 % – ріллі. По фракції ГК-2 зовсім інша тенденція, оскільки відносний її вміст у ґрунті усіх угідь знаходиться майже в однакових межах – від 44,0 до 46,2 %. Це може бути зумовлене лише відмінністю мінеральної основи ґрунтів – карбонатні відклади містять більше глинистих мінералів порівняно з ключовою ділянкою поблизу с. Боришківці. Очевидно, це є також причиною вищого на 10-20 % вмісту фракції ГК-3 (34–38 % порівняно з 18–24 % від загального вмісту гумусу для цих ключових ділянок відповідно).

Низький вміст фульвокислот у чорноземах порівняно з гуміновими кислотами робить їх менш інформативними з точки зору вивчення якості гумусу. Проте для рендзин, особливо тих, які зазнають впливу дерев'янистої рослинності, фракційний склад фульвокислот також важливий для розуміння процесів трансформації органічної і мінеральної частини ґрунту та для управління його якістю і родючістю.

Виявлено, що серед фульвокислот гумусу ґрунту КД-1 «Боришківці» також переважає фракція, пов'язана з кальцієм. Її вміст у ґрунті під лісом складає 43,3 %, під лучною рослинністю – 41,6 %, а під ріллею – 47,9 % від кількості фульвокислот. Рослинні рештки лісової рослинності розкладаються грибовою мікрофлорою, яка синтезує переважно ФК, а при розкладі решток трав бактеріями – утворюється більше ГК. Разом з тим, суттєве підвищення фракції ФК-2 у ґрунті ріллі виявляється менш логічним. Можливо це пов'язано з підвищенням активності кальцію при підкисленні ґрунтів, зумовленому внесенням фізіологічно кислих мінеральних добрив, підвищенні його рухливості та реакційної здатності. Слід вважати це позитивним процесом для даних ґрунтів, оскільки фракція ФК-2 також достатньо стійка і активно впливає на формування ґрунтової мікроструктури.

Фракцію ФК-1а називають «агресивною», оскільки ці речовини є найкислішими, легко розчинними та добре взаємодіють з мінеральною частиною, викликаючи руйнування мінералів. Вміст цієї фракції виявився відносно високим у досліджуваних рендзинах, зокрема в лісовому аналозі міститься 12,89 %, у лучному – 9,9 %, у орному – 8,3 % від суми фракцій. Менша її кількість у ґрунті під трав'янистими рослинами пов'язана з домінуванням бактеріальної мікрофлори, яка є головним деструктором органічних рештків. Важливу роль відіграє також вищий вміст кальцію в опаді трав порівняно з лісовою підстилкою. Зменшення їх кількості у ріллі зумовлене посиленою низхідною міграцією в глибину профілю.

Вміст фракції ФК-1, в ґрунті під лісом виявився вищим, ніж під іншими угіддями (під лісом 17,1 %, під травами та ріллею – 10,9 і 10,4 % відповідно). Відносно «стабільних» фульвокислот, які належать до фракції ФК-3 у рендзинах теж багато – в межах 26,7–36,7 %. Найбільше їх у ґрунті під лучними травами – 36,7 %. У лісовому ґрунті ця фракція становить 26,7 % від суми фульвокислот, що цілком пояснюється впливом дерев'янистої рослинності на гумусоутворення. Підвищення вмісту ФК-3 у ґрунті ріллі порівняно з фракцією ГК-3 очевидно пояснюється тим, що фульвокислоти легше вступають у взаємодію з оксидами заліза та алюмінію, осаджуючись у стійкі комплекси.

У рендзині типовій ключової ділянки КД-2 «Суржинці» вміст фракції фульвокислот, зв'язаних з кальцієм, становить 36–40 %, що на 4–7,7 % менше порівняно з КД-1. Крім того, виявлено поступове підвищення вмісту цієї фракції від лісового ґрунту (36,0 %) до лучного (37,6 %) і орного (40,2 %).

Вміст фракції ФК-1а виявився майже однаковим у ґрунті під досліджуваними угіддями – 11,0–11,8 %. Фракції ФК-1 в рендзині ділянки КД-2 «Суржинці» міститься в 1,5–2 рази більше, ніж в аналозі КД-1 «Боришківці». Проявляються й інші відмінності між угіддями, зокрема мінімальні значення притаманні ґрунту під ріллею – 20,5 %, а максимальні – під лучною рослинністю – 23,3 %.

Вміст фульвокислот, зв'язаних у стійкі сполуки з півтораокислами і вторинними мінералами (ФК-3) виявився менший в ґрунті під луками та ріллею порівняно з ключовою ділянкою «Боришківці» (28,1 і 27,9 проти 37,6 і 33,3 % від суми фракцій). За зниженням вмісту цієї фракції у рендзині КД-2 «Суржинці» угіддя розміщуються в такий ряд: лісовий ґрунт – лучний ґрунт – орний ґрунт.

## Висновки.

1. В дерново-карбонатних ґрунтах еколого-стабільних угідь обох ключових ділянок в складі гумусу вищий вміст гуміну порівняно з ґрунтом під ріллею, де інтенсивніше проходять процеси мінералізації.

2. В дерново-карбонатному ґрунті ключової ділянки «Боришківці» під лучною рослинністю та ріллею ГК майже в 2 рази більше, ніж ФК (1,88 і 1,01 % та 0,94 і 0,48 % від маси ґрунту відповідно), а під лісом їх вміст майже однаковий (1,80 і 1,87 % від маси ґрунту відповідно).

3. В рендзині типовій ключової ділянки КД-2 «Суржинці» серед груп сполук гумусу, незалежно від виду угіддя відмічене переважання ГК над ФК (1,68 і 1,36 %, 3,12 і 2,10 %, 1,52 і 1,22 % під лісом, луками та ріллею відповідно).

4. Залежно від локальних умов (більш посушливих) в дерново-карбонатних ґрунтах може зростати кількість гумінових кислот і фракцій ГК-3 та ФК-3, пов'язаних у стійкі комплекси з оксидами заліза та алюмінію й глинистими мінералами.

## Список літератури / References:

1. Bilets'ka S.V., Osadcha N.M. (2012) Analysis of the river Ros' catchment soil cover and its impact on the flow of humus substances to the river network [Analiz hruntovoho pokryvu basejnu r. Ros' ta otsinka joho vplyvu na nadkhodzhenia humusovykh rehovyn u richkovu merezhu]. *Nauk. pratsi UkrNDHMI*, 262, 146-161. [In Ukrainian].
2. Bohdanovych R.P., Olijnyk V.S. (2014) The effect of the income of plant residues of short-rotation crops on the content of mobile humic substances in the typical light-loamy chernozem of the Right-Bank Forest-Steppe [Vplyv nadkhodzhenia roslynnykh reshtok kul'tur korotkorotatsijnoi sivozminy na vmist rukhomykh humusovykh rehovyn v chornozemi typovomu lehkosuhlynkovomu Pravoberezhnoho Lisostepu]. *Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovnykh buriakiv*, 21, 20-24. [In Ukrainian].
3. Harbar V., Lisovs'kyj A. (2017) Carbonations and carbonate profile forming processes of rendzinas of the Podilski Tovtry [Karbonatnist' ta protsesy formuvannia karbonatnoho profilu rendzyn Podil's'kykh Tovtr]. *Visnyk L'vivs'koho universytetu. Seriya heohrafichna*, 51, 88-97 [In Ukrainian].
4. Harbar, V. V., Lisovs'kyj, A. S., & Prydetkevych, S. S. (2022). State of rendzinas (Rendzic Leptosols) of the Podilski Tovtry [Humusovyj stan rendzyn (Rendzic leptosols) Gijlskmcmrb[ njdnh]. *Visnyk Odes'koho natsional'noho universytetu. Heohrafichni ta heolohichni nauky*, 27(1(40), 51–60. [In Ukrainian].
5. Soil-forming processes: education manual [Gruntotvorni protsesy: navch. posibnyk] / Ihor

5. Вміст у досліджуваних рендзинах вільних гумінових кислот (тобто фракції ГК-1) оцінюється як низький рівень та дуже низький, особливо в ґрунті під луками та ріллею. Вміст гуматів кальцію, як найбільш стійких і структуроформуючих оцінюється як середній у ґрунті під екологостабілізуючими угіддями (ліс і луки) та високий – під ріллею. Регіональною особливістю гумусоутворення в рендзинах Придністер'я є високий вміст ГК-3 в складі гумусу ґрунту природних угідь та середній – ріллі.

6. Трансформація гумусу в рендзині типовій під луками та ріллею полягає у збільшенні в його складі частки ГК порівняно з ФК та фракцій ГК-2 і ФК-2, пов'язаних з кальцієм. За тривалого орного використання ґрунту відмічається посилення мінералізації та зменшення вмісту гумусу за зростання його гуматності.

**Конфлікт інтересів:** Автори заявляють, що дослідження проводилося за відсутності будь-яких комерційних або фінансових відносин, які можна було б витлумачити як потенційний конфлікт інтересів.

Papish, Halyna Ivaniuk (2023). – L'viv: LNU im. Ivana Franka, 352. [In Ukrainian].

6. Datsko M. O. (2016). Changts in gumus content and reserves of sod-podzolic drained soil under different fertilization systems [Zmina vmistu i zapasiv humusu dernovo-pidzolistoho osushuvanoho gruntu za ryznykh system udobrennia]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 8, 63-66. [In Ukrainian].
7. Dehtiarov Yu. V. (2013). The cjntent of humus and the main nutrients on the example of typical chernozem of different types of use in the Middle Russian province of the Forest-Steppe of Ukraine [Umist humusu ta osnovnykh pozhyvnykh elementiv na prykladi chornozemu typovoho riznoho typu vykorystannia Seredno-ruskoi provintsii Lisostepu Ukrainy]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchaieva. Seriya: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv*, 2, 37-42. [In Ukrainian].
8. DSTU 7828:2015 (2015) Soil quality. Determining the group and fractional composition of humus according to Tyurin's method as modified by Ponomaryova and Plotnikova [DSTU 7828:2015Yakist' gruntu. Vyznachennia hrupovoho ta fraktsijnoho skladu humusu za metodom Tiurina u modyfikatsii Ponomar'ovoi ta Plotnykovoi]. [In Ukrainian].
9. Kapshtyk M.V. (2009) Reproduction of organic matter of chernozems as a prerequisite for organic production [Vidtvorenna orhanichnoi rehovyny chornozemiv iak peredumova orhanichnoho vyrobnytstva]. *Zemlerobstvo, gruntoznavstvo, ahrokhimiia*, 9, 8-13[In Ukrainian].

10. Kyryl'chuk A.A. (2019) Ontogenesis and geography of the rendzinas of the Western region of Ukraine [Ontohenez i heohrafiia rendzyn Zakhidnoho rehionu Ukrainy: monohrafiia]. L'viv: LNU imeni Ivana Franka, 446. [In Ukrainian].
11. Nazarenko I.I., Pol'chyna S.M., Nikorych V.A. (2004) Soil science: textbook [Hruntovnavstvo: pidruchnyk]. Chernivtsi: Knyhy – XXI, 400. [In Ukrainian].
12. Orlov O.L. (2005) The humus condition of soils as a reflection of the biocoenotical variety [Humusovyj stan hruntiv iak vidobrazhennia bioheotsenotychnoho riznomanittia]. *Naukovi zapysky Derzhavnoho pryrodnychoho muzeiu*, L'viv, 183-190. [In Ukrainian].
13. Ozhovan O.O., Mykhajliuk V.I. (2017) Humus state of automorphic soils of the North-Western Black Sea Coast: monograph [Humusovyj stan avtomorfnykh hruntiv Pivnichno-zakhidnoho Prychornomor'ia: monohrafiia]. Odesa: Interprint, 133. [In Ukrainian].
14. Pidval'na H.S., Pozniak S.P. (2004) Humus conditions of the Pasmove Pobuzhia automorphic soils [Humusovyj stan avtomorfnykh hruntiv Pasmovoho Pobuzhzhia: Monohrafiia]. L'viv: Vydavnychyj tsentr LNU imeni Ivana Franka, 190 [In Ukrainian].
15. Topol'nyj F.P. (2022) Consequences of the colonial influence on the formation of soil science in Ukraine [Naslidky kolonial'noho vplyvu na stanovlennia hruntovnavstva v Ukraini]. *Ahrarni innovatsii*, 2022, 14, 117-121. [In Ukrainian].
16. Topol'nyj, F., Helevera, O. (2017). Causes of podzolized soils [Prychyny opidzolenosti hruntiv]. *Visnyk L'vivs'koho universytetu. Seriya heohrafichna*, 51, 331-345. [In Ukrainian].
17. Osnovy teorii i praktykum: navch. posibnyk] (2011) / A. A. Kyryl'chuk, O. S. Bonishko. L'viv: LNU imeni Ivana Franka, 354.
18. Stevenson F.J. (1994) Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions / F.J. Stevenson – 2nd Edition. – NY: John Wiley. 512 p.
19. Sugar beet rotation effects on soil organic matter and calculated humus balance in Central Germany (2015) / Ph. Gotzea et al. *European J. of Agronomy*. 2015. No 76. P. 198–207.

## INFLUENCE OF VEGETATION AND LAND USE ON THE FRACTIONAL-GROUP COMPOSITION OF HUMUS IN TYPICAL RENDZINAS OF THE DNIESTER REGION

V.S. VAHNYAK<sup>1</sup>, I.S. SMAGA<sup>2</sup>, K.V. MYRONCHUK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Higher Educational Institution “Podillia State University”  
32316, 12 Shevchenko Str., Kamianets-Podilskyi, Ukraine

<sup>2</sup>Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,  
Ukraine, 58012, Chernivtsi, Kotsiubynsky 2 Str.  
e-mail: [i.smaga@chnu.edu.ua](mailto:i.smaga@chnu.edu.ua)

*The purpose of the research was to establish the specifics of humus formation in sod-carbonate soils of the Dnister region (typical rendzinas) under natural and anthropogenically transformed areas (forest, meadow grasses, and arable land).*

*The group and fractional composition of humus reflects the entire complex of soil formation conditions, differs significantly between soils of different genetic nature, depends on the lithological and hydrothermal conditions of the area and other environmental factors and is characterized by the corresponding parameters of the indicators, which are important in the context of crop yield and ecosystem productivity. The study of groups and fractions of soil humus under natural and anthropogenically transformed lands allows to find out the regional peculiarities of the passage and direction of transformation of humus formation under the conditions of anthropogenic influence.*

*The processes of humus formation in turf-carbonate soil on limestone eluvium under the forest canopy, meadows, and arable land were monitored. Close parameters of indicators of the fractional-group composition of humus of the studied soils and typical chernozems, which almost did not remain in their natural state on the territory of the "Podilski Tovtry" nature park, make it possible to understand the specifics of humus formation in them at different intensities of anthropogenic influence.*

*Identified differences in the group and fractional composition of humus of turf-carbonate soil under ecologically stabilizing lands and arable land will allow to expand the understanding of the course of humus-forming processes with different types of plant remains entering the soil. It has been proven that during the long-term use of rendzinas in typical arable lands, some indicators of their humus condition deteriorate, in particular, the total humus content decreases and the ratio between humus groups and fractions changes.*

*Under more arid conditions, humicity and the content of fractions HA-3 and FA-3, connected in stable complexes with sesquioxides and clay minerals, can increase in sod-carbonate soils. With intensive use of the soil (meadows and*

arable land), the proportion of humic acids in the composition of humus increases compared to fulvic acids and fractions HA-2 and FA-2 associated with calcium. In arable soil, a decrease in the content of humus and an increase in its humus content are noted.

*Key words:* rendzinas, Dnister region, humus, group composition of humus, fractional composition of humus, environmental factors, humic acids, fulvic acids, productivity of ecosystems, sod process

*Отримано редколегією 18.10.2025 р.*

#### **ORCID ID**

Василь Вахняк: <https://orcid.org/0000-0002-3436-8685>

Іван Смага: <https://orcid.org/0000-0002-9000-3832>

Катерина Мирончук: <https://orcid.org/0000-0001-5462-6226>