

УДК 631.417.1 (477.74)

## СПЕКТРАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГУМІНОВИХ КИСЛОТ ҐРУНТІВ СЕРЕДНЬОСУХОСТЕПОВОГО ПЕДОЕКОТОНА ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Григорій Мороз

*Одеський державний аграрний університет,  
буль. Пантелеймонівська, 13, 65012, м. Одеса, Україна*

Спектральними методами визначено генетико-географічні особливості гумінових кислот ґрунтів середньосухостепового педоекотона. Визначено, що за показниками оптичної щільності ґрунти смуги переходу від сухого до середнього Степу належать до чорноземів південних.

*Ключові слова:* оптична щільність, гумінові кислоти, чорноземи південні, темно-каштанові ґрунти.

Сьогодні відомо, що в молекулярних структурах гумінових кислот (ГК) міститься інформація про специфіку процесу ґрунтоутворення, яка відображає особливості як вихідного органічного матеріалу, так і умов, у яких відбувається процес. Нині вимірювання оптичних щільностей гумінових кислот є одним із найважливіших прийомів ґрунтово-генетичних досліджень, а послідовність коефіцієнтів екстинкції в ряді широтної зональності ґрунтів майже еталонна. Однак мало уваги приділяють провінціальним особливостям ГК і варіюванню їхніх оптичних властивостей у межах ґрунтів одного типу (контуру, ландшафту, катени) та в межах ґрунтового профілю, хоча варіація коефіцієнтів екстинкції і вплив місцевих умов можуть деколи значно більше впливати на оптичні властивості ГК, ніж особливості гуміфікації в ґрунтах різних типів [5, с. 178–179].

Об'єктом дослідження є ґрунти середньосухостепового педоекотона – смуги переходу від середнього до сухого Степу в Північно-Західному Причорномор'ї (ареал поширення чорноземів південних залишково- і слабкосолонцюватих), що простягається від р. Барабой на заході до Дніпровсько-Бузького лиману на сході. Методологічну базу вивчення ґрунтів цієї смуги становлять різноманітні наукові методи, основним з яких є порівняльно-географічний, який використано у ході картографування ґрунтів на шести ключових ділянках загальною площею 1 090 га, ключ-профілях та 58 опорних розрізах.

Оптичну щільність гумінових кислот визначали спектрофотометрично, коефіцієнти екстинкції та оптичної щільності розраховували за Д. Орловим [8, с. 101–107], а також за В. Пономарьовою і Т. Плотніковою [9, с. 63].

Дослідженню оптичних щільностей гумінових кислот чорноземів південних та темно-каштанових ґрунтів присвячені праці М. Конової, Т. Плотнікової, Н. Бельчикової, В. Пономарьової, Д. Орлова та інших дослідників. На підставі порівняння оптичної щільності гумінових кислот, отриманої нами, з даними Н. Бельчикової та Т. Плотнікової, зазначимо, що ґрунти території досліджень мають чорноземоподібний характер кривих спектра поглинання. З наведених даних бачимо, що ґрунтам середньо-сухостепового

педоекотона властива висока оптична щільність, очевидно, унаслідок переважання в їхньому складі чорних гумінових кислот. За М. Коновою, висока оптична щільність гумінових кислот є показником значної конденсованості їхнього ароматичного ядра і невеликого вмісту в їхніх молекулах бокових радикалів, що несуть гідрофільні групи [1, с. 241]. Очевидно, умови ґрунтоутворення на території дослідження, зокрема, обмежена кількість опадів у літній період і нейтральна або слабколужна реакція ґрунтового розчину, сприяють утворенню складних форм гумінових кислот.

Проте оптична щільність ГК ґрунтів, що розташовані на верхніх частинах схилів, є нижчою. Це свідчить про вищий вміст бурих гумінових кислот, що наближає ці ґрунти до темно-каштанових. Також причиною зниження оптичної щільності цих ґрунтів може бути вміст молодших ГК, що мають спрощену будову або продукти відщеплення від них, які близькі за властивостями до фульвокислот. Простежується й зменшення оптичної щільності ГК із півночі на південь та з заходу на схід (див. таблицю). Це пояснюють збільшенням вмісту бурих гумінових кислот у темно-каштанових ґрунтах, на що звертав увагу Д. Орлов [6, с. 278–279; 7, с. 9]. Важливим є й порівняльне зіставлення значень оптичної щільності ГК усього ґрунтового профілю у вигляді профільної кривої. Наприклад, у нижній частині ґрунтового профілю оптична щільність ГК помітно знижується внаслідок того, що, імовірно, сюди мігрують із верхніх горизонтів лабільніші ГК спрощеної будови і продукти відщеплення від них, які близькі за властивостями до фульвокислот. Низькі показники оптичної щільності ГК у нижній частині профілю досліджуваних ґрунтів свідчать про їхній генетичний зв'язок з фульвокислотами й про можливість існування між ними перехідних форм (див. рис. 1).

Показники оптичних властивостей ґрунтів

Показник	Чорноземи південні не солонцюваті	Чорноземи південні залишково- і слабко-солонцюваті			Темно-каштанові слабко-солонцюваті ґрунти
		рівнина	верхня частина схилу	нижня частина схилу	
$E_{430}^2$	24,589	<u>20,150</u> 17,515-24,795	<u>17,639</u> 15,728-20,140	<u>21,553</u> 17,882-25,265	16,132
$E_{485}^3$	20,514	<u>16,106</u> 13,662-20,353	<u>13,050</u> 12,125-16,581	<u>17,235</u> 14,206-20,471	12,963
$E_{690}^4$	7,721	<u>4,840</u> 3,735-6,338	<u>3,367</u> 2,257-4,985	<u>5,785</u> 4,243-8,029	3,412
$E_4^{0,001\ 5}$	0,151	<u>0,119</u> 0,100-0,149	<u>0,096</u> 0,089-0,122	<u>0,127</u> 0,104-0,150	0,090
$E_4/E_6$	2,657	<u>3,341</u> 3,011-3,640	<u>4,001</u> 3,231-5,381	<u>3,034</u> 2,458-3,499	4,116
$K_{ст}^6$	20,543	<u>10,871</u> 7,725-14,569	<u>8,232</u> 5,647-11,170	<u>12,330</u> 9,097-17,601	5,957
$ПГ^7$	5,87	<u>4,69</u> 3,63-6,55	<u>3,45</u> 2,47-4,30	<u>5,29</u> 3,44-6,81	3,99

П р и м і т к и : <sup>1</sup> Чисельник – середнє значення, знаменник – граничні значення; <sup>2</sup> Коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 430 нм; <sup>3</sup> Коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 485 нм; <sup>4</sup> Коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 690 нм; <sup>5</sup> Коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 485 нм і концентрації розчину 1 мг/100 мл, за довжини кювети 1 см; <sup>6</sup> Показник якості і стабільності гумусу; <sup>7</sup> Показник гуміфікації.

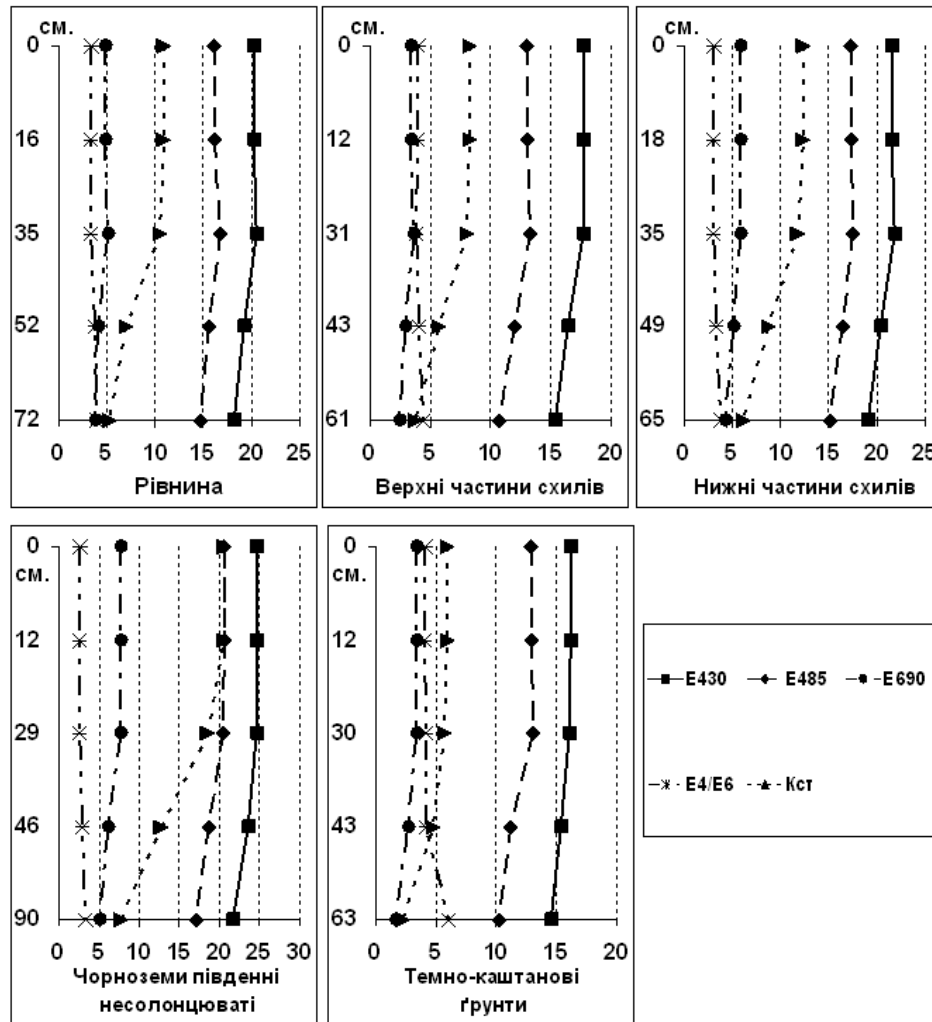


Рис. 1. Профільний перерозподіл оптичних властивостей гумінових кислот ґрунтів:  
 E 430 – коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 430 нм;  
 E 485 – коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 485 нм;  
 E 690 – коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 690 нм;  
 Kст – показник якості і стабільності гумусу.

Також особливо інформативним є зіставлення характеру кривих спектрів поглинання ГК ґрунтів різних рівнів педотопокатен території досліджень. У ґрунтах вододілів і нижніх частин схилів з найбільшою оптичною щільністю криві спектрів поглинання мають пологіший нахил, а в ґрунтах верхніх частин схилів ці криві є дещо крутішими, що свідчить про більший вміст бурих гумінових кислот. Усі спектри поглинання не мають стандартного безперервного плавного проходження. Зафіксовано наявність невеликих максимумів у ділянці 430–485 нм (для ґрунтів нижніх частин схилів і

вододілів) і 485 нм (для ґрунтів верхніх частин схилів). Це можна пояснити переважанням у складі мікрофлори зелених і синьозелених водоростей, а початок максимуму в синьо-зеленій частині спектра свідчить про вищий вміст водоростей цього типу в ґрунтах плакорів і нижніх частин схилів [3, с. 63–72], що наближає їх до чорноземів південних (див. рис. 2).

Для порівняльної характеристики оптичних властивостей ГК також використовують зіставлення коефіцієнтів оптичної щільності (екстинції) або інтенсивності поглинання світла ( $E$ ) за довжин хвиль 485 і 690 нм (коефіцієнт забарвленості), що можна прийняти як показник ступеня конденсованості ароматичного ядра й аліфатичних структур. Широке відношення цих значень свідчить про переважання в молекулах ГК аліфатичних груп. З наведених даних бачимо, що найширше співвідношення  $E_{485}$  до  $E_{690}$  простежується в ґрунтах верхніх частин схилів і є показником слабшої конденсованості ароматичного ядра гумінових кислот цих ґрунтів внаслідок умов, створених недостатнім зволоженням.

Вужче співвідношення коефіцієнтів оптичної щільності, що зафіксовано в ГК ґрунтів вододілів і нижніх частин схилів, можна пояснити глибшими й інтенсивнішими процесами гуміфікації. Зменшення коефіцієнтів забарвленості у ґрунтах вододілів і нижніх частин схилів засвідчує зростання “зрілості” ГК цих ґрунтів, ліпшу структурованість їхніх молекул, а вищі значення цих показників у ґрунтах верхніх частин схилів пояснюють новоутворенням менш “зрілих” ГК. Також виявлено чітку закономірність збільшення відношення  $E_{485}$  до  $E_{690}$  із півночі на південь та в широтному простяганні в напрямі переходу від чорноземів південних до темно-каштанових ґрунтів [4, с. 160–165]. Коефіцієнт кольоровості (відношення  $E_{485}$  до  $E_{690}$ ) також можна використовувати для діагностики типової належності ґрунту [2, с. 88]. За цим показником ґрунти середньосухостепового педоекотона належать до чорноземів південних.

Неоднозначний і профільний розподіл коефіцієнтів забарвленості в досліджуваних ґрунтах. Загальною є тенденція до поступового збільшення цього показника вниз по профілю, проте в слабкоксероморфних слабкоеродованих чорноземах південних і темно-каштанових ґрунтах це відбувається різкіше порівняно з іншими ґрунтовими відмінами. Поясненням цього може бути процес гідролітичного відщеплення від макромолекул ГК і винесення вниз по профілю більш лабільних бічних ланцюгів у разі посилення елювіальних умов, унаслідок прояву солонцевого процесу. Також простежується зменшення коефіцієнта забарвленості в нижніх частинах деяких ґрунтів (див. рис. 1). Такий ефект можна пояснити наявністю великої кількості діатомових водоростей, які виділяють природні органічні пігменти каротиноїди червоного кольору, що спричиняє збільшення  $E_{690}$  і, відповідно, коефіцієнта забарвленості ГК [3, с. 63–72].

Для порівняльної характеристики гумусових речовин різного походження широко використовують коефіцієнти рівняння Бугера–Ламберта–Бера ( $E$ -величини за концентрації ГК 0,001 %, довжини кювети 1 см і довжини хвилі 465 нм), які мало змінюються в межах одного типу і мають близькі значення для споріднених за генезою ґрунтів.

За матеріалами досліджень окремих науковців значення  $E_4^{0,001}$  для чорноземів південних коливаються від 0,113 до 0,131, а для темно-каштанових ґрунтів – у межах 0,067–0,089 [6, с. 217; 8, с. 113]. Значення цього показника в досліджуваних ґрунтах коливаються в межах 0,089–0,151, що дає підстави зачисляти їх, без винятку, до чорноземів південних. Зменшення  $E_4^{0,001}$  у слабкоксероморфних слабкоеродованих ґрунтах та в широтному і меридіональному простяганні, як зазначено вище, корелюють з показником конденсованості ароматичного ядра ГК (див. таблицю).

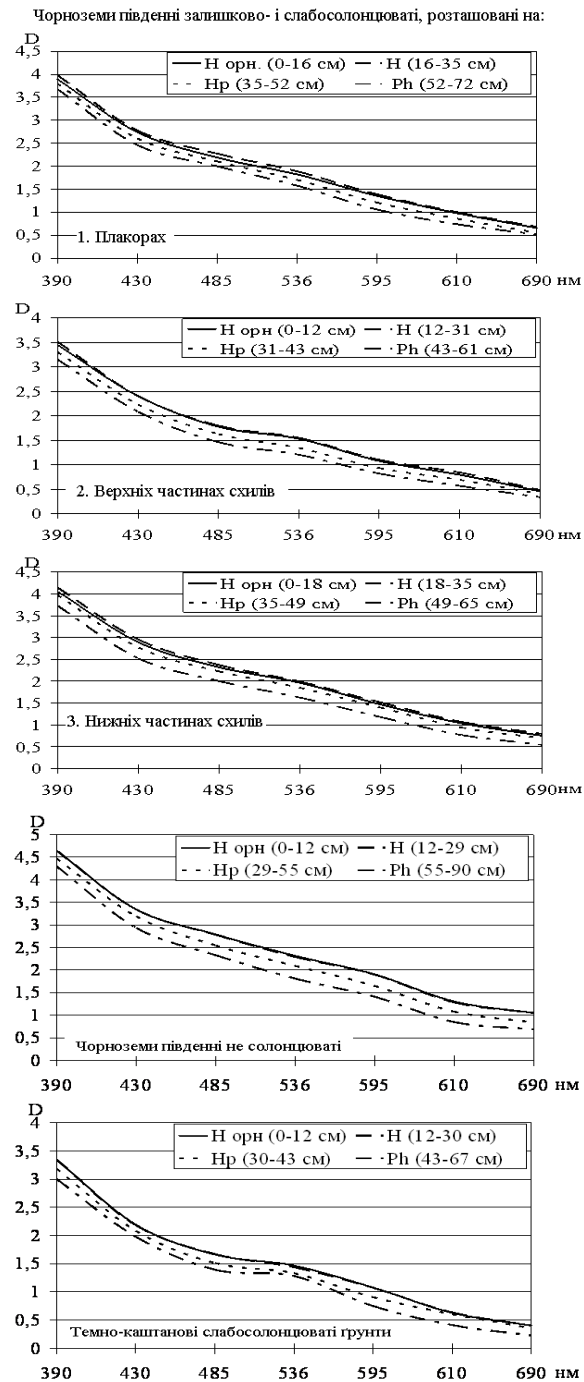


Рис. 2. Спектри поглинання гуматів натрію досліджуваних ґрунтів.

Проте  $E_4^{0,001}$  є не достатньо інформативною, тому в систему показників гумусового стану ґрунтів за рекомендацією Д. Орлова [7, с. 15–16] уведено показник гуміфікації (ПГ), який одночасно враховує кількість ГК та їхню якість і який визначають за формулою

$$ПГ = C_{зк} \times E_4^{0,001},$$

де  $C_{зк}$  – частка вуглецю ГК в % до  $C_{заг}$ .

За цим показником досліджувані ґрунти мають високий та дуже високий ступінь гуміфікації, що характеризує їх як чорноземи. Виявлено значне зменшення ПГ в темно-каштанових ґрунтах та ґрунтах верхніх частин схилів, що свідчить про зниження темпів гуміфікації, очевидно, внаслідок недостатнього зволоження та зниження активності мікроорганізмів (див. таблицю).

Ще одним важливим критерієм оптичних властивостей ГК є показник якості й стабільності гумусу, запропонований Б. Рябініним і Л. Рябініною, який розраховують за формулою

$$K_{ст} = \frac{E_{430}}{E_{485}/E_{690}} \times \frac{C_{зк}}{C_{фк}}.$$

Слабоксероморфні слабоеродовані ґрунти верхніх частин схилів мають набагато менш якісний і стабільний гумус, що свідчить про їхній перехідний статус від темно-каштанових ґрунтів до чорноземів південних. Також характерним є поступове закономірне зменшення показника якості та стабільності гумусу з півночі на південь та з заходу на схід. Цю закономірність пояснюють збільшенням вмісту бурих гумінових кислот, а також зменшенням конденсованості їхнього ароматичного ядра в міру переходу досліджуваних ґрунтів від чорноземів південних до темно-каштанових ґрунтів. Специфічним є зміна показника якості й стабільності гумусу вниз по профілю ґрунтів. Наприклад, у ґрунтах верхніх частин схилів та темно-каштанових ґрунтах цей показник із глибиною поступово зменшується. Водночас у чорноземах південних та ґрунтах інших рівнів місцевих педотопокатен простежується різкий перехід між горизонтами Н і Н<sub>р</sub> та значніша подальша зміна цього показника вниз по профілю (див. рис. 1). Це можна пояснити утворенням у слабоеродованих ґрунтах молодих гумінових кислот (замість змитих униз по схилу), а також міграцією із верхніх горизонтів більш лабільних ГК спрощеної будови і продуктів відщеплення від них, які близькі за властивостями до фульвокислот.

Отже, за оптичними властивостями гумінових кислот ґрунти смуги переходу від сухого до середнього Степу належать до чорноземів південних. Оптична щільність гумінових кислот ґрунтів середньосухостепового педоекотона залежить від локальних еколого-генетичних умов ґрунтоутворення. На вододілах і нижніх частинах схилів за умов підвищеного зволоження формуються гумінові кислоти з вищим ступенем конденсації ядра, а на верхніх частинах схилів в умовах підвищеного ксероморфізму та еродованості утворюються більш дисперсні гумінові кислоти, що мають слабку конденсованість.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения / М. М. Кононова. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 316 с.
2. Костенко І. В. Порівняльний аналіз показників гумусного стану, що використовуються як діагностичні ознаки при ґрунтових обстеженнях / І. В. Костенко // Вісник

- ХНАУ. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. – 2008. – № 2. – С. 84–89.
3. Кузяхметов Г. Г. Водоросли зональних почв Степи и Лесостепи / Г. Г. Кузяхметов // Почвоведение. – 1991. – № 9. – С. 63–72.
  4. Мороз Г. Б. Ґрунти середньо-сухостепоного педоекотону Північно-Західного Причорномор'я : монографія / Г. Б. Мороз, В. І. Михайлюк. – Львів : ЗУКЦ, 2011. – 184 с.
  5. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д. С. Орлов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 332 с.
  6. Орлов Д. С. Химия почв : учебник / Д. С. Орлов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.
  7. Орлов Д. С. Органическое вещество почв Российской Федерации / Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова, И. Н. Суханова. – М. : Наука, 1996. – 256 с.
  8. Орлов Д. С. Практикум по биохимии гумуса / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина, Н. Л. Ерошичева. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1969. – 158 с.
  9. Пономарева В. В. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л. [Б.и.], 1975. – 105 с.

*Стаття: надійшла до редакції 18.04.2013*

*доопрацьована 20.05.2013*

*прийнята до друку 17.06.2013*

#### **SPECTRAL CHARACTERIZATION OF HUMIC ACIDS IN SOILS OF MEDIUM-DRY STEPPE PEDOEKOTON OF NORTH-WESTERN PRICHERNOMORYA**

**Grigoriy Moroz**

*Odesa State Agrarian University,  
Panteleymonovska St., 13, UA – 65012, Odesa, Ukraine*

Spectral methods established genetic and geographic characteristics of humic acids in soils of medium-dry Steppe pedoeckoton. It was determined that in terms of the optical density of the soil of transition from dry to medium Steppe are southern chernozems.

*Key words:* optical density, humic acid, southern chernozems, dark kastanozems.

#### **СПЕКТРАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПОЧВ СРЕДНЕСУХОСТЕПНОГО ПЕДОЭКОТОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ**

**Григорий Мороз**

*Одесский государственный аграрный университет,  
ул. Пантелеймоновская, 13, 65012, г. Одесса, Украина*

Спектральными методами установлено генетико-географические особенности гуминовых кислот почв средне-сухостепного педоекотона. Определено, что по показателям оптической плотности почвы полосы перехода от сухой до средней Степи относятся к черноземам южным.

*Ключевые слова:* оптическая плотность, гуминовые кислоты, черноземы южные, темно-каштановые почвы.