

УДК 631.445.4:631.459 (477.83)

## ГУМУСОВИЙ СТАН ЕРОДОВАНИХ ЧОРНОЗЕМІВ ОПІДЗОЛЕНИХ ПАСМОВОГО ПОБУЖЖЯ

Г. Іванюк, Н. Тарасюк, В. Гаськевич

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000, Україна*

Характеристика широкого спектра показників гумусового стану ґрунтів дала змогу виявити закономірності змін гумусу в чорноземах опідзолених різного ступеня змитості, оцінити ерозійний вплив на органічну частину ґрунтів.

Втрати гумусу в шарі 0–30 см у слабкозмитих ґрунтах становлять 32%, середньозмитих – 53, сильнозмитих – 63%. Значно знизився вміст нітрогену, зменшився ступінь гуміфікації органічної речовини, знизилася співвідношення *С<sub>гк</sub>:С<sub>фк</sub>*. Коефіцієнти екстинції гумінових кислот є найнижчими в сильнозмитих видах досліджуваних ґрунтів – 1,7–1,9 мг/мл. Погіршилася структурованість молекул гумінових кислот у нижніх частинах профілю чорноземів.

*Ключові слова:* гумус, гумусовий стан, тип гумусу, оптична щільність, гумінові й фульвокислоти, чорнозем опідзолений, ерозія.

Ерозійні процеси належать до найактивніших чинників трансформації та виснаження ґрунтового покриву на орних землях. Унаслідок ерозії ґрунти втрачають родючість через винесення органічних речовин, мінеральних елементів живлення рослин з рідким і твердим стоком; погіршуються фізико-хімічні та водно-фізичні властивості ґрунтів: збільшується щільність і водонепроникність ґрунтів, зменшується інтенсивність фіксації нітрогену, знижується вміст поживних елементів.

Вміст гумусу є важливим діагностичним показником еродованості ґрунтів, який головню визначає їхні властивості та рівень родючості загалом. Процеси ерозії призводять до зменшення потужності гумусового горизонту і значного зниження вмісту гумусу в ґрунті. Якісний склад гумусу під впливом ерозії також підлягає певним змінам. Однак впливу ерозійних процесів на якісний склад гумусу присвячено небагато праць.

Ми вивчали вплив ерозії на гумусовий стан чорноземів опідзолених Пасмового Побужжя – одного з геоморфологічних районів Малеого Полісся. На Пасмовому Побужжі чорноземи опідзолені займають площу 12 250 га (близько 14% території), з них 360 га – еродовані. Дослідження гумусового стану еродованих чорноземів Пасмового Побужжя виконано вперше.

І.А. Крупеніков дуже влучно схарактеризував сучасний стан чорноземної проблеми: «Сила і беззахисність – ось така єдність протилежностей існує в чорноземі» [12. – С. 199]. Тільки за умов вивчення та захисту можна зберегти та підвищити родючість чорноземів.

Вміст гумусу в чорноземах опідзолених різного гранулометричного складу коливається від 2,5 до 5,5%. Запаси гумусу в верхньому 0,5 м шарі досягають 120 т/га в легкоуглинистих та 244 т/га у легкоглинистих різновидах, у метровому шарі вони становлять, відповідно, 200 і 410 т/га.

У складі гумусу переважають гумінові кислоти, зв'язані з кальцієм. У більшості випадків вони перерозподілені в профілі з максимумом (35–40%) у середній і нижній його частинах. Фульвокислоти представлені головно фракціями, зв'язаними з кальцієм і рухомими півтораоксидами. Співвідношення між гуміновими і фульвокислотами у верхніх горизонтах – 1,2–1,5 – з глибиною зменшується до 0,7–0,8 [3. – С. 125].

В еродованих ґрунтах помітно зменшується вміст гумусу – на 5–25, 30–40, 50–80%, відповідно до ступеня еродованості, – від слабо- до сильнозмитих. Таке співвідношення, як зазначають З.П. Кирюхіна, З.В. Пацукевич, характерне як для дерново-підзолистих ґрунтів, так і для чорноземів. Однак абсолютні втрати гумусу в чорноземних ґрунтах значно більші [4].

За дослідженнями І.А. Крупенікова, втрати гумусу в шарі 0–50 см еродованих чорноземів досягають 20, 40 і 60% за трьома ступенями змитості, відповідно [6].

Вивчаючи зміни запасів гумусу в лісостепових і степових ґрунтах під впливом інтенсивної сільськогосподарської діяльності та водної ерозії, Б.П. Ахтирцев та В.Д. Соловиченко виявили, що потужність гумусового горизонту зменшується на слабозмитих чорноземах опідзолених на 12–15 см, середньозмитих – на 30–37, сильнозмитих – на 43–55 см. Порівняно з незмитими розораними ґрунтами вміст гумусу в орному шарі в різних підтипах чорноземів унаслідок змиву зменшується в слабозмитих – у 1,1–1,2 раза, середньозмитих – у 1,4–1,6, сильнозмитих – у 1,8–1,9 раза. Втрати запасів гумусу в гумусових горизонтах еродованих ґрунтів відповідно до ступеня змитості становлять 68–76, 112–124, 177–182 т/га [2].

За іншими даними, на еродованих чорноземах вміст гумусу знижується в слабоеродованих видах у середньому на 5–10%, у середньо- і сильноеродованих – на 30–40% [12. – С. 188]. У 1,5–2,0 раза у випадку сильної ерозії зменшується потужність гумусового горизонту.

Втрати врожаю пропорційні до втрати загального запасу гумусу в чорноземах. Наприклад, за дослідженнями українських учених, змив 5 т чорноземів знижує врожай біомаси на 100 кг, а зменшення потужності гумусового горизонту на 1 см знижує врожайність зернових на 0,5–1,0 ц/га [12. – С. 271].

За дослідженнями І.В. Опенлендера, зі збільшенням ступеня еродованості ґрунтів зменшується вміст гумусу, кількість гумінових кислот і збільшується вміст фульвокислот. Гумус еродованих ґрунтів містить менше нітрогену, менш активний і рухомий, у його складі збільшується вміст фракцій кислот, зв'язаних з глинистими частками і стійкими півтораоксидами, а також вміст гуміну [7].

Ми мали на меті вивчити вплив водної ерозії на гумусовий стан чорноземів опідзолених Пасмового Побужжя. Для цього потрібно вивчити вміст гумусу в профілі еродованих ґрунтів, груповий склад гумусу, тип гумусу, оптичну щільність гумінових кислот; оцінити втрати гумусу в еродованих чорноземах опідзолених різного ступеня змитості.

Для з'ясування особливостей ґрунтового покриву Пасмового Побужжя, зокрема гумусового стану ґрунтів, ми застосовували порівняльно-географічний, порівняльно-профільний та порівняльно-аналітичний методи досліджень.

Вивчали чорноземи опідзолені Дмитровицького пасма – території найбільшого ареалу їхнього поширення. Модальна ділянка “Куровичі” закладена в межах Дмитровицького пасма на вододілі та на схилах різного нахилу (2–7°) (землі Куровицької сільської ради Золочівського р-ну Львівської обл.).

Вміст гумусу визначали за методом І.В. Тюріна в модифікації Б.А. Нікітіна; груповий склад гумусу – за М.М. Коновою і Н.П. Бельчиковою; оптичну щільність гумінових кислот – за методом В.В. Пономарьової і Т.О. Плотнікової за різних довжин хвиль.

*Вміст та розподіл гумусу і валового нітрогену по профілю ґрунтів.* Деяким “еталоном” незмитих чорноземів слугував розріз чорнозему опідзоленого, закладений у межах Дмитровицького пасма на вирівняній частині вододілу, утвореного р. Тимковецький потік та її притоками. Потужність гумусового горизонту – 105 см, оглеєння з глибини – 76 см, закипання від 10% розчину HCl: із 105 см – фрагментарне, із 119 см – суцільне [10. – С. 170–171].

В орному шарі досліджуваних чорноземів опідзолених незмитих вміст гумусу коливається в межах 2,93–2,99%. Помітно знижується його вміст у горизонті *Hpe1* (див. таблицю). За показниками гумусового стану, запропонованими Л.О. Гришиною й Д.С. Орловим, вміст гумусу в верхніх горизонтах низький (2–4%), у нижній частині гумусового профілю – дуже низький (до 2%). З глибини 95 см вміст гумусу зменшується до 1%. Середній вміст гумусу в метровому шарі досліджуваних чорноземів опідзолених становить 2,15%.

Найвищий вміст гумусу у профілі чорноземів опідзолених слабкозмитих зафіксовано у верхньому 20 см шарі ґрунту – 2,03%. В межах горизонту *Hpi* помітне різке зменшення вмісту гумусу: 1,67% у верхній частині, 0,91 – у нижній; до 1% – з глибини 40 см.

Вміст гумусу в орному шарі чорноземів опідзолених середньозмитих досить нерівномірний: в межах 20 см шару становить 1,33–1,35%, а в нижній частині горизонту збільшується до 1,50%. У верхній частині горизонту *Phi* вміст гумусу становить 1,09%, а в нижній його частині зменшується до 0,44%.

У чорноземах опідзолених сильнозмитих верхній гумусовий горизонт повністю змитий, перехідний горизонт – розораний. Тому вміст гумусу в орному шарі є найнижчим і коливається в межах 1,03–1,18%, зменшується вниз по профілю до 0,63%.

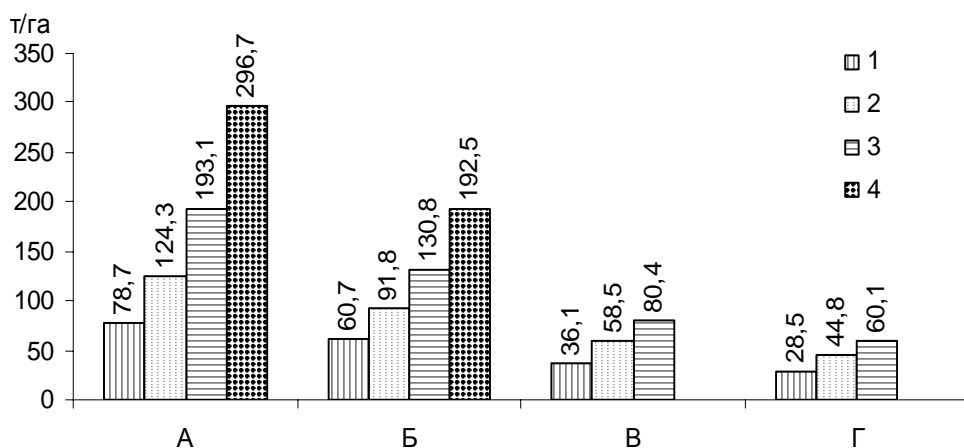
Інформативнішим показником, аніж розподіл гумусу по профілю, є його запаси в ґрунті, які обчислюють із урахуванням щільності будови. Якщо відомі запаси гумусу, то можна оцінити масштаби гумусоутворення незалежно від того, яким є розподіл органічної речовини у ґрунтовому профілі. Розміри запасів свідчать про загальні резерви поживних речовин у ґрунті. За запасами карбону порівнюють орні та цілинні ґрунти, вирішують питання про нагромадження чи втрату ґрунтами гумусу внаслідок сільськогосподарського використання, негативної дії процесів водної ерозії.

Найвищі запаси гумусу мають чорноземи опідзолені незмиті Дмитровицького пасма Пасмового Побужжя: 78,7 т/га (низькі) у верхньому шарі ґрунтів, 296,7 т/га (середні) у метровому шарі (див. рисунок).

У чорноземах опідзолених слабкозмитих дещо нижчі запаси гумусу: в шарі 0–20 см – 60,7 т/га, у метровій товщі – 192,5 т/га, що характеризує їх як низькі.

Достатньо змінилися запаси гумусу в чорноземах опідзолених середньозмитих і ще більше – у сильнозмитих. Наприклад, у шарі 0–20 см запаси становлять усього 36,1 т/га в середньозмитих відмінах і 28,5 т/га в сильнозмитих, тобто є дуже низькими. Через те, що змитий майже весь гумусовий горизонт, неможливо було визначити запаси в метровому шарі.

Важливу роль у житті рослин відіграє нітроген. Загальний запас нітрогену в ґрунті є дуже важливим показником його потенційної родючості. В гумусових горизонтах більша частина нітрогену міститься в складі органічних сполук.



Запаси гумусу в чорноземах опідзолених Пасмового Побужжя: А – незмита, Б – слабкозмита, В – середньозмита, Г – сильнозмита. Шари ґрунту, см: 1 – 0–20; 2 – 0–30; 3 – 0–50; 4 – 0–100.

Найбільшим серед досліджуваних ґрунтів вмістом валового нітрогену вирізняються чорноземи опідзолені незміта. У гумусовому слабкоелювійованому горизонті його вміст коливається від 0,24 до 0,30%, зменшуючись униз по профілю. Одним із важливих показників гумусового стану ґрунтів є збагачення гумусу нітрогеном (С:N). Чим вужче це співвідношення, тим більший вміст нітрогену, а отже, і більша швидкість мінералізації органічної частини. Збагачення гумусу незмитих чорноземів нітрогеном високе (С:N – 5,8–7,6) (див. таблицю).

Вміст валового нітрогену в чорноземах опідзолених слабкозмитих коливається в межах 0,12–0,04%. Ще нижчий вміст нітрогену в середньозмитих чорноземах – 0,08–0,09%. Найменший вміст валового нітрогену мають чорноземи опідзолені сильнозміта – 0,04–0,07%. Збагачення гумусу нітрогеном у всіх видах досліджуваних еродованих чорноземів є середнім – 9,0–10,2 (див. таблицю).

*Якісний склад гумусу.* Якість гумусу оцінюють за показниками ступеня гуміфікації, результатами групового та фракційного складу, а також природою гумінових кислот. Агрономічна цінність гумусу значно визначена співвідношенням у ньому гумінових та фульвокислот. За переважного синтезу гумінових кислот у ґрунті чітко виражений гумусовий горизонт, що вирізняється високим рівнем родючості. Такі ґрунти мають водостійку структуру, збагачені нітрогеном та іншими елементами живлення рослин. У разі переважання фульвокислот ґрунти легко збіднюються лужними катіонами й іншими елементами, мають кислу реакцію середовища, такі ґрунти втрачають агрономічно цінну структуру.

Найінформативнішим показником є тип гумусу – співвідношення кількості карбону гумінових кислот до кількості карбону в складі фульвокислот (С<sub>гк</sub>:С<sub>фк</sub>). Цей показник відображає зрілість ґрунту, він максимальний у ґрунтах із найбільшою біологічною активністю. ґрунти з найбільшим значенням С<sub>гк</sub>:С<sub>фк</sub> найпродуктивніші, найстійкіші до ерозії, здатні знижувати токсичний вплив забруднювальних речовин [8].



Важливо також оцінити ступінь гуміфікації – частку гуміфікованого матеріалу (гумінових кислот) у складі органічної речовини. Це дуже важливий показник, який відображає, наскільки повно органічні рештки перетворюються в гумінові речовини.

*Груповий склад гумусу.* Досліджувані чорноземи опідзолени незмиті Дмитровицького пасма мають гуматний тип гумусу. По всьому профілю ґрунтів співвідношення  $S_{гк}:C_{фк}$  вище 2,0 (див. таблицю). В середній частині профілю воно збільшується аж до 4,5–5,0. Ґрунтам властивий дуже високий ступінь гуміфікації (понад 55%).

Серед усіх груп гумусу досліджуваних чорноземів опідзолених незмитих різко переважають гумінові кислоти – 51,5–72,2% від загального карбону. Вміст гумінових кислот, як і глибина гуміфікації, збільшується у середніх горизонтах. Вміст фульвокислот знижується до породи і коливається в межах профілю від 14,3 до 23,7% від загального карбону. Тип гумусу цих ґрунтів – гуматний у всьому профілі. Вміст гуміну дуже низький по всьому профілю – 13,5–28,9% від загального карбону.

У складі чорноземів опідзолених слабкозмитих території досліджень теж переважають гумінові кислоти. Тип гумусу у верхньому 20 см шарі фульватно-гуматний ( $S_{гк}:C_{фк}$  – 1,3–1,4), у нижній частині орного шару та верхній частині перехідного горизонту – гуматний ( $S_{гк}:C_{фк}$  – 2,2–2,3), нижче по профілю – фульватно-гуматний. Найвищий вміст гумінових кислот зареєстрований на межі орного шару та перехідного горизонту.

Вміст гуміну в профілі чорноземів опідзолених слабкозмитих коливається від 51,5 до 58,5% від загального карбону. За показниками гумусового стану, вміст гуміну середній.

Зафіксовано незначне переважання гумінових кислот над фульвокислотами у профілі досліджуваних середньозмитих чорноземів опідзолених. Вміст гумінових кислот коливається в межах 20,6–32,0%, фульвокислот – 12,8–24,0% від загального карбону. Вміст фульвокислот знижується з глибиною. Тип гумусу – фульватно-гуматний, співвідношення  $S_{гк}:C_{фк}$  – 1,3–1,8.

Вміст гуміну в чорноземах опідзолених середньозмитих є середнім – 44,0–58,0% від загального карбону, лише на глибині 30–40 см він високий – 65,1%. Ступінь гуміфікації органічної речовини середній у всьому профілі (20–30% від загального карбону).

У чорноземах опідзолених сильнозмитих зменшений вміст гумінових кислот (19,7–25,5%), звужене співвідношення  $S_{гк}:C_{фк}$  (див. таблицю). Вміст гуміну коливається в межах 52,8–63,9% від загального карбону і є високим у верхньому 20 см шарі та середній у нижній частині профілю. Ступінь гуміфікації середній – 21,7–25,0%, і лише в шарі 10–20 см – низький.

*Оптична щільність гумінових кислот.* Гумусові речовини, виділені з різних ґрунтів або навіть з різних генетичних горизонтів одного ґрунту, мають неоднакове забарвлення, що є наслідком різних умов поглинання світлових хвиль.

Оптична щільність 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 [9].

Показники оптичної щільності гумусових речовин треба розглядати як додатковий матеріал для вивчення фракційно-групового складу гумусу ґрунтів, який дає змогу отримати характеристику природи гумусових речовин, а отже, і пояснити їхній генезис.

Гумус чорноземів має найвищу оптичну щільність завдяки переважанню у його складі чорних гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм, які вирізняються високою оптичною щільністю.

Результати дослідження оптичної щільності гумінових кислот виражали як показник  $E_{c_{жк}}$ , мг/мл (коефіцієнт оптичної щільності чи коефіцієнт екстинції). Для порівняльної характеристики оптичних властивостей гумусових кислот обчислювали коефіцієнт забарвлення  $E_4:E_6$  за співвідношення коефіцієнтів екстинції при довжинах хвиль 465 і 665 нм.

Визначати оптичну щільність гумінових кислот В.В. Пономарьова та Т.О. Плотнікова рекомендують за довжини хвилі 430 нм [11]. За цієї довжини хвиль коефіцієнти екстинції гумінових кислот є найнижчими в сильнозмитих видах досліджуваних ґрунтів – 1,7–1,9 мг/мл. Вищі ці коефіцієнти в середньозмитих видах – 2,0–2,3 мг/мл. Широкий діапазон оптичної щільності властивий профілю слабкозмитих чорноземів – 1,3–2,9 мг/мл, причому важко виявити закономірність у розподілі цих значень.

Співвідношення  $E_4:E_6$  не залежить від концентрації карбону в розчині та є характерним для гумінових кислот різних ґрунтів. Чим вужче це значення, тим більша участь концентрованого ароматичного ядра і, відповідно, менша – аліфатичних бічних ланцюгів у побудові молекул гумусових речовин.

Найнижчими коефіцієнтами забарвлення, а отже, і найліпшою структурованістю ядра вирізняються перехідний горизонт *Hpi* чорноземів слабкозмитих і нижня частина орного шару *He+Hpi* середньозмитих видів – 3,6–3,8. Погіршена структурованість молекул гумінових кислот у нижніх частинах профілю чорноземів (у слабогумусованій породі), де співвідношення  $E_4:E_6$  становить 4,0–5,0.

У попередніх дослідженнях незмитих чорноземів опідзолених Пасмового Побужжя [10] автори визначали оптичну щільність гумінових кислот різних фракцій, а не групи загалом. Тому немає змоги порівняти оптичну щільність гумінових кислот незмитих чорноземів, які взято за своєрідний еталон, з оптичною щільністю еродованих ґрунтів.

Отже, процеси ерозії призвели до значних змін гумусового стану чорноземів опідзолених. Виявлено зменшення вмісту і запасів гумусу в чорноземах опідзолених зі збільшенням ступеня змитості. Наприклад, у слабкозмитих ґрунтах вміст гумусу в шарі 0–30 см знизився на 32%, середньозмитих – на 53, сильнозмитих – на 63%; запаси гумусу в тій же товщі зменшилися, відповідно, на 26, 53 і 64%.

Вміст і запаси валового нітрогену в досліджуваних ґрунтах також зменшуються в межах усього профілю. Розширюється співвідношення C:N, особливо в середньо- та сильнозмитих ґрунтах. У незмитих чорноземах опідзолених збагачення гумусу нітрогеном високе, у чорноземах опідзолених різного ступеня змитості – середнє.

Зменшився вміст гумінових та фульвокислот порівняно з чорноземами опідзоленими незмитими, що, відповідно, призвело до збільшення вмісту гуміну. Нееродовані чорноземи мають гуматний тип гумусу, а чорноземи різного ступеня змитості – фульватно-гуматний, за винятком частини профілю слабкозмитих ґрунтів на межі орного та підорного шарів, де тип гумусу визначено як гуматний.

Незмиті ґрунти вирізняються дуже високим ступенем гуміфікації, а більшість горизонтів еродованих видів ґрунтів – середнім.

Розподіл оптичної щільності гумінових кислот по профілю досліджуваних ґрунтів не корелює з розподілом по профілю гумусу. Найменша оптична щільність гумінових кислот – у досліджуваних сильнозмитих ґрунтах. Погіршилася структурованість молекул гумінових кислот у нижніх частинах профілю чорноземів.

Для поліпшення гумусового стану та загалом властивостей еродованих чорноземів необхідно вжити низку заходів: снігозатримання, внесення органічних і мінеральних добрив, збільшення частки багаторічних трав у сівозмінах, залуження схилів, залишен-

ня на полі пожнивних решток. Дуже важливо правильно вибрати спосіб обробітку таких ґрунтів: оранка поперек схилу або навскіс до горизонталей, під кутом чи безполицевий обробіток.

1. *Александрова Л.Н.* Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
2. *Ахтырцев Б.П., Соловйченко В.Д.* Изменение запаса гумуса в Лесостепных и степных почвах под влиянием интенсивного сельскохозяйственного использования и водной эрозии // Почвоведение. – 1984. – № 3. – С. 84–89.
3. *Гришина Л.А.* Гумусообразование и гумусное состояние почв. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1986. – 244 с.
4. *Кирюхина З.П., Пацукевич З.В.* Эрозионная деградация почвенного покрова России // Почвоведение. – 2004. – № 6 – С. 752–758.
5. *Кононова М.М.* Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 313 с.
6. *Крупеников И.А.* Эрозионная деградация черноземов и единственный способ их реставрации // Проблемы эволюции почв: Материалы IV Всеросс. конф. – Пушкино, 2003. – С. 210–215.
7. *Опенлендер И.В.* Групповой и фракционный состав гумуса эродированных черноземов и серых лесных почв ЦЧО // Почвоведение. – 1978. – № 4. – С. 42–45.
8. *Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И.* Органическое вещество почв Российской Федерации. – М.: Наука, 1996. – 256 с.
9. *Орлов Д.С.* Химия почв: Ученик. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1992. – 400 с.
10. *Підвальна Г.С., Позняк С.П.* Гумусовий стан автоморфних ґрунтів Пасмового Побужжя: Монографія. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. – 192 с.
11. *Пономарева В.В., Плотникова Т.А.* Гумус и почвообразование. – Л.: Наука, 1980. – 220 с.
12. *Русский чернозем – 100 лет после Докучаева.* – М.: Наука, 1983. – 304 с.

#### HUMUS CONDITION OF EROSION PODZOLIC CHERNOZEMS OF PASMOVE POBUZHZHUA

**H. Ivanyuk, N. Tarasyuk, V. Gaskevych**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
P. Doroshenko St., 41, UA – 79000 Lviv, Ukraine*

The characteristic of wide spectrum of humus condition indexes let find humus changes regularity in the podzolic chernozems of different erosion degree and estimate erosion influence on the organic part of soils.

The humus losses in 0–30 sm layer are: 32% in faint erosion soils, 53% in middle erosion soils and 63% in intense erosion soils. Nitrogen content, the degree of organic matter humification, the *Cha:Cfa* ratio have been decreased. The optical density coefficients of humic acids are the lowest in intense erosion soils – 1,7–1,9 mg/ml. The structure of humic acids molecules in low chernosem's horizons has been become worse.

*Key words:* humus, humus condition, humus type, optical density, humic and fulvic acids, podzolic chernozems, erosion.

Стаття надійшла до редколегії 05.02.2007  
Прийнята до друку 20.09.2007