

ISSN 2078-6441

ВІСНИК ЛЬВІВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Серія географічна

Випуск 41



2013

УДК 631.445.4:631.417.2(210.7)(262.5)(477.74)

ГУМУСОВИЙ СТАН ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ ОСТРОВА ЗМІЙНИЙ

Ярослав Біланчин, Людмила Гошуренко,
Ірина Леонідова, Ігор Орлик

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
пров. Шампанський, 2, 65058, м. Одеса, Україна*

Наведено та схарактеризовано результати вивчення гумусового стану чорноземних ґрунтів о. Зміїний. З'ясовано певні відмінності та закономірності складу і властивостей гумусових речовин цих ґрунтів залежно від геоморфологічної приуроченості, потужності та літолого-хімічного складу ґрунтоутворюючої товщі, умов і ступеня природного зволоження. Запропоновано використати показники гумусового стану досліджуваних ґрунтів для діагностики географо-генетичних особливостей, сутності та закономірностей ґрунтоутворення і чорноземоутворення, зокрема в умовах унікально-специфічного ландшафтно-геохімічного середовища острова.

Ключові слова: острів Зміїний, чорноземні ґрунти, гумусовий стан, оптична щільність гумінових кислот, ґрунтоутворення.

Гумусність ґрунту – один із ключових показників його генетико-виробничої характеристики. Вміст, запаси та якісний склад гумусу значною мірою є інтегральним показником ґрунтоутворення як функції клімату, рослинності, літогранулометрії, орографії та інших умов і чинників ґрунтоутворення. Вони характеризують спрямованість та інтенсивність малого (біологічного) кругообігу речовин і хімічних елементів у межах конкретного біогеоценозу, тобто суть і специфіку локального ґрунтоутворення. Зрештою вміст і запаси, неоднорідність складу та властивостей гумусових речовин, їхніх органо-мінеральних поєднань і форм впливу на мінеральну товщу є діагностичним показником направленості та специфіки ґрунтоутворення і різноманіття ґрунтів у природі. Загальновідомо також, що від кількості та якості гумусу значною мірою залежать основні режими та властивості ґрунтів, рівень їхньої біологічної активності та родючості. Власне тому вивчення гумусності ґрунтів з часів В. Докучаєва було і залишається обов'язковим у дослідженні їхньої генетичної природи та процесів еволюції, біопродуктивно-ресурсного і меліоративного стану, під час вирішення проблем використання та охорони.

Гумусовий стан (ГС) ґрунтів – це сукупність морфологічних ознак, значень і характеристик вмісту та запасів, складу і властивостей гумусових речовин, процесів їхнього утворення, трансформації та міграції у ґрунтовому профілі. Вперше систему показників ГС ґрунтів запропонували Л. Грішина та Д. Орлов 1978 р. Вона містить такий перелік показників і характеристик: вміст і запаси гумусу, його профільний розподіл, збагаченість азотом, ступінь гуміфікації, тип гумусу, його фракційний склад, оптична щільність гумінової кислоти та ін. Кожному показнику ГС відповідають певні рівні прояву ознаки [4].

Доволі актуальним є визначення показників ГС ґрунтів о. Зміїний. Вивчення ґрунтів і ґрунтового покриву ми започаткували 2003 р. і продовжуємо сьогодні. Встановлено,

що в умовах острова сформувались чорноземні ґрунти специфічної морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей [2, 3 та ін.]. Процес чорноземування відбувається на ділянках малопотужного кам'янисто-щебенюватого елювію чи елюво-делювію щільних порід силікатного (кислого хімічного) складу (конглобрекції, конгломерати, пісковики), зрідка – глини, покритих степовою трав'яною рослинністю. Практично постійно на поверхню острова аерально-імпульверизаційним шляхом надходять солі з акваторії Чорного моря, передусім хлориди натрію. Як наслідок – ґрунтовий покрив о. Зміїний локально-фрагментарний, а чорноземи, які його складають, – неповнорозвинені і короткопрофільні з потужністю гумусованого профілю до 25 і 25–45 см, відповідно [16]. Генетичними особливостями ґрунтів острова є їхня некарбонатність, сильна щебенюватість, локальна засоленість та повсюдна солонцюватість (до 5–8, а іноді й 12–15 % увібраного натрію), кисла, а часто й сильнокисла реакція середовища, що не властиво чорноземам суходолу півдня України на пухких лесових породах.

Головним процесом утворення і накопичення гумусу в чорноземних ґрунтах острова є дерново-гумусоаккумулятивний під покривом практично незайманої на значній частині його території степової трав'яної рослинності. Суть цього процесу, як відомо з часів В. Докучаєва [5], полягає в акумуляції гумусових речовин, біофільних та поживних елементів і речовин у верхніх горизонтах ґрунтового профілю, що й підтвердили результати аналітичного вивчення чорноземних ґрунтів острова у попередні роки [2, 3 та ін.]. Зокрема, вміст гумусу у верхніх горизонтах цих ґрунтів аномально високий – від 8–10 до 15–18 %, що у 3–5 разів більше вмісту гумусу в чорноземах південних суходолу на широті острова. У складі гумусу переважають гумінові кислоти (ГК), що підтверджує чорноземну природу [6, 11, 17] ґрунтів острова. Однак серед фракцій гумінових кислот тут переважає фракція ГК-1 – свіжих слабкодегідратованих бурих гумінових (ульмінових) кислот, зв'язаних з рухомими гідратами півтораоксидів Fe і Al. Їхня частка сягає 30–45 % (до 60 %) від $C_{\text{заг}}$ гумусу. Практично відсутньою в чорноземних ґрунтах острова є фракція темних гумінових кислот, зв'язаних з Ca (ГК-2), яка є домінуючою у чорноземах суходолу на лесових породах.

З метою з'ясування генетичної природи чорноземів о. Зміїний, що зазвичай відображається в морфології, складі і властивостях ґрунтів [2; 9; 15; 17; 24 та ін.], 2009 р. ми заклали 9 ключових станцій фітоценотично-ґрунтових досліджень у межах чотирьох геоморфогенно-гіпсометричних рівнів поверхні острова. Станції різняться за умовами природного зволоження, потужністю ґрунтово-підґрунтової товщі, що знаходить відображення у стані степової рослинності та величині її біомаси. Виразними за цими показниками є експозиційні відмінності різних частин території острова: західна та північна частини його дещо краще зволожені, отож відзначаються більшою біомасою степових фітоценозів порівняно зі східною і південною частинами території. Ще краще (майже оптимально) зволожені ділянки делювіальних шлейфів і днищ улоговин завдяки надходженню сюди вологи з поверхневим і підґрунтовым стоком із гіпсометрично вищих ділянок території. Це й засвідчують наведені в табл. 1 загальні відомості про ключові станції фітоценотично-ґрунтових досліджень, у чорноземних ґрунтах яких визначали показники їхнього ГС.

Результати лабораторно-аналітичного вивчення чорноземних ґрунтів острова (див. табл. 2) підтверджують наші висновки попередніх років щодо специфічної генетичної природи цих ґрунтів, їхнього складу та властивостей. Зокрема, вони вирізняються надзвичайно високою щебенюватістю-кам'янистістю, передусім у межах

вершинно-вододільної та схилової зон поверхні острова, аномально високим (12–18 %) вмістом гумусу, практично повсюдною більшою чи меншою засоленістю та солонцюватістю.

Таблиця 1

Загальні відомості про ключові станції фітоценотично-грунтових досліджень

Ключові станції та ґрунтові розрізи	Розташування, абсолютна висота	Оцінка зволоження	Ґрунт*	Біомаса степових фітоценозів, т/га			
				надземна	коріння	повість + дернина	сумарна
Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних пологих схилів							
ОЗ-19	Північна частина плато, 38 м	Атмосферне, децю краще	Чн	19,9	1,9	64,9	86,7
Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) схилів місцевостей ухилом до 3–5°							
ОЗ-13	Східна частина острова, 24 м	Атмосферне, недостатнє	Чн	3,8	4,8	10,2	18,8
ОЗ-20	Північна частина острова, 32–33 м	Атмосферне, децю краще	Чк	13,4	6,3	46,8	66,5
Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних місцевостей делювіальних шлейфів і днищ улоговин							
ОЗ-15	Південно-східна частина острова, делювіальний шлейф; 25–26 м	Оптимальне за рахунок надходження вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком	Чк	19,4	20,3	76,6	116,3
ОЗ-21	Північна частина острова, днище улоговини; 30 м	Оптимальне за рахунок надходження вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком	Чл	21,5	7,5	46,8	75,8

* Індекси ґрунтів: Чн – чорнозем неповнорозвинений; Чк – чорнозем короткопрофільний; Чл – чорнозем намитий лучнуватий.

Унікальною особливістю досліджуваних ґрунтів є їхня кислотність, що зростає з глибиною по профілю до значень $pH_{\text{сол}}$ 3,6–3,2. Незвично висока в них гідролітична кислотність – 11–15, інколи 20–28 ммоль/100 г дрібнозему у верхніх горизонтах, величини якої зростають вниз по профілю. Такі значення показників кислотності чорноземних ґрунтів острова порівнювані хіба що з відповідними значеннями і характеристиками екстракислих бурих лісових ґрунтів Карпат на кислих породах [19, с. 154–155]. Ймовірно, у формуванні морфології, складу і властивостей досліджуваних чорноземних ґрунтів визначальною є роль вихідних екстракислих порід поверхні острова значної міцності та дерново-гумусоаккумулятивного процесу під покривом степової трав'яної рослинності в умовах постійного надходження солей (здебільшого натрієвих) з акваторії Чорного моря.

Таблиця 2
Деякі результати аналітичного вивчення чорноземних ґрунтів о. Зміїний

Розріз, ґрунт*	Горизонт	Глибина, см	Гран. частки		Гу-мус	Σ солей	pH		Гідролітична кислотність	Увібрані основи			
			>1 мм, % від маси ґрунту	<0,01 мм						сума	у тому числі		
							% від маси дрібнозему	водне			сол.	Ca ²⁺	Na ⁺
ОЗ-19, Чн	Hq	5–15	61,5	25,1	14,6	0,22	5,4	5,0	13,1	35,5	25,2	1,20	
	Hpq	16–24	73,6	28,3	14,6	0,39	5,0	4,3	18,8	30,4	17,6	1,90	
	Phq	24–34	76,9	32,2	10,9	0,72	4,3	3,7	22,8	24,6	14,4	2,70	
ОЗ-13, Чк	Hq	4–14	70,1	25,2	17,9	0,15	4,8	3,8	24,1	23,3	10,8	0,83	
	Hpq	14–23	85,8	25,1	15,1	0,15	4,2	3,3	35,0	19,1	8,0	1,62	
	Phq	23–32	81,0	26,7	8,5	0,14	4,3	3,2	25,4	9,8	4,0	1,24	
ОЗ-20, Чк	Hq	9–19	70,0	27,1	18,2	0,16	4,7	3,7	28,4	21,2	10,4	1,68	
	Hpq	27–37	68,0	28,5	14,7	0,13	4,6	3,4	29,3	14,7	7,6	1,28	
ОЗ-15, Чк	Hqот.	7–17	40,2	19,9	14,8	0,19	5,7	4,8	11,8	27,2	14,4	1,99	
	Hq	20–30	46,6	28,2	14,0	0,41	4,6	3,9	22,3	20,8	11,2	1,16	
	Hpq	33–44	52,5	19,2	12,8	0,50	4,4	3,8	23,2	20,9	8,4	1,08	
	Phq	44–52	34,0	38,1	5,0	0,53	4,3	3,6	14,9	15,0	2,4	0,95	
ОЗ-21, Чл	Hdl	6–15	38,1	38,1	12,3	0,15	5,8	4,8	10,9	34,4	15,6	1,63	
	[H]	20–30	56,1	35,2	13,4	0,11	5,5	4,2	17,5	23,8	12,4	1,92	
	[H]	40–50	56,0	35,7	13,5	0,15	5,3	3,9	24,9	22,9	10,0	3,13	
	Hpqgl	60–70	65,0	40,9	5,9	0,09	5,3	3,8	13,1	15,5	2,8	2,13	

* Індекси ґрунтів: Чн – чорнозем неповнорозвинений; Чк – чорнозем короткопрофільний; Чл – чорнозем намитий лучнуватий.

Дослідження ГС ґрунтів передбачає передусім вивчення збагаченості гумусу азотом та його якісного складу, що характеризується показниками гуміфікації, групового і фракційного складу, оптичними властивостями складових гумусу.

Одним із важливих показників ГС ґрунтів є збагаченість гумусу нітрогеном, яку оцінюють відношенням С:N. Якщо у верхніх горизонтах чорноземів південних під ріллею суходолу півдня України кількість валового N становить пересічно 0,15–0,25, іноді до 0,30 % [24], то у чорноземних ґрунтах острова ця величина сягає понад 1 % від маси дрібнозему (див. табл. 3). Максимальні значення вмісту валового N є у верхніх горизонтах ґрунтів вододільної та приводільно-схилової частин острова (розрізи ОЗ-13, ОЗ-19, ОЗ-20), з глибиною кількість валового нітрогену тут дещо менша.

У ґрунтах на делювіальних шлейфах та у днищах улоговин (ОЗ-15, ОЗ-21) валовий вміст N зростає з глибиною, що, очевидно, зумовлено елювіюванням його сполук із верхніх горизонтів в умовах кращого зволоження завдяки надходженню додаткової вологи з поверхневим і підґрунтовым стоком. Незвично високий вміст валового нітрогену в досліджуваних чорноземних ґрунтах, імовірно, є результатом прогресуючої акумуляції цього елемента в процесі біологічного кругообігу та надходження на поверхню острова з послідом численної орнітофауни в умовах малоінтенсивного його біоспоживання [3]. Імовірна також суттєва роль у накопиченні N у ґрунтах острова надходження його з атмосферними опадами та сухими випаданнями. За результатами багаторічних досліджень В. Медінця зі співробітниками щорічно на поверхню о. Зміїний потрапляє з атмосфери $650 \pm 27 \text{ кг/км}^2$ нітрогену у формі амоній-, нітрат- та нітрит-іонів [8, с. 136]. Відношення C:N у гумусі верхніх горизонтів чорноземних ґрунтів на рівні 7–8, що, згідно з [4; 11], засвідчує високу збагаченість гумусу нітрогеном. З глибиною це відношення, зазвичай, дещо зростає, що свідчить про певне зростання збагаченості гумусу N вниз по профілю ґрунтів острова.

Таблиця 3

Збагаченість нітрогеном та фракційно-груповий склад гумусу
чорноземних ґрунтів о. Зміїний

Розріз, грунт *	Горизонт	Глибина, см	C _{заг} , %	N _{ваг} , %	C:N	Гумінові кислоти				Фульвокислоти					ГК+ФК	Гумін	C _{ГК+ФК}
						1	2	3	сума	1a	1	2	3	сума			
						в % від C _{заг}											
ОЗ-19, Чн	Hq	5-15	8,44	1,20	7,0	41,4	8,3	13,7	63,4	3,9	13,1	0,0	3,1	20,1	83,5	16,5	3,2
	Hpq	16-24	8,43	1,20	7,0	50,4	0,0	12,8	63,2	4,2	11,7	0,0	3,3	19,2	82,4	17,6	3,3
	Phq	24-34	6,31	1,00	6,3	58,0	0,0	15,4	73,4	4,3	12,1	1,4	3,0	20,8	94,2	5,8	3,5
ОЗ-13, Чк	Hq	4-14	10,39	1,35	7,7	42,6	2,3	14,6	59,5	3,1	15,2	0,0	6,2	24,5	84,0	16,0	2,4
	Hpq	14-33	8,78	1,30	6,8	53,1	0,0	17,3	70,4	3,1	13,9	4,0	7,2	28,2	98,6	1,4	2,5
ОЗ-20, Чк	Hq	9-19	10,56	1,30	8,1	48,2	3,3	12,0	63,5	2,6	9,6	0,0	4,9	17,1	80,6	19,4	3,3
	Hpq	27-37	8,50	1,20	7,1	52,9	0,0	11,7	64,6	4,2	10,7	4,1	5,4	24,4	89,0	11,0	2,7
ОЗ-15, Чк	Hq _{от}	7-17	8,61	1,10	7,8	39,3	0,6	20,0	59,9	3,1	10,8	6,3	3,8	24,0	83,9	16,1	2,5
	Hq	20-30	8,10	1,25	6,5	48,9	0,0	12,2	61,1	2,8	10,7	0,4	7,2	21,1	82,2	17,8	2,9
	Hpq	33-44	7,44	1,10	6,8	56,3	0,0	11,6	67,9	3,3	9,4	5,0	5,1	22,8	90,7	9,3	3,0
ОЗ-21, Чл	Hdl	6-15	7,12	1,00	7,1	36,0	0,0	12,4	48,4	4,4	11,6	6,3	5,6	27,9	76,3	23,7	1,7
	[H]	20-30	7,80	1,00	7,8	42,7	4,2	10,9	57,8	4,7	13,6	3,8	3,8	25,9	83,7	16,3	2,2
	[H]	40-50	7,81	1,20	6,5	65,2	0,0	12,5	77,7	2,9	14,4	1,9	2,2	21,4	99,1	0,9	3,6

* Індекси ґрунтів: Чн – чорнозем несповнорозвинений; Чк – чорнозем короткопрофільний; Чл – чорнозем намитий лучнуватий.

Груповий склад гумусу традиційно характеризується вмістом *гумінових кислот* (ГК), *фульвокислот* (ФК) та *гумінів* і є функцією біохімічної активності ґрунтів та процесу гуміфікації в умовах різних типів ґрунтоутворення. Фракційний склад гумусу характеризує розподіл гумусових речовин за формою їхнього зв'язку з мінеральними компонентами ґрунту і є функцією мінералогічного складу мулистий фракції, вмісту і складу солей та умов протікання процесів взаємодії, серед яких найважливішою є реакція середовища. Зважаючи на це, фракційно-груповий склад гумусу слугує

важливим діагностичним (індикативним) показником сутності і специфіки ґрунтоутворення та класифікаційної належності ґрунтів [6; 9–11; 15; 17; 22].

Аналіз фракційно-групового складу гумусу чорноземних ґрунтів острова виконано за методикою І. Тюріна в модифікації В. Пономарьової та Т. Плотнікової 1968 р. [18]. Результати аналізу групового складу (див. табл. 3) загалом відповідають типовим показникам (характеристикам) складу гумусу ґрунтів чорноземного типу [6; 11; 15; 17; 22; 24]. Зокрема, у складі гумусу тут різко домінують ГК – 60–65 % від $C_{\text{заг}}$, що засвідчує надзвичайно високий ступінь гуміфікації органічних речовин у ґрунтах острова. Частка ж ФК становить лише 20–25 % $C_{\text{заг}}$. Відношення $C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}}$ зазвичай у межах 2,5–3,3, що засвідчує гуматний тип гумусу [4, 11] в досліджуваних ґрунтах. Дещо вирізняються за цими показниками результати аналізу групового складу гумусу в чорноземі намитому лучнуватому розрізу ОЗ-21 на днищі улоговини у північній частині острова. Вміст ГК у верхньому делювіально-наносному горизонті Hd1 тут знижується до 48,4 %, а ФК зростає до 27,9 % $C_{\text{заг}}$, відношення $C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}}$ зменшується до 1,7, що характеризує гумус цього горизонту як фульватно-гуматний. На нашу думку, відмінності складу гумусу у верхньому горизонті цього ґрунту зумовлені накопиченням порівняно “молодих”, так званих передгумусових, речовин, ще недостатньо гуміфікованих та полімеризованих [15]. Останнє засвідчує дещо підвищений у цьому горизонті вміст нерозчинного залишку гумусу (гуміну). Деякі дослідники [20] гумін розглядають як неповністю трансформовані органічні рештки, які за результатами аналізу зачисляють до групи негідролізованого залишку. Донизу по профілю цього ґрунту в похованому гумусовому горизонті [Н] значення суми ГК та відношення $C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}}$ зростають, а вміст гуміну знижується до рівня фонових значень чорноземних ґрунтів острова.

Результати аналізу фракційного складу гумусу чорноземних ґрунтів острова (див. табл. 3) суттєво відрізняються від відповідних показників складу гумусу чорноземів півдня України на лесових породах [15, 24 та ін.]. Передусім у складі ГК тут різко домінує фракція ГК-1 – вільних (новоутворених) і зв’язаних з півтораоксидами Fe та Al бурих ГК, які спричиняють кислу реакцію ґрунтового середовища [11, 17]. Вміст цієї фракції у верхніх горизонтах 41–48 % $C_{\text{заг}}$; дещо нижчий він у верхніх горизонтах ґрунтів на делювіальних шлейфах та днищах улоговин (розрізи ОЗ-15, ОЗ-21), суттєво краще зволужуваних завдяки додатковому надходженню вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком із гіпсометрично вищих позицій. Відносний вміст фракції ГК-1 у верхніх горизонтах досліджуваних ґрунтів становить 65–75 % загальної суми ГК, що оцінюють як високий [4, 11]. З глибиною за профілем у всіх розрізах вміст цієї фракції зростає до 53–58 %, навіть до 65 % $C_{\text{заг}}$, що сягає 80–84 % від суми ГК (дуже високий вміст). На думку дослідників фракційного складу гумусу ґрунтів острова попередніх років [3], аномально високий вміст у них фракції ГК-1 пояснюється активною взаємодією новоутворених ГК зі щойно утвореними (“молодими”) оксидами Fe та Al – продуктами вивітрювання кислих материнських порід. Це разом з підвищеним вмістом відповідних фракцій ФК (ФК-1 та ФК-1а), найімовірніше, і є причиною кислотності досліджуваних чорноземних ґрунтів (зокрема, аномально високої – у нижніх горизонтах профілю).

Вміст фракції ГК-3, зв’язаної зі стійкими півтораоксидами та глинистою фракцією, у чорноземних ґрунтах вододільного плато та приводільних схилів острова сягає 10–20 % $C_{\text{заг}}$ (20–30 % від суми ГК), що також оцінюють як високий. Дещо нижчий його вміст у нижніх горизонтах профілю відносно краще зволужуваних чорноземних

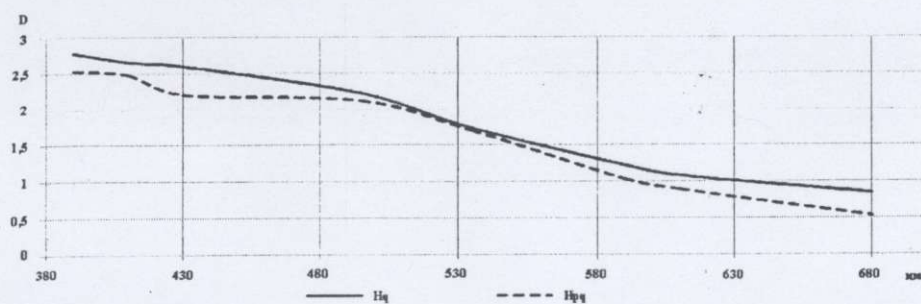
грунтів делювіальних шлейфів та днищ улоговин (ОЗ-15 і ОЗ-21) – 11–16 % від суми ГК, що відповідає середньому рівню оцінки вмісту цієї фракції [4, 11].

Другою специфічною особливістю фракційного складу гумусу чорноземних ґрунтів острова є практична відсутність фракції ГК-2, типової для чорноземів на лесових породах [15, 17, 22, 24] і представлена темними ГК, зв'язаними з Са. У ґрунтах острова дуже низький вміст цієї фракції зафіксовано лише у верхніх гумусоаккумулятивних горизонтах, у нижніх горизонтах вона цілковито відсутня (див. табл. 3). На нашу думку, це спричинено незначною кількістю Са у біогеохімічному кругообігу в межах острова, оскільки зазначений елемент практично відсутній у геологічних породах його поверхні [2]. З інтенсифікацією дерново-гумусоаккумулятивного процесу верхні горизонти ґрунтів острова збагачуються Са біогенної природи. Суттєво зростає його кількість у ґрунтовому поглинальному комплексі (див. табл. 2), що й зумовлює утворення чорноземної фракції ГК-2 у складі гумусу.

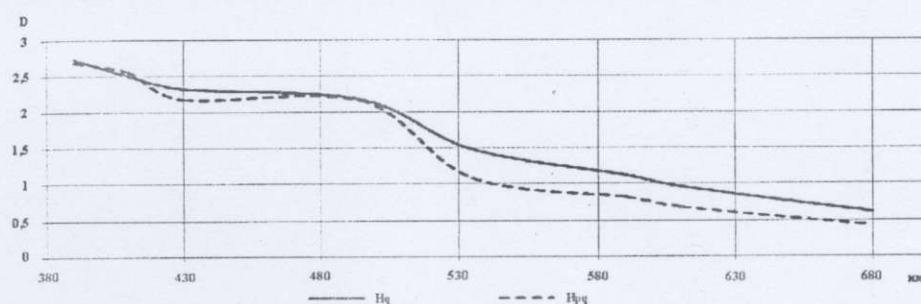
Окрім фракційно-групового складу гумусу, інформативним показником діагностики ґрунтоутворення є також оптична щільність гумусових речовин і ГК зокрема. Встановлено, що ГК – це складна суміш високомолекулярних і поліфункціональних сполук аліциклічної, гідроароматичної, ароматичної та гетероциклічної природи, які заміщені алкільними ланцюжками різної величини нормальної та ізомерної будови, що включають кінцеві і некінцеві зв'язки з різними функціональними групами (карбоксильними, гідроксильними тощо). Структура ГК ґрунтів різних умов утворення може суттєво відрізнятися, що пояснюють високим ступенем поліморфізму їхньої хімічної будови. В результаті гумусові речовини різних типів ґрунтів та різних ґрунтових горизонтів характеризуються неоднаковим забарвленням, що є наслідком різних умов поглинання світлових хвиль. Згідно з сучасними уявленнями, колір ГК і, відповідно, характер їхніх електронних спектрів зумовлені розвинутою системою подвійних вуглецевих зв'язків. У таких ланцюгах одинарні вуглецеві зв'язки чергуються із подвійними. Внаслідок цього частина ланцюга в молекулах ГК – це циклічні системи, а інша – аліфатичні ланцюги або мостики, що зв'язують вищезазначені циклічні структури. Отже, за величиною поглинання світла можна скласти уявлення про співвідношення між периферійною та ядерною частинами молекул ГК, що є діагностичним критерієм спрямованості ґрунтоутворення. Встановлено, що найінтенсивніше забарвлення мають ГК чорноземів, яким властиві найрозвинутіша система подвійних вуглецевих зв'язків і найвищий ступінь окисленості [6, 9, 11, 17, 23].

Вперше оптичну щільність ГК чорноземних ґрунтів о. Зміїний ми визначили 2010 р. в гуматах натрію, виокремлених під час аналізу складу гумусу. Згідно з методичними вказівками [6, 14, 17], концентрацію карбону ГК у розчинах гуматів перераховано на 0,136 г/л, довжина кювети – 1 см. Результати визначення оптичної щільності наведено на рисунку та в табл. 4.

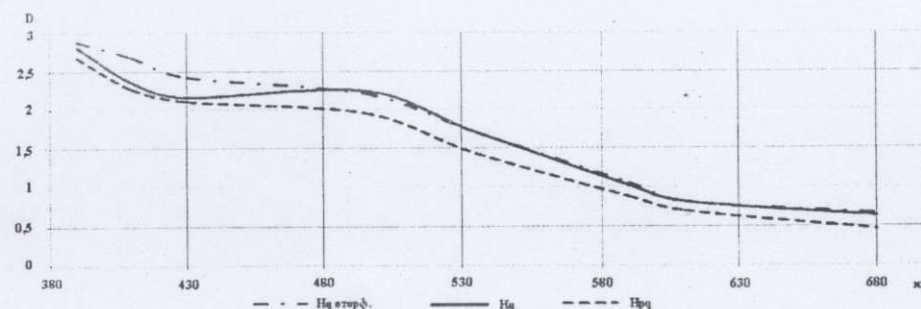
Наведені матеріали засвідчують, що досліджувані ґрунти характеризуються високою оптичною щільністю ГК, властивою для ґрунтів чорноземного типу [6, 9, 11, 23]. Як зазначає М. Кононова [6], висока оптична щільність ГК цих ґрунтів є показником високої конденсованості ароматичного ядра і невисокого вмісту в їхніх молекулах бокових радикалів, що несуть гідрофільні групи. Очевидно, умови ґрунтоутворення на острові, зокрема, чергування періодів весняно-ранньолітнього зволоження та літньо-осінньої посушливої погоди, сприяють утворенню в чорноземних ґрунтах ГК доволі складних структури і складу.



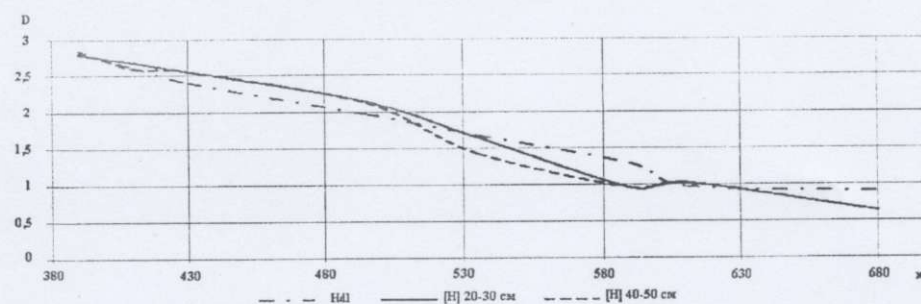
Розріз 3-20



Розріз 3-13



Розріз 3-15



Розріз 3-21

Спектри поглинання гуматів натрію чорноземних ґрунтів о. Зміїний.

Дещо вищі значення коефіцієнтів оптичної щільності ГК у краще зволожуваних ґрунтах західної і північної частини острова (розрізи ОЗ-19 і ОЗ-20) порівняно із чорноземними ґрунтами відносно сухішої східної частини (ОЗ-13). Це може свідчити про кращі умови для утворення і нагромадження свіжого гумусу за кращого зволоження ґрунтів, що засвідчують дослідження С. Позняка та Ю. Наконечного [10, 15]. Максимальними є значення коефіцієнтів поглинання ГК у похованих гумусових горизонтах чорнозему лучнуватого розрізу ОЗ-21 на днищі улоговини, де умови зволоження оптимальні для гумусоутворення та зростання при цьому ступеня конденсованості ароматичного ядра. З глибиною по профілю практично всіх досліджуваних чорноземних ґрунтів значення показників оптичної щільності ГК зменшуються. Дещо крутіше з глибиною і криві спектрів поглинання, що засвідчує збільшення вмісту бурих ГК, найімовірніше, під впливом кислих материнських порід, або ж спрощення їхніх молекул в умовах солонцюватості-засоленості ґрунтів [7, 9, 11, 13].

Таблиця 4

Показники оптичних властивостей гумінових кислот чорноземних ґрунтів о. Зміїний

Розріз, ґрунт*	Горизонт	Глибина, см	E_{430}	E_{485}	E_{690}	$E_4^{0,001}$	E_4/E_6	$K_{ст}$
ОЗ-19, Чн	Нq	5–15	14,396	12,725	4,062	0,097	3,13	7,352
	Нpq	16–24	13,920	11,049	3,804	0,091	2,90	6,278
ОЗ-13, Чк	Нq	4–14	12,816	11,978	3,419	0,092	3,50	5,817
	Нpq	14–23	11,728	11,577	2,324	0,088	4,98	3,296
ОЗ-20, Чк	Нq	9–19	14,637	12,520	4,800	0,100	2,61	8,586
	Нpq	27–37	12,660	12,142	3,102	0,092	3,91	4,334
ОЗ-15, Чк	Нqот.	7–17	12,914	11,765	3,551	0,091	3,31	7,172
	Нq	20–30	11,435	11,859	3,309	0,087	3,58	5,424
	Нpq	33–44	11,251	10,418	2,456	0,080	4,24	3,846
ОЗ-21, Чл	Нdl	6–15	13,791	11,287	5,156	0,091	2,19	10,142
	[Н]	20–30	15,353	12,844	3,814	0,104	3,37	7,295
	[Н]	40–50	15,763	13,043	3,904	0,107	3,34	6,463

* Індеси ґрунтів: Чн – чорнозем неповнорозвинений; Чк – чорнозем короткопрофільний; Чл – чорнозем намитий лучнуватий. Показники оптичних властивостей ГК: E_{430} , E_{485} , E_{690} – коефіцієнти оптичної щільності за довжини хвиль 430, 485 і 690 нм, відповідно; $E_4^{0,001}$ – коефіцієнт оптичної щільності за довжини хвилі 465 нм і концентрації розчину 1 мг/100 мл, довжина кювети 1 см; E_4/E_6 – коефіцієнт забарвленості; $K_{ст}$ – показник якості і стабільності гумусу.

Поряд із коефіцієнтами оптичної щільності ГК за різних довжин хвиль, для характеристики ГК широко використовують коефіцієнти рівняння Бугера-Ламберта-Бера (Е-величини за довжини хвилі 465 нм, концентрації розчину 0,001 % та довжини кювети 1 см – $E_4^{0,001}$). Вони мало змінюються в межах одного типу і мають близькі значення для генетично споріднених ґрунтів.

Як встановлено дослідженнями попередніх років [7, 9, 11, 13], значення показника $E_4^{0,001}$ для чорноземів південних 0,09–0,13 (0,15), солонцевих ґрунтів – 0,06–0,07, в умовах суттєвого впливу кислих материнських порід – 0,07–0,09 (0,10). У досліджуваних ґрунтах значення цього показника у верхніх горизонтах 0,091–0,100, що дає підстави зачислити їх до чорноземів південних з ознаками суттєвого впливу кислих материнських порід та солонцюватості-засоленості ґрунтів. Рівень оцінки цього

показника ГС чорноземних ґрунтів острова – середній, ближче до високого (за [4, 11]). Дещо вищі значення показника у краще зволужуваних ґрунтах західної та північної частин острова (ОЗ-19 і ОЗ-20), де, як зазначено вище, сприятливіші умови для гумусоутворення. У ґрунтах дещо сухішого схилу східної експозиції (ОЗ-13) значення показника нижчі, що засвідчує не тільки гірші умови для гумусоутворення, а й вищий вміст у гумусі бурих ГК. Дещо нижчі значення цього показника і у верхніх горизонтах чорноземних ґрунтів на делювіальних шлейфах і днищах улоговин (ОЗ-15 і ОЗ-21): найімовірніше, тут збільшується вміст відносно “молодих” ГК спрощеної будови. Найвищі значення $E_4^{0,001}$ у похованому гумусовому горизонті [Н] чорнозему лучнуватого розрізу ОЗ-21 на днищі улоговини, де, як зазначено вище, в умовах оптимального зволоження ґрунтів оптимальні й умови для гумусоутворення та формування типово чорноземних гумусових речовин. У всіх розрізах значення цього показника зменшуються з глибиною по профілю, що може бути зумовлено збільшенням вмісту бурих ГК в умовах суттєвого (чи навіть визначального) впливу кислих материнських порід або спрощенням молекул ГК за солонцюватості-засоленості ґрунтів острова.

Зіставлення коефіцієнтів оптичної щільності ГК за довжин хвиль 485 і 690 нм – E_4/E_6 (коефіцієнт забарвленості) дає змогу оцінити ступінь конденсованості ароматичного ядра та аліфатичних структур. Ширше відношення засвідчує переважання у молекулах ГК аліфатичних груп. Згідно з даними табл. 4, це співвідношення ширше в чорноземних ґрунтах східної частини острова (розріз ОЗ-13). Імовірно, це можна пояснити новоутворенням тут менш “зрілих” ГК із слабкою конденсованістю ароматичного ядра в умовах відносно гіршого зволоження. Звуження цього співвідношення простежено у чорноземних ґрунтах західної та північної краще зволужуваних частин острова (ОЗ-19 і ОЗ-20), де інтенсивнішими є процеси гуміфікації, зростає “зрілість” ГК та структурованість їхніх молекул. Неоднозначним є профільний розподіл коефіцієнтів забарвленості у досліджуваних ґрунтах. Домінує тенденція до розширення цього відношення донизу по профілю, що може бути наслідком процесу гідролітичного відщеплення від макромолекул ГК і винесення донизу по профілю більш лабільних бічних ланцюгів в умовах прояву солонцювального процесу чи кращого зволоження.

Ще одним показником оптичних властивостей ГК є показник якості і стабільності гумусу (K_{st}), який також використовують у практиці ґрунтово-генетичних досліджень [9]. Як бачимо з табл. 4, якіснішим і стабільнішим є гумус чорноземних ґрунтів о. Зміїний знову ж таки в умовах кращого їхнього зволоження (розрізи ОЗ-15, ОЗ-19, ОЗ-20, і ОЗ-21). Менш якісний гумус у ґрунтах східної частини острова дещо гіршого атмосферного зволоження. З глибиною по профілю у всіх випадках показник якості гумусу знижується, що, вірогідно, спричинено збільшенням вмісту бурих ГК та зменшенням конденсованості їхнього ароматичного ядра, як зазначено вище.

З’ясовано, що показники оптичної щільності ГК чорноземних ґрунтів о. Зміїний перебувають у доволі тісній корелятивній залежності з іншими показниками їхнього ГС та фізико-хімічних властивостей. Зокрема, існує достовірна обернена залежність між фіолетовою частиною спектра поглинання ГК і вмістом рухомого АІ та величиною гідролітичної кислотності ґрунтів ($r = -0,6 \dots -0,7$). Пряма корелятивна залежність простежується між жовтою частиною спектра поглинання ГК верхніх горизонтів ґрунтів та вмістом поглинутого Са ($r = 0,7$). Найімовірніше, в досліджуваних ґрунтах нижня частина спектра поглинання зумовлена значною мірою гуматами алюмінію (можливо, й заліза), а верхня – гуматами кальцію. Отже, структура, склад і властивості

молекул гумусових речовин нижньої частини профілю ґрунтів о. Зміїний формуються під визначальним впливом кислих материнських порід. Догори по профілю досліджуваних чорноземних ґрунтів вплив породи знижується і суттєво зростає вплив елементів біогенної акумуляції, зокрема кальцію.

Отже, результати виконаного нами дослідження ГС чорноземних ґрунтів о. Зміїний засвідчують загалом чорноземну природу їхніх гумусових речовин. Гумус тут гуматного типу, високозбагачений нітрогеном та дуже високого ступеня гуміфікації, що типово для чорноземних ґрунтів. Якісніший і стабільніший гумус у ґрунтах дещо краще зволужуваних західної і північної частин острова, де глибші та інтенсивніші процеси гуміфікації органічного опаду, також зростає зрілість ГК та оструктуреність їхніх молекул порівняно із відносно сухішою східною частиною території.

Водночас у складі та властивостях гумусу чорноземних ґрунтів острова очевидні ознаки впливу кислого складу вихідних материнських порід та солонцюватості-засоленості ґрунтів. Зокрема, у складі ГК різко домінує фракція ГК-1 – вільних (новоутворених) і зв'язаних з півтораоксидами Al та Fe бурих ГК, яка й спричиняє кислотність досліджуваних ґрунтів. З глибиною по профілю вміст цієї фракції зростає до 80–84 % від суми ГК, що і є першопричиною аномально сильної кислотності ($pH_{\text{сол}} 3,7\text{--}3,2$) нижньої частини ґрунтового профілю при переході в екстракислу материнську породу. Незвично високий вміст бурих ГК в чорноземних ґрунтах острова і зростання його донизу по профілю значною мірою є наслідком впливу кислих материнських порід, конкретніше – результатом взаємодії новоутворених ГК зі шойно утвореними оксидами Al та Fe – продуктами вивітрювання цих порід. Можливе і зростання вмісту бурих ГК у досліджуваних ґрунтах внаслідок спрощення молекул ГК під впливом солонцевого процесу. Другою специфічною особливістю гумусу ґрунтів о. Зміїний є практична відсутність в його складі типово чорноземної фракції ГК-2. Дуже низький вміст цієї фракції зафіксовано лише у верхніх горизонтах, збагачених біогенним кальцієм. У нижніх горизонтах профілю, де вплив кислих материнських порід є визначальним, фракція ГК-2 цілковито відсутня.

Викладені вище результати вивчення умов утворення чорноземних ґрунтів о. Зміїний, їхнього складу та властивостей і показників ГС зокрема, дають підстави висловити певні міркування щодо сутності й специфіки процесів утворення цих ґрунтів та їхньої класифікаційної належності. Острів упродовж багатьох мільйонів років був і залишається денудаційним останцем, складеним силікатними (кислими) породами значної міцності. Тут малопотужна кам'яниста некарбонатна кора вивітрювання, в межах якої практично неможливо сформуватись потужній кореневій системі степової трав'яної рослинності та, відповідно, повнопрофільним зональним чорноземним ґрунтам. У цих умовах простежується поступове нагромадження органіки на поверхні, що зумовлює поступове збільшення потужності ґрунтового профілю, поважчання його гранулометричного складу та зростання вологосмності, збільшення вмісту гумусу та біофільних елементів у поверхневих горизонтах під покривом трав'яної рослинності [1, 12, 21]. Якщо нижня частина профілю чорноземних ґрунтів острова наслідує ознаки вихідних материнських порід (кам'янистість, некарбонатність, сильну кислотність, збідненість основами тощо), то догори по профілю вплив порід поступово знижується й, відповідно, зростає вплив дерново-гумусоакумулятивного процесу. Поступово в ґрунтах посилюються чорноземні властивості: суттєво зростає вміст основ; у складі гумусу утворюється типово чорноземна фракція ГК-2; знижується ступінь кам'янистості й кислотності; покращуються фізичні і водно-фізичні властивос-

ті тощо. Саме дерново-гумусоаккумулятивний процес в умовах степової зони з часом формує карбонатний горизонт ґрунтового профілю, який і забезпечує сталість ґрунтів чорноземного типу [17, с. 123]. На нашу думку, розвиток чорноземних ґрунтів о. Зміїний є незворотно-поступальним у напрямі наростання чорноземних властивостей і характеристик, чому значною мірою сприяє наявна степова рослинність. Досліджувані ґрунти наслідують склад і властивості вихідних материнських та підстильних щільних кислих порід. Практично аналогічні за складом і властивостями некарбонатні кислі чорноземи на щільних силікатних породах Гірського Криму Н. Вернандер називає чорноземами літогенно-кислими [19, с. 140]. Аналогічно чорноземні ґрунти о. Зміїний пропонуємо класифікувати на рівні роду як літогенно-кислі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біланчин Я. М. Біомаса степових фітоценозів та ґрунти різних геоморфогенно-гіпсометричних рівнів (зон) поверхні острова Зміїний / Я. М. Біланчин, А. О. Буяновський, І. В. Свідерська, М. Й. Тортік // Вісник Одес. нац. ун-ту. Сер. геогр. і геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 16. – С. 31–41.
2. Біланчин Я. М. Про генетичну природу чорноземів о. Зміїний, їх речовинно-хімічного складу і властивостей / Я. М. Біланчин, Л. М. Гошуренко, І. В. Свідерська // Вісник Одес. нац. ун-ту. Сер. геогр. і геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 7. – С. 240–245.
3. Біланчин Я. М. Дослідження ґрунтового покриву о. Зміїний / Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортік, А. О. Буяновський // Острів Зміїний. Абіотичні характеристики : монографія / відп. ред. В. І. Медінець. – Одеса : Астропринт, 2008. – С. 54–79.
4. Гришина Л. А. Система показателей гумусного состояния почв / Л. А. Гришина, Д. С. Орлов // Проблемы почвоведения. – М. : Наука, 1978. – С. 42–47.
5. Докучаев В. В. Русский чернозем : Отчет Вольн. экон. обществу / В. В. Докучаев // Избран. сочинения. – М. : Сельхозгиз, 1948. – Т. 1. – С. 28–480.
6. Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения / М. М. Кононова. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 315 с.
7. Костенко І. В. Порівняльний аналіз показників гумусового стану, що використовуються як діагностичні ознаки при ґрунтових обстеженнях / І. В. Костенко // Вісник ХНАУ. – 2008. – № 2. – С. 84–89.
8. Медінець В. І. Атмосферно-хімічні дослідження / В. І. Медінець, С. В. Медінець, В. В. Прошенко // Острів Зміїний. Абіотичні характеристики : монографія / відп. ред. В. І. Медінець. – Одеса : Астропринт, 2008. – С. 115–137.
9. Мороз Г. Б. Географо-генетичні особливості ґрунтів смуги переходу від сухого до середнього Степу в Північно-Західному Причорномор'ї : автореф. дис. ... канд. геогр. наук / Г. Б. Мороз. – Львів, 2010. – 20 с.
10. Наконечний Ю. І. Ґрунти заплави ріки Західний Буг : монографія / Ю. І. Наконечний, С. П. Позняк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 220 с.
11. Орлов Д. С. Химия почв : учебник / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, Н. И. Суханова. – М. : Высш. шк., 2005. – 558 с.
12. Пащенко В. М. Острів Зміїний. Природа, мешканці, землеустрій : монографія / В. М. Пащенко. – К. : НДІГК, 2008. – 140 с.

13. *Перминова И. В.* Анализ, классификация и прогноз свойств гуминовых кислот : автореф. дисс. ... д-ра хим. наук / И. В. Перминова. – М., 2000. – 50 с.
14. *Плотникова Т. А.* Упрощенный вариант метода определения оптической плотности гумусовых веществ с одним светофильтром / Т. А. Плотникова, В. В. Пономарева // Почвоведение. – 1967. – № 7. – С. 73–85.
15. *Позняк С. П.* Орошаемые черноземы юго-запада Украины / С. П. Позняк. – Львов : ВНТЛ, 1997. – 240 с.
16. Полевой определитель почв / под ред. Н. И. Полупана, Б. С. Носко, В. П. Кузьмичева. – К. : Урожай, 1981. – 320 с.
17. *Пономарева В. В.* Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения) / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л. : Наука, 1980. – 222 с.
18. *Пономарева В. В.* Определение группового и фракционного состава гумуса по схеме И. В. Тюрина, в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова // Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – С. 47–55.
19. Природа Украинской ССР. Почвы / Н. Б. Вернандер, И. Н. Гоголев и др. – К. : Наук. думка, 1986. – 216 с.
20. *Рубилин Е. В.* О возрасте русского чернозема / Е. В. Рубилин, М. Г. Козырева // Почвоведение. – 1974. – № 7. – С. 16–26.
21. *Ткаченко В. С.* Рослинність острова Зміїний / В. С. Ткаченко, Я. П. Дідух, І. А. Коротченко // Український ботаничний журнал. – 2010. – Т. 67. – № 2. – С. 172–186.
22. *Тюрин И. В.* Некоторые результаты работ по сравнительному изучению состава гумуса в почвах СССР / И. В. Тюрин // Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева : Работы по органическому веществу почвы. – М. : Изд-во АН СССР, 1951. – Т. XXXVIII. – С. 22–32.
23. *Хлесткова Е. А.* Использование некоторых показателей гумусного состояния почв в целях диагностики / Е. А. Хлесткова // Почвоведение. – 1991. – № 6. – С. 38–46.
24. Черноземы СССР (Украина). – М. : Колос, 1981. – 256 с.

Стаття: надійшла до редакції 11.01.2013
доопрацьована 25.01.2013
прийнята до друку 20.02.2013