

ВЛАСТИВОСТІ Й РЕЖИМИ ҐРУНТІВ SOIL PROPERTIES and MODES

УДК 631.4

Порівняльна морфолого-генетична характеристика опідзолених ґрунтів плакорного і схилових місцеположень

В. Б. Соловей^а, О. О. Троценко^б

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 01.10.2024 Отримано після доопрацювання 04.11.2024 Затверджено до видання 18.12.2024 Доступно онлайн 27.12.2024	У статті систематизовано результати порівняльних польових і камеральних досліджень і наведено детальний опис та розглянуто фактори впливу на морфологічні характеристики генетичних горизонтів опідзолених ґрунтів — темно-сірих опідзолених важкосуглинкових на лесі й лучного опідзоленого важкосуглинкового на делювії, у схилових і плакорному місцеположеннях. Дослідження вели на території Харківської області України у Лівобережному Лісостепу. У польових і лабораторних дослідженнях за нормативними процедурами та стандартизованими методами визначали такі показники: морфологічні характеристики ґрунту; вміст гумусу; гранулометричний склад; температура ґрунту. Встановлено, що досліджувані ґрунти мають спільні й відмінні ознаки, як за морфологічною будовою профілю, так і властивостями, на що впливає рельєф/мікрорельєф, клімат/мікроклімат, через різні рівні накопичення вологи та інсоляції на плакорних і схилових територіях. До спільних морфологічних ознак профілів опідзолених ґрунтів віднесено такі: текстурна диференційованість; ущільненість ілювіюваних горизонтів; темно-сіре забарвлення; горіхувато-призмоподібна форма структурних окремоностей. Відмінності констатовано щодо загальної потужності профілю ґрунту, глибини гумусованої частини, характеру переходів між горизонтами, наявності новоутворень та глибини залягання карбонатів (за реакцією на 10 % HCl). Відмінності за потужністю гумусованої частини профілю визнано не істотними у профілях темно-сірих опідзолених ґрунтів (крім сильноксероморфного) із різним рівнем зволоженості, що вказує на однакову пріоритетну роль колишньої деревної рослинності у минулих етапах процесу ґрунтоутворення. У лучному опідзоленому ґрунті глибина гумусованості набагато більша, що є закономірним результатом дії, на додаток до доброї зволоженості, також лучної рослинності та процесів наміву. Абсолютні значення вмісту гумусу в окремих шарах ґрунтів підтверджують зроблені висновки. У всіх ґрунтах гранулометрична фракція мулу (< 0,001 мм), як і фракція фізичної глини (< 0,01 мм), перерозподілені з глибиною як внаслідок елювіально-ілювіальних процесів так і оглинювання в ілювіальних горизонтах, що призвело до формування текстурно диференційованих профілів. Виявлені відмінності у властивостях ґрунтів означено як такі, що зумовлені різницею у генетичних процесах ґрунтоутворення за різних гідротермічних режимів у схиловому і плакорному місцеположеннях, що відображається у профільних особливостях ґрунтів, які мають бути враховані для оцінювання їх якості за формування наукових і виробничих програм збереження і відновлення ґрунтів.

* E-mail: tre140981@gmail.comORCID: ^а 0000-0001-9820-1780; ^б 0009-0007-0317-2907

Форма цитування: Соловей В. Б., Троценко О. О. Порівняльна морфолого-генетична характеристика опідзолених ґрунтів плакорного і схилових місцеположень. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. темат. наук. зб. / ННЦ «ІГА ім. О. Н. Соколовського». Харків: 2024. Вип. 97. С. 4–17. doi: 10.31073/acss97-01

1. Вступ

Темно-сірі опідзолені ґрунти належать до категорії цінного аграрного ресурсу, використання якого вимагає ретельного врахування їхньої типологічної специфіки. Ці ґрунти характеризуються різноманіттям як у будові профілю, так і властивостях. Зміна типу ґрунтоутворення відбувається на порівняно малій відстані. Присутність у межах однієї природної зони різних типів ґрунтів лісового походження, які відрізняються за властивостями, ускладнює роботу з їх об'єктивного діагностування та класифікації. Вирішення цієї проблеми можливе шляхом встановлення властивостей, що об'єктивно розкривають їх генетичний статус.

Темно-сірі ґрунти опідзоленого ряду, на плакорних і схилових місцеположеннях досліджувались за різних напрямів: розподіл мікроелементів по профілю сірих лісових і

темно-сірих опідзолених схилових ґрунтів лівобережного Лісостепу України [1]; природний механізм захисту схилових ґрунтів від водної ерозії через систему мікрорельєфних утворень [2]; розробка просторово-диференційованої системи управління якістю орних ґрунтів [3]; просторова неоднорідність ґрунтів і закономірності зміни їх властивостей в різних природно-кліматичних зонах [4, 5]. Темно-сірі опідзолені ґрунти демонструють гірший структурний склад на крутих схилах, з інтенсивними ерозійними процесами, що руйнують макроагрегати. У ввігнутих частинах схилів та у підніжжях відбувається накопичення водостійких агрегатів за рахунок змиву та перевідкладення ґрунтового матеріалу [6].

Положення про те, що поширення лісів у Лісостеповій зоні України визначається гідротермічними параметрами, тобто за умови, коли мінімальні значення ГТК в період з травня до жовтня становлять 0,9-1,0, ліси не формувалися/не формуються, за винятком окремих, більш зволжених місць, завдяки особливостям рельєфу, застосовано в класифікації ґрунтів [7]. Рельєф є одним із ключових факторів, який впливає на різноманіття опідзолених ґрунтів через перерозподіл гідротермічних ресурсів. У регіонах, де кліматичні умови в цілому не сприяють росту лісу, наприклад, у помірно зволоженій частині Лісостепу з ГТК менше 1,0, орографічний ефект може зумовлювати підвищення (порівняно з зональними нормами) кількості опадів (у V-VI місяцях на 15-35 мм) на підвищених правобережних схилах річкових долин, що є достатнім для успішного зростання лісів. Додаткове зволоження ($ГТК_{v-ix} = 1,05-1,16$) визначає гідротермічну сприятливість для лісу, підвищення щільності якого, до повноти зімкнення крони та відповідне зменшення частки трав'яного покриття (до 65-75 %), сприяє формуванню темно-сірих опідзолених ґрунтів.

Збільшення дренажності території, через наявність схилових земель, сприяє формуванню різноманітних опідзолених ґрунтів на схилах через перерозподіл вологи поверхневого стоку та відповідну диференціацію гідротермічних параметрів. На думку авторів [2] це призводить до виникнення посушливих (ксероморфних) видів опідзолених ґрунтів на «сухих» схилах, тоді як на місцях з більшою можливістю накопичування вологи формуються підвищено зволожені та аналогічні плакорні види опідзолених ґрунтів.

Формування ґрунту на схилах і плато відбувається в різних умовах. Схили, спрямовані на південь, отримують більше сонячного тепла [2, 8] залежно від їх крутості та геоморфологічної форми, порівняно зі схилами, що спрямовані на північ. Своєю чергою, північні схили отримують менше тепла, порівняно з рівнинними територіями. На південних схилах спостерігаються значні коливання температур протягом доби, що призводить до меншого накопичення снігу і частого його танення, надаючи цим територіям «теплі» характеристики. З іншого боку, «холодні» північні схили характеризуються більшим накопиченням вологи. Різноманітна будова схилів, їх крутість та експозиція визначають різні характеристики вологозабезпеченості, що виявляється у параметрах потужності профілю та відносної акумуляції гумусу.

Дослідженнями багатьох авторів підтверджено вплив рельєфу на інсоляцію і перерозподіл гідротермічних ресурсів. Температури ґрунту на південних схилах на 2-5 °C вищі ніж на північних, і спостерігається більша водопроникність ґрунту під час дощів на схилах з трав'янистою рослинністю [9]. Різниця в інсоляції на рівні 6,7 °C між південними і північними схилами зумовлює відмінність рослинних угруповань [10]. Регіональні відмінності клімату помітно впливають на просторово-часовий розподіл температури та вологості ґрунту, що пов'язано з особливостями поглинання вологи опадів ґрунтом на різних ділянках [11].

Рядом сучасних досліджень виявлено вплив циклів замерзання-відтаювання та зволоження-висихання на фізичні характеристики ґрунтів: структурну стабільність ґрунтових агрегатів [12], базові фізичні властивості ґрунту [13], щільність та структуру ґрунту на глибині від 0 до 30 см [14]. На структуру ґрунту впливає від 2 до 5 циклів замерзання-відтаювання і вплив кожного наступного циклу зменшується зі збільшенням їхньої кількості [15]. У ґрунтах з високим вмістом глини зміна рівня вологості призводить до утворення тріщин через нерівномірну усадку [16], а ґрунти з високим вмістом органічного вуглецю та глини мають міцніші агрегати [17].

Загальновідомим є наявність зв'язку між процесами ґрунтоутворення та гідротермічними коефіцієнтами, коефіцієнтом зволоження, періодом біологічної активності

та ін. Еволюція ґрунтоутворювальних процесів підпорядкована термічним режимам, в першу чергу, температурі ґрунту вище $+10^{\circ}\text{C}$ і сумі температур вищих цієї межі. Важливо відзначити, що вплив температури різниться залежно від рівня зволоженості ґрунту. Термічний фактор впливає на процеси ґрунтоутворення не тільки через загальну суму температур, а й через кількість днів з біологічно активною температурою (не менше $+10^{\circ}\text{C}$ для рослин та не менше $+5^{\circ}\text{C}$ для мікроорганізмів). Тобто, для рослин важливим є не тільки загальні кількості сонячної енергії та вологи, що надходять на поверхню, але й їх певне співвідношення в конкретні етапи розвитку рослин. Доведено, що різноманіття ґрунтів, які мають ознаки опідзолення, формується за різних пропорцій деревних та трав'яних елементів у лісових угрупованнях. Взаємодія між деревною та трав'яною рослинністю має антагоністичний характер і регулюється, головним чином, гідротермічними умовами, мікрокліматичними параметрами, рельєфом та дренажністю території. Різниця за рівнем вологості визначає різний рівень комфорту для деревних рослин, що має вплив на розвиток біомаси трав'янистої рослинності та формує характеристики органопрофілю ґрунту [7].

Мета статті — висвітлити результати порівняльних досліджень морфолого-генетичних характеристик, особливостей розподілу вмісту гумусу і гранулометричного складу у профілях опідзолених ґрунтів плакорних і схилових місцеположень за підтвердженої різниці гідротермічних параметрів.

2. Об'єкти і методи досліджень

Дослідження проводили у лісостеповій частині Харківської області. Чотири профілі опідзолених ґрунтів описано поблизу с. Коротич на схилах південно-східної та північно-західної експозицій в одній балці, у днищі цієї балки та на рівнинній території (плакор). Характеристики місць, де закладено розрізи, представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика місць закладання розрізів для опису профілів опідзолених ґрунтів

Профіль	Ґрунт	Тип земле- користування	Характеристики схилу		
			крутість	форма	експозиція
1	Темно-сірий опідзолений підвищено зволожений важкосуглинковий на лесі	Рілля	$2,5^{\circ} - 2,0^{\circ}$	пряма	північно-західна
2	Темно-сірий опідзолений сильно-ксероморфний (сильнозмитий) важкосуглинковий на лесі	Рілля	$5,0^{\circ} - 4,0^{\circ}$	опукла	південно-східна
3	Лучний опідзолений намитий важкосуглинковий на делювії	Рілля	плоске днище балки	—	—
4	Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий на лесі	Рілля	$1,0^{\circ} - 0^{\circ}$ плакор	—	—

Обрані схили класифікували за такими морфологічними ознаками [18]: а) крутістю — відносяться до категорії пологих схилів ($\alpha = 5-1^{\circ}$); б) довжиною — середньої довжини ($l = 500-50$ м); в) формою — схил Пд-Сх експозиції є опуклим, схил Пн-Зх експозиції — прямий. Обидва схили мають екзогенний тип утворення. Плакор (плоский вододільний простір) — відносно рівнинна горизонтальна частина земної поверхні ($\alpha = 1-0^{\circ}$), майже відсутній ухил порівняно з обраними схилами. Обрана локація на дні балки, має плоску поверхню, на яку надходить вода поверхневого стоку під час сніготанення та сильних злив. Балка розглядається як елемент дренажування та орографічного перерозподілу тепла і вологи схилової території.

Загальна кліматична характеристика території дослідження. Згідно з положенням ґрунтово-екологічного районування, описаного в монографії [7], територія досліджень відноситься до підзони Лісостепової зволоженої (ПЛС-5) з ГТК_{V-IX} 1,00-1,20, але у межах цього періоду гідротермічні умови відрізняються — у період травень—липень підвищена зволоженість (ГТК_{V-VII} 1,10-1,20), у серпні-вересні — недостатня зволоженість (ГТК_{VIII-IX} 0,81-0,90); сумарна кількість опадів за листопад-березень — 160–180 мм.

Методи досліджень. Ґрунтові розрізи на кожній локації було закладено 24.04.2023 р., прив'язано у системі географічних координат за допомогою приладу супутникового геоопозиціонування (GPS датум WGS84) та відібрано всі необхідні проби ґрунту для виконання лабораторних досліджень.

Профілі ґрунтів діагностовано і морфологічні та інші генетичні особливості описано у польових умовах відповідно ДСТУ 7535:2014¹. Будову профілю описували з урахуванням традиційно використовуваних для цього морфологічних характеристик ґрунтів [19, 20].

Вміст гумусу визначали оксидиметричним методом, згідно з ДСТУ 4289:2005². Визначення гранулометричного складу ґрунту виконано методом піпетки в модифікації Н. А. Качинського, згідно з ДСТУ 4730:2007³. Для відбирання проб застосовували методичні вказівки відповідно до ДСТУ 4287:2004⁴. Вимірювання температури ґрунту на різних глибинах і на поверхні здійснювали цілодобово впродовж усього періоду досліджень термосенсорами, розміщеними на кожному майданчику на відстані 1,0 м від ґрунтового розрізу. Кожен сенсор обладнаний 12 термодатчиками DS18B20 (з точністю вимірювання $\pm 0,5$ °C, в інтервалі від -55 до +125 °C), розміщеними вертикально на інструменті через кожні 10 см (на глибинах від 10 до 120 см), та одним датчиком температури DS18B20 на гнучкому дроті, для вимірювання температури на поверхні ґрунту (0 см). Інтервал вимірювань — кожні 30 хвилин впродовж доби.

3. Результати досліджень

3.1. Морфологічна будова ґрунтових профілів

Ґрунтовий профіль 1. Ґрунт — темно-сірий опідзолений підвищено зволожений важкосуглинковий на лесі (Рис. 1). Розріз закладено (Див. табл. 1) у нижній частині пологого (2,5°–2,0°), прямого схилу північно-західної експозиції, який поступово переходить у балку. Закипання від 10 % HCl не спостерігали. Поверхня ґрунту під різнотравною рослинністю, відносно суха.

¹ ДСТУ 7535:2014. Якість ґрунту. Морфолого-генетичний профіль. Правила та порядок описування. [Чинний від 01.04.2015]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2015.

² ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 8 с.

³ ДСТУ 4730:2007. Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу методом піпетки в модифікації Н. А. Качинського. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 19 с

⁴ ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб : [Чинний від 2004-30-04] Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 5 с.



Генетичні горизонти ґрунту:

He (0–25 см) — гумусовий слабоелювіюваний, орний; темно-сірий з білястим відтінком; вологий; важкосуглинковий; невиразно-грудкуватий, майже безструктурний; перехід не чіткий за лінією оранки;

HI (25–50 см) — гумусовий ілювіюваний; темно-сірий; вологий; важкосуглинковий; горіхувато-призмоподібний; ущільнений; перехід не ясний;

Ihp (50–80 см) — ілювіальний слабогумусований; бурий; свіжий; важкосуглинковий/легкоглинистий; призмоподібний; ущільнений, перехід поступовий;

Ip(h) (80–120 см) — ілювіальний; бурий із рудими затіканнями; свіжий; легкоглинистий; призмоподібний; ущільнений; перехід поступовий;

R(h)i/k (120–145 см) — перехідний ілювіюваний, темно-бурий, свіжий, грудкувато-призмоподібний, ущільнений.

Рис. 1. Темно-сірий опідзолений підвищено зволожений важкосуглинковий ґрунт на лесі (Фото автора)

Ґрунтовий профіль 2. Ґрунт — темно-сірий опідзолений сильноксероморфний (сильнозмитий) важкосуглинковий на лесі (Рис. 2), у верхній частині опуклого схилу 5,04,0° південно-східної експозиції, який за напрямом на схід закінчується крутим спуском за 12 м до днища балки. Закипання від 10 % HCl починається з поверхні ґрунту. Поверхня під різнотравною рослинністю, відносно суха.



Генетичні горизонти ґрунту:

Heіk (0–25 см) — гумусовий слабоелювіюваний (орний); темно-сірий з бурим відтінком; вологий; важкосуглинковий; пороховато-грудкуватий; пухкий; перехід різкий за межею орного шару;

Phi(e)k (25–35 см) — перехідний, гумусово-ілювіальний; сірувато-бурий, свіжий; важкосуглинковий; горіхуватий; ущільнений; перехід ясний;

Rk (35–70 см) — материнська порода — лес; палевий; важкосуглинковий; карбонатний; карбонати у вигляді прожилок і псевдоміцелію.

Рис. 2. Темно-сірий опідзолений сильноксероморфний (сильнозмитий) важкосуглинковий ґрунт на лесі (Фото автора)

Ґрунтовий профіль 3. Ґрунт — лучний опідзолений намитий важкосуглинковий на делювії (Рис. 3), у днищі балки. На глибині 163 см виявлено воду. Закипання від 10 % HCl не спостерігали. Поверхня під різнотравною рослинністю, відносно суха.



Рис. 3. Лучний опідзолений намитий важкосуглинковий ґрунт на делювії (Фото автора)

Генетичні горизонти ґрунту:

H(e) (0–30 см) — гумусовий, орний; темно-сірий, майже чорний, з глянцем; вологий; важкосуглинковий; призмоподібно-горіхувато-зернистий, неоднорідний; вмиви кремнеземистої присипки; перехід поступовий;

Hr(g) (30–82 см) — верхній перехідний; темно-сірий з коричневато-бурим відтінком і глянцем; вологий; горіхувато-призмоподібний з тенденцією до клиноподібності; окремі вмиви сизого оглеєного матеріалу; перехід ясний за структурою і щільністю; виражена візуальна шаруватість;

Hr(g) (82–115 см) — перехідний; бурувато-чорний, у нижній частині з вираженим коричневим відтінком; вологий; важкосуглинковий, донизу опіщанений; глянцеви блиск по гранях структурних окремостей; злитий, ущільнений; виражена візуальна шаруватість, перехід поступовий;

Ph(g) (115–163 см) — нижній перехідний; темнувато-сіро-коричневий; сирий; оглеєний; помірно ущільнений; виражена опіщаненість.

Ґрунтовий профіль 4. Ґрунт — темно-сірий опідзолений важкосуглинковий на лесі (Рис. 4), плакор. Закипання від 10 % HCl з 60 см від поверхні ґрунту. Поверхня під різнотравною рослинністю, відносно суха.



Генетичні горизонти ґрунту:

He (0–30 см) — гумусовий слабоелювіюваний, орний; темно-сірий з білястим відтінком; вологий; важкосуглинковий; пороховато-грудкуватий; пухкий; перехід ясний за межою орного шару;

H(e) (30–50 см) — гумусовий ілювіюваний; темно-сірий з глянсовим блиском; свіжий; важкосуглинковий; горіхуватий; ущільнений; перехід поступовий;

lhp/k (50–70 см) — ілювіальний слабогумусований; сірувато-бурий, неоднорідний; важкосуглинковий; призмоподібний; ущільнений; карбонати у формі псевдоміцелію; перехід поступовий;

P(i)k (70–95 см) — материнська порода — лес; палевий; важкосуглинковий; карбонатний; карбонати у вигляді прожилок.

Рис. 4. Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий ґрунт на лесі (Фото автора)

Морфологічні ознаки профілів досліджуваних ґрунтів мають як спільні, так і відмінні характеристики, зумовлені генезисом відповідно дії мікрорельєфного чинника перерозподілу тепла і вологи.

Верхній горизонт цих ґрунтів переважно темно-сірого кольору з білесим відтінком завдяки кремнеземній присипці (SiO_2), проте інтенсивність цього забарвлення менша у розрізі 2, з'являється буруватий відтінок унаслідок меншого гумусонакопичення у посушливих (ксероморфних) умовах схилу «теплої» експозиції та пріорювання нижчих горизонтів.

Потужність гумусованої частини у профілях 1 і 4 (70–80 см) є закономірно більшою, порівняно з профілем 2 (35 см). Незважаючи на кращу вологозабезпеченість темно-сірого опідзоленого підвищено зволоженого ґрунту (п. 1), параметри гумусованої частини профілю не є істотно більшими, що вказує на пріоритет деревної рослинності у ґрунтоутворенні через наявність біологічного бар'єру для глибокого поширення коренів трав'янистої рослинності у вигляді ярусу скелетних коренів дубу з глибини 50 см. Натомість для лучного опідзоленого ґрунту (п. 3) притаманний глибокий профіль з візуально помітною гумусованістю у нижньому перехідному горизонті завдяки, на додаток до доброї зволоженості, переважанню лучної трав'янистої рослинності та періодичному наміву дрібнозему. Гідроморфний характер цього ґрунту проявляється у наявності ознак оглеєння у нижній частині профілю (починаючи з верхнього перехідного горизонту), опідзоленість — у наявності кремнеземної присипки, відсутності ознак скипання карбонатів у профілі та констатованої текстурної диференціації профілю. Намість діагностується через ознаки шаруватості у профілі.

Абсолютні значення вмісту гумусу в окремих шарах ґрунту підтверджують зроблені висновки стосовно потужності гумусованих частин профілів. Дані щодо вмісту гумусу в ґрунтах наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Вміст гумусу в досліджуваних ґрунтах

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, % у профілях ґрунтів			
	п. 1.	п. 2.	п. 3.	п. 4.
0-10	3,49	1,77	2,46	2,80
15-25	2,80	1,52	2,26	2,60
30-40	2,80	0,74	1,62	1,72
50-60	1,92	0,59	3,07	0,74
70-80	1,52	-	1,13	0,74
90-100	1,47	-	1,42	0,84

Примітка. п.1 – Темно-сірий опідзолений підвищено зволожений важкосуглинковий на лесі; п.2 – Темно-сірий опідзолений сильно-ксероморфний (сильнозмитий) важкосуглинковий на лесі; п.3 – Лучний опідзолений намитий важкосуглинковий на делювії; п.4 – Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий на лесі

Текстурна диференціація з наявністю гумусово-елювіального та ілювіального горизонтів різною мірою властива всім досліджуваним профілям, але найбільш виражена у темно-сірому опідзоленому підвищено зволоженому ґрунті (п. 1), а найменше — у темно-сірому опідзоленому сильноксероморфному, сильнозмитому ґрунті (п. 2).

Звертає на себе увагу морфологічно менш виражений ілювіальний горизонт у профілі 4, порівняно із найбільш поширеними темно-сірими опідзоленими ґрунтами у плакорних умовах. На нашу думку, це пояснюється глибоким підстиланням (1,5–2,0 м) пісками морського походження, що досить часто зустрічається на відгалуженнях Середньоруської височини і неодноразово виявлялось нами у районі досліджень.

Глибина закипання карбонатів (effervescent) у профілі — один із традиційних діагностичних атрибутів опідзолених ґрунтів, який є індикатором глибини низхідних рухів вологи, переважно у холодний період року. Темно-сірий опідзолений підвищено зволожений (п. 1) та лучний опідзолений намитий (п. 3) вилужені від карбонатів, темно-сірий опідзолений на плакорі (п. 4) слабо закипає з 60 см, а бурхливо — з 80 см. Відносно високий рівень залягання карбонатів, причому саме у рухливій псевдоміцелярній формі,

свідчить про їхню високу міграційну здатність у профілі ґрунту. Цьому сприяє, як вказано вище, глибоке підстелення пісками, що зумовлює утворення шару так званої «капілярно-підвищеної» вологи, та її висхідний рух у теплий період року. Найвище розташована лінія закипання карбонатів у темно-сірому опідзоленому сильноксероморфному (сильнозмитому) ґрунті (п. 2), що пояснюється особливими гідротермічними умовами на опуклому схилі південно-східної експозиції.

3.2. Гранулометричний склад ґрунтів

Параметри вмісту двох основних фракцій гранулометричного складу опідзолених темно-сірих і лучного опідзоленого ґрунтів, визначеного за методом піпетки в модифікації Н. А. Качинського, наведено в таблиці 3.

Темно-сірий опідзолений підвищено зволожений важкосуглинковий на лесі (п. 1), темно-сірий опідзолений сильноксероморфний (сильнозмитий) важкосуглинковий на лесі (п. 2) та темно-сірий опідзолений важкосуглинковий на лесі (п. 4) виявляють властивості важких ґрунтів і є майже однотипними за гранулометричним складом.

Лучний опідзолений намитий важкосуглинковий ґрунт на делювії, у днищі балки (п. 3) відповідає загально прийнятим положенням стосовно делювіальних відкладів з характерною відносною сортованістю і шаруватістю, яка простежується за параметрами вмісту обох фракцій.

Вміст мулистої фракції (< 0,001 мм), для якого властива диференціація у профілі опідзолених ґрунтів, графічно зображено на рисунку 5.

В опідзолених ґрунтах спостерігається диференціація профілю за елювіально-ілювіальним типом. Гумусовий елювійований горизонт має мінімальні значення вмісту фракцій мулу і фізичної глини, ілювіальні горизонти — збільшені. Проте спостерігається невідповідність між параметрами гранскладу гумусового елювіального та ілювіальних горизонтів, що вказує на перебіг двох процесів — як вимивання-вмивання мулистих часток, так і оглинювання в ілювіальному горизонті.

Таблиця 3

Гранулометричний склад досліджуваних ґрунтів

Профіль	Шар ґрунту, см	Вміст гранулометричних фракцій, %		Назва гранскладу [21]
		< 0,001 мм	< 0,01 мм	
1	0-25	35	53	важкосуглинковий
	30-40	36	55	важкосуглинковий
	50-60	35	55	важкосуглинковий
	70-80	38	56	легкоглинистий
	90-100	37	56	легкоглинистий
	110-120	39	57	легкоглинистий
2	0-25	35	55	важкосуглинковий
	30-40	33	53	важкосуглинковий
	50-60	32	53	важкосуглинковий
	70-80	35	58	легкоглинистий
	90-100	34	55	важкосуглинковий
	110-120	33	55	важкосуглинковий
3	0-25	32	46	легко важкосуглинковий
	30-40	32	47	легко важкосуглинковий
	50-60	27	43	важко середньосуглинковий
	70-80	24	35	легко середньосуглинковий
	90-100	23	37	середньосуглинковий
	110-120	24	37	середньосуглинковий
4	0-25	33	56	важкосуглинковий
	30-40	36	57	легкоглинистий
	50-60	36	58	легкоглинистий
	70-80	36	56	легкоглинистий
	90-100	36	57	легкоглинистий
	110-120	38	60	легкоглинистий

Примітка: назву ґранулометричного складу дано за класифікацією у [21]

Підтвердженням цього є збільшення вмісту фракцій мулу та фізичної глини саме у нижній частині ілювіального горизонту, а не у верхній, як слід було б очікувати у разі одного лише вмивання колоїдних часток. Крім того, це вказує на гідрогенний характер оглинювання — ґрунт у нижній частині профілю більш тривалий час залишається вологим.

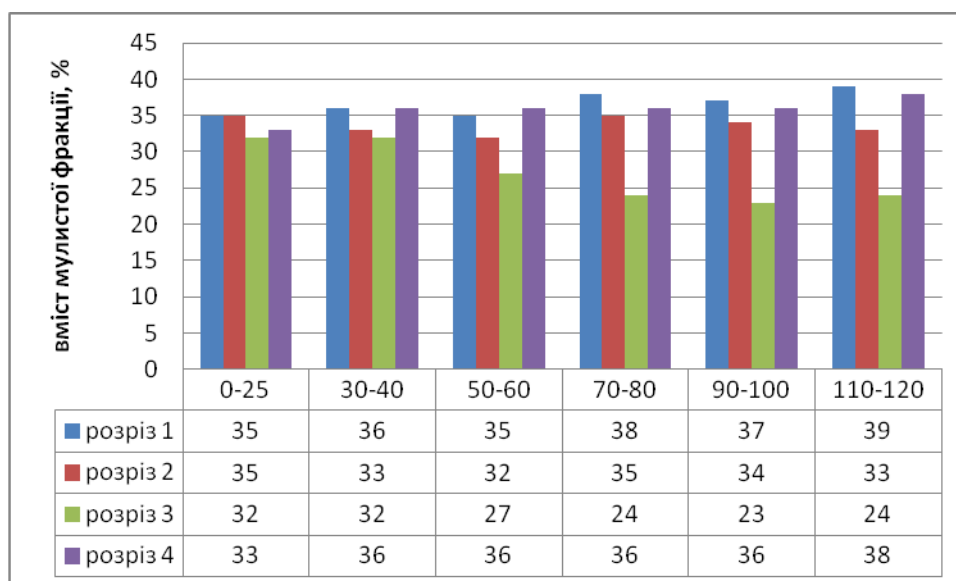


Рис. 5. Вміст гранулометричної фракції мулу (< 0,001 мм) у шарах (см) темно-сірих і лучного опідзолених ґрунтів

Явище оглинювання з текстурною метаморфізацією профілю закономірно, максимально виражене у профілях 1 і 4, які відносно добре забезпечені вологою.

Натомість у профілі 2, диференціація за гранулометричним складом практично не виражена, що зумовлено посушливістю цього схилового місцеположення і, частково, еродованістю.

Лучний опідзолений намитий ґрунт (п. 3), навпаки, характеризується меншим вмістом фракцій мулу та глини у верхньому горизонті, порівняно з іншими та полегшенням гранулометричного складу з глибиною. Це зумовлено пріоритетом процесів наміву у ґрунтоутворенні, що маскує вплив опідзолення.

3.3. Гідротермічні характеристики ґрунтів

Елементарні ґрунтові процеси на досліджуваних ділянках з різним рельєфом висвітлюють певні аспекти формування різноманітної морфології темно-сірих опідзолених ґрунтів, в контексті різних гідротермічних режимів, які спричиняють різні періоди (цикли) замерзання та відтавання, а також зволоження та висихання ґрунту.

Згідно з результатами наших спостережень, процеси теплообміну та вологообміну у досліджуваних ґрунтах на різних елементах рельєфу, є істотно різними, за однакових параметрів температури повітря і кількості атмосферних опадів, у тому числі, невеликій різниці (1-2 см) висоти снігового покриву. Найбільші різниці в термоциклах спостерігаються у зимовий та літній періоди, перш за все, через різну глибину промерзання або висихання ґрунту.

Результати автоматичного вимірювання температури (цілодобово, з інтервалом 30 хвилин) на різних глибинах у профілі ґрунту та на поверхні впродовж 2023 і 2024 років, дозволяють зробити деякі заключення щодо термічних умов, які складаються у найхолодніший та найтепліший періоди року (Табл. 4).

Таблиця 4

Характеристики температурного режиму ґрунтів за результатами вимірювань у 2023 і 2024 рр.

Локація	Зимовий період (грудень 2023 – лютий 2024 рр.)			Літній період		
	Максимальна глибина промерзання		Загальний час перебування ґрунту у мерзлому стані, діб	Мінімальна температура, °С		Максимальна температура, °С
	см	період, кількість діб		січень, 2024	липень, 2023	липень, 2024
1 Схил Пн-Зх	30	січень-лютий, 41	104	-9,6	55,6	60,2
2 Схил Пд-Сх	10	січень, 9	84	-5,6	65,9	65,3
3 Днище балки	20	січень-лютий, 31	91	-6,3	61,5	60,0
4 Плакор	20	січень, 13	65	-4,7	60,5	62,0

Примітка. Експозиція схилу: Пн-Зх — північно-західна; Пд-Сх — південно-східна.

Аналіз даних, представлених у таблиці 3, вказує на значну різницю в параметрах одного з ключових факторів ґрунтоутворення — температури ґрунту, яка істотно впливає на інші фактори та внутрішні процеси в ґрунті, направляючи їх динаміку.

Спостереження за динамікою температури ґрунту дозволило зафіксувати процес формування крижаних лінз у ґрунтах на всіх локаціях. Для прикладу, у таблиці 5 представлено фрагмент результатів вимірювання — температури ґрунту по днях (один із 48 замірів за добу — о 4.30 ранку) на глибинах до 40 см, на схилі північно-західної експозиції.

На основі даних таблиці 5 можна зробити висновок, що в шарі ґрунту 0–30 см існують умови для формування крижаних лінз. Утворення та зростання крижаних лінз призводить до збільшення об'єму ґрунту у вертикальному і горизонтальному напрямках. Вертикальний напрямок піднімає верхні шари ґрунту, а горизонтальний — призводить до зміщення частинок та створення тріщин, що особливо помітно в елювіюваних горизонтах. Крижані лінзи та кріогенні тріщини призводять до педотурбації ґрунтового профілю, через кріотурбаційні елементарні ґрунтові процеси. Це явище сприяє горизонтальній профільованості в елювіюваних горизонтах, тобто розшаруванню ґрунту та переміщенню частинок вниз по профілю, що, теоретично, може створювати характерну горизонтальну подільність структури.

Таблиця 5

Температура ґрунту на схилі північно-західної експозиції у січні – лютому 2024 (фрагмент)

Глибина розміщення сенсору, см	Температура ґрунту (°С) на 04.30 ранку по днях										
	24.01	25.01	27.01	29.01	30.01	31.01	01.02	02.02	03.02	04.02	05.02
0	-2,7	-1,2	-0,1	-0,2	-2,7	-3,4	-2,9	0,3	-1,9	0,3	-0,5
10	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
20	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
30	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0	-0,1	-0,1	-0,1
40	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9

Кріогенні тріщини створюють преференційні шляхи для руху води та повітря. Це сприяє розвитку преференційної пористості в ілювіальних горизонтах, де накопичуються глинисті та органічні речовини. Ці шляхи сприяють швидкому переміщенню води та розчинених речовин у глибину профілю, що посилює процеси ілювіювання.

На нашу думку, крижані лінзи створюють тимчасові фізичні бар'єри для переміщення води, також вони сприяють горизонтальній стратифікації ґрунту (тобто формуванню шаруватості в ґрунтовому профілі). Незамерзлі шари, своєю чергою, залишаючись водопроникними, накопичують воду й утворюють перезволоження ґрунтових горизонтів.

За результатами моніторингу температури ґрунту і відбирання проб для визначення вмісту вологи, у літній період було зафіксовано елементарні ґрунтові процеси злітизації ґрунтів (або метаморфізації, тобто ущільнення ґрунту, що призводить до формування щільних горизонтів, які стають надзвичайно твердими та розтріскуються на великі брили у сухому стані), розтріскування та самомульчування. Метаморфізація ґрунту наприкінці липня 2024 року, у нижній частині схилу північно-західної експозиції була зафіксована у шарі від 10 до 51 см; ґрунту південно-східної експозиції, її опуклої частини, — від 10 до 37 см; у ґрунті плакорної території — з 10 до 25 см. Днище балки демонструвало ефект злітизації у першій декаді вересня з 10 до 20 см.

За результатами визначення вмісту в ґрунті польової вологи (22.07.2024), констатували практичне пересихання ґрунту до глибини 40–50 см, тобто ефект метаморфізації і розтріскування відбувається при рівні вмісту польової вологи 12 % та нижче і при температурі ґрунту більше 25 °С на глибинах до 50 см. Процес формування тонкого поверхневого пухкого горизонту, в результаті інтенсивного висихання злитих ґрунтів, тобто самомульчування ґрунту, відбувався на всіх об'єктах дослідження з поверхні (0 см) до глибини 10 см. За результатами дослідження зразків, відібраних з використанням ґрунтового бура, було встановлено, що пухкий горизонт чітко відокремлений від щільної зливої ґрунтової маси, розташованої нижче.

На нашу думку, різниця в прояві педотурбаційних елементарних ґрунтових процесів, призводить до змін у щільності будови ґрунту та процесі агрегації елементарних частинок, що, з часом, веде до утворення різниці в структурі ґрунту по горизонтах.

3.4. Вплив гідротермічних умов на формування структури ґрунту

Верхній горизонт (He) темно-сірих опідзолених та лучного опідзоленого ґрунту, найбільше піддається впливу температур через близькість до поверхні. Невиразно грудкувата структура ґрунту на схилі Пн-Зх експозиції (п. 1), порохувато-грудкувата — на схилі Пд-Сх (п. 2) і на плакорі (п. 4), загалом характерні для гумусового горизонту.

Високі літні температури (у липні 40,0–60,0 °С), що тримаються до 6-10 годин упродовж доби, та висушування ґрунту викликають метаморфізацію (зміну структурного стану) верхнього горизонту та руйнування грудок (через механізм розтріскування). Невиразність цієї структури (у ґрунті схилу Пн-Зх експозиції) зумовлена додатковим зволоженням у нижній частині схилу. Порохуватість структури ґрунту (на схилі Пд-Сх експозиції та плакорі) зумовлена фізичним руйнуванням найдрібніших агрегатів дією високих літніх температур до сипучого стану.

Для гумусового ілювійованого горизонту ґрунту на схилі Пн-Зх експозиції, гумусово-ілювіального (схил Пд-Сх експозиції) та гумусового ілювійованого (плакор) характерна горіхувата структура. Опідзолені ґрунти зберегли горіхувату структуру, як наслідок їх розвитку під лісовою та степовою рослинністю. Глибини 35–50 см зазнають менших термоколивань, але періодичного зволоження та висихання. Ці цикли, особливо висихання–розтріскування, підтримують гострореберність горіхуватих агрегатів.

Для ілювіального слабогумусованого горизонту ґрунтів на схилі Пн-Зх експозиції та на плакорі, глибше 50 см, характерні призмоподібні структури, що є класичним для ілювіальних горизонтів. Додатковий вертикальний тиск ґрунтової маси та її ущільнення під дією періодів (циклів) зволоження-висихання, замерзання-відтавання, формують вертикальні тріщини, підтримуючи призмоподібність структур.

Затікання на глибині 80-120 см (бурого із рудим кольором) в ілювіальному горизонті ґрунту Пн-Зх експозиції з призмоподібною структурою, характерні для періодично промерзаючих ґрунтів, або тих, які піддаються періодичному розтріскуванню, або коли гумус «затікає» по кореневих каналах. Термічні режими літнього періоду сприяли злитості горизонтів профілю на «холодній експозиції» у липні 2024 року до глибини 51 см. Зимовий період, для якого характерно формування кріогенних тріщин у ґрунті (як мінімум у шарі промерзання 0-30 см), розвиває преференційну пористість, що посилює процеси ілювіювання.

Глибші шари ґрунту (материнська порода) менш схильні до структурних змін через свою щільність і мінеральний склад, що підтримується меншими температурними коливаннями і відсутністю їх вираженої циклічності.

Хоча навесні та після зволоження структура ґрунту відновлюється, в довгостроковій перспективі сезонні термоцикли призводять до поступового руйнування ґрунтових агрегатів та ущільнення ґрунту. Ці цикли викликають зміни у морфології, в результаті чого, ґрунт не відновлюється до вихідної структури. Вихідною структурою, ми вважаємо ту, яка може бути представлена стабільними ґрунтовими агрегатами, з такими формами структури як горіхоподібна, призмоподібна або зерниста. Макроагрегати такої форми мають достатню пористість, пухкість і водопроникність, що забезпечує оптимальні умови для росту рослин та підтримки ґрунтової екосистеми. Однак, оскільки ґрунт – це відкрита система, то ґрунтові агрегати завжди піддаються впливу кліматичного фактору або механічній дії (антропогенний фактор).

Навіть якщо ґрунтові агрегати зберігають свою структуру протягом якогось часу, вони все одно схильні до поступового руйнування під впливом термічних циклів замерзання-відтавання та зволоження-висихання, втручання організмів та інших природних процесів. Тому в ґрунті, як у динамічній та відкритій системі, агрегати перебувають у стані постійної педотурбації, залежно від поточних умов.

4. Висновки

Опідзолені ґрунти плакорних і схилових місцеположень відрізняються гідротермічними умовами, що впливають на формування морфолого-генетичних особливостей, перш за все, на глибину гумусованої частини профілю, його текстурну диференціацію та глибину залягання карбонатів. У результаті дії рельєфного чинника перерозподілу тепла і вологи сформувалися різні види опідзолених ґрунтів.

Потужність гумусованої частини є найменшою у профілі ксероморфного еродованого ґрунту, порівняно з іншими, проте у всіх профілях не перевищує 70-80 см. Максимальну потужність гумусованої частини профілю зафіксовано у лучному опідзоленому намитому ґрунті завдяки акумуляції дрібнозему зі схилових територій.

Текстурна диференціація профілю опідзолених ґрунтів діагностується у польових умовах органолептично, за візуальними ознаками та за результатами лабораторно-аналітичних досліджень і проявляється через профільний перерозподіл гранулометричних фракцій мулу ($< 0,001$ мм) та фізичної глини ($< 0,01$ мм). Диференціація профілю більш виражена у підвищено зволжених видів, менше — у сильноксероморфному (сильнозмитому). У лучному опідзоленому намитому ґрунті, це явище не виражене внаслідок шаруватості та опіщаненості профілю, спричинених спорадичним наливом дрібнозему.

Гідротермічні умови, зумовлені рельєфом, впливають на наявність карбонатів, а саме, у лучного опідзоленого намитого та темно-сірого опідзоленого підвищено зволоженого ґрунтів закипання (від 10 % HCl) відсутнє, навіть у материнській породі, у темно-сірого опідзоленого сильноксероморфного (еродованого) ґрунту закипання помітно з поверхні, у темно-сірого опідзоленого ґрунту плакорного місцеположення — у нижній частині профілю. Відсутність закипання в умовах додаткового зволоження, свідчить про розчинення та вимивання карбонатів.

Різна глибина промерзання ґрунту, залежно від форми поверхні та експозиції схилів (Пн-Зх схил — від 0 до 30; Пд-Сх схил — від 0 до 10; плакор — від 0 до 20; днище балки — від 0 до 20 см), свідчить про зв'язок температурного режиму з положенням профілів у рельєфі. Утворення крижаних лінз на різних глибинах та у різний період, вказує на неоднорідність промерзання ґрунтів, що також залежить від рельєфу та експозиції.

Процеси метаморфізації відбуваються при польовій вологості ґрунту 12 % та нижче і при температурі ґрунту більше 25 °C на глибинах до 50 см, що є одним з факторів морфологічних змін у ґрунті.

Внесок авторів. План досліджень, інтерпретація отриманих даних, консультація з методологічних питань: В. Б. Соловей. Розробка методології, польові роботи, збір, аналіз, інтерпретація даних, підготовка рукопису: О. О. Троценко. Автори ознайомлені з опублікованою версією рукопису і згодні з нею.

Список використаних джерел

1. Мирошниченко Н. Н., Тertyшная А. В. Распределение микроэлементов в почвах оподзоленного ряда трансэлювиальных ландшафтов левобережной Лесостепи Украины. *Ґрунтознавство*. 2011. Т. 12, № 1-2. С. 5-11. URL: https://www.dnu.dp.ua/docs/zbirniki/fbem/program_56d5eca411372.pdf [in Ukrainian].
2. Полупан М. І., Балюк С. А., Соловей В. Б., Величко В. А., Волков П. О. *Природний механізм захисту схилів ґрунтів від водної ерозії*: монографія / за ред. М. І. Полупана. Київ: Фенікс, 2011. 144 с.
3. Плиско І. В. Пространственно-дифференцированная система управления качеством почв (на примере пашни Украины). *Почвоведение и агрохимия*. 2019. № 1(62). С. 59-72. https://soil.belal.by/jour/article/view/698/698?locale=en_US
4. Медведев В. В., Лактионова Т. Н. *Гранулометрический состав почв Украины (генетический, экологический и агрономический аспекты)*. Харьков: Апостроф, 2011. 292 с.
5. Медведев В. В., Мельник А. И. Неоднородность агрохимических показателей почвы в пространстве и во времени. *Агрохимия*. 2010. №1. С. 20-26.
6. Пліско І. В., Куцова К. М. Просторова неоднорідність структурно-агрегатного складу ґрунтів у межах окремих агроценозів Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. «Агрономія і біологія»*. 2022. Вип. 2(48). С. 131-138. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.18>
7. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. *Класифікація ґрунтів України* / За ред. М. І. Полупана. Київ: Аграрна наука, 2005. 300 с.
8. Шульгин А. М. *Климат почвы и его регулирование*. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1967. 302 с.
9. Nanda A., Sen S., Sharma A. N., Sudheer K. P. Soil temperature dynamics at hillslope scale—field observation and machine learning-based approach. *Water*. 2020. 12(3). 713. <https://doi.org/10.3390/w12030713>
10. Elizabeth G. S. Fraser I., Woolf H., Pearse W. D. Variation in near-surface soil temperature drives plant assemblage insurance potential. *bioRxiv. The preprint server for biology*. 2022. <https://doi.org/10.1101/2022.11.21.517364>
11. Chen, X., Li, Y., Chau, H. W., Zhao, H., Li, M., Lei, T., & Zou Y. The spatiotemporal variations of soil water content and soil temperature and the influences of precipitation and air temperature at the daily, monthly, and annual timescales in China. *Theoretical and applied climatology*. 2020. 140. P. 429-451. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03092-9>
12. Dagesse, D. F. Freezing cycle effects on water stability of soil aggregates. *Canadian Journal of Soil Science*. 2013. 93. P. 473-483. <https://doi.org/10.4141/cjss2012-046>
13. Ma Q., Zhang K., Jabro, J. D. et al. Freeze–thaw cycles effects on soil physical properties under different degraded conditions in Northeast China. *Environ Earth Sci* **78**, 321 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8323-z>
14. Jabro J. D., Iversen W. M., Evans R. G., Allen B. L., Stevens, W. B. Repeated freeze-thaw cycle effects on soil compaction in a clay loam in Northeastern Montana. *Soil Science Society of America Journal*. 2014. 78(3). P. 737-744. <https://doi.org/10.2136/sssaj2013.07.0280>
15. Leuther F., Schlüter S. Impact of freeze–thaw cycles on soil structure and soil hydraulic properties. *Soil*. 2021. 7(1). P. 179–191. <https://doi.org/10.5194/soil-7-179-2021>
16. Hallett P. D., Newson T. A. Describing soil crack formation using elastic–plastic fracture mechanics. *European Journal of Soil Science*. Vol. 56 (1), 2004. P. 31-38. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2004.00652.x>
17. Parvin N., Sandin M., Larsbo M. Seedbed consolidation and surface sealing for soils of different texture and soil organic carbon contents. *Soil and Tillage Research*. 2021. Vol. 206. 104849. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104849>
18. *Руководство по описанию почв*. Четвертое изд., исправл. и дополн. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. Рим, 2012. 101 с. <https://www.fao.org/4/a0541r/a0541r.pdf>
19. Гринь Г. С. *Полевая диагностика почв*. Харьков, 1974. 224 с.
20. *Полевой определитель почв* / под ред. Полупана Н.И., Носко Б.С., Кузьмичева В.П. Киев: Урожай, 1981. 320 с.
21. Полупан М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. І., Величко В. А. *Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України*. Київ: Колодуб, 2005. 304 с.

UDC: 631.4

Comparative morphological-genetic characteristics of podzolized soils on plateau and slope locations

V. B. Solovei, O. O. Trotsenko*

National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

* Corresponding author: tre140981@gmail.com

Received 01.10.2024, Revised 04.11.2024, Accepted 18.12.2019, Available online 27.12.2024

Abstract

The article systematizes the results of comparative field and office studies and provides a detailed description and considers the factors influencing the morphological characteristics of genetic horizons of podzolized soils – dark gray podzolized heavy loam on loess and meadow podzolized heavy loam on deluvium, in slopes and plakor. The research conducted in the territory of the Kharkiv region of Ukraine in the Left Bank Forest-Steppe. In field and laboratory studies, the following indicators were determined using regulatory procedures and standardized methods: morphological characteristics of the soil; humus content; granulometric composition; soil temperature. It established that the studied soils have common and distinctive features, both in terms of the morphological structure of the profile and in terms of properties, which influenced by relief/microrelief, climate/microclimate, due to different levels of moisture accumulation and insolation on plakor and slope areas. The following are common morphological features of podzolized soil profiles:

textural differentiation; compaction of illuvial horizons; dark gray color; nutty-prism-like shape of structural units. Differences were noted in the overall thickness of the soil profile, the depth of the humus part, the nature of the transitions between horizons, the presence of new formations and the depth of carbonate occurrence (by reaction to 10% HCl). Differences in the thickness of the humus part of the profile were found to be insignificant in the profiles of dark gray podzolized soils (except for strongly xeromorphic) with different levels of moisture, which indicates the same priority role of former woody vegetation in the previous stages of the soil formation process. In meadow podzolized soil, the depth of humus is much greater, which is a natural result of the action, in addition to good moisture, of meadow vegetation and alluvial processes. The absolute values of humus content in individual soil layers confirm the conclusions made. In all soils, the particle size fraction of silt (< 0.001 mm), as well as the physical clay fraction (< 0.01 mm), redistributed with depth because of both eluvial-illuvial processes and claying in illuvial horizons, which led to the formation of texturally differentiated profiles. The identified differences in soil properties defined as those that are due to the difference in genetic processes of soil formation under different hydrothermal regimes in slope and plateau locations, which reflected in the profile features of soils, which should be taken into account for assessing their quality when forming scientific and production programs for soil conservation and restoration.

Keywords: slope lands; dark gray podzolized soils; morphological structure; particle size distribution; microclimate.

Citing: Solovei, V. B., & Trotsenko, O. O. (2024). Comparative morphological-genetic characteristics of podzolized soils on plateau and slope locations. *AgroChemistry and Soil Science*, 97, 4-17. doi: 10.31073/acss97-01 [in Ukrainian]

References

1. Miroshnichenko, N. N., & Tertyshna, A. V. (2011). Distribution of trace elements in podzolized soils of transeluvial landscapes of Ukrainian Left-Bank Forest Steppe. *Soil Science*, 12(1-2), 5–11. Retrieved from https://www.dnu.dp.ua/docs/zbirniki/fbem/program_56d5eca411372.pdf [in Ukrainian].
2. Polupan, M. I., Balyuk, S. A., Solovei, V. B., Velichko, V. A., & Volkov, P. O. (2011). In M. I. Polupan (Ed.), *Natural mechanism of protection of slope soils from water erosion: monograph*. Kyiv: Fenix. [in Ukrainian].
3. Plisko, I. V. (2019). Spatially differentiated system of soil quality management (on the example of arable land in Ukraine). *Soil Science and Agrochemistry*, 1(62), 59-72. Retrieved from https://soil.belal.by/jour/article/view/698/698?locale=en_US [in Russian].
4. Medvedev, V. V., & Laktionova, T. N. (2011). *Texture of Ukrainian soils (genetic, environmental and agronomical aspects)*. Kharkiv: Apostrophe [in Russian].
5. Medvedev, V. V., & Melnyk, A. Y. (2010). Heterogeneity of agrochemical parameters of soil in space and time. *Agrochemistry*, 1, 20-26. [in Ukrainian].
6. Plisko, I. V., & Kutsova, K. M. (2022). Spatial heterogeneity of structural and aggregate composition of soils within separate agrocenoses of the left-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 48(2), 131-138. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.18> [in Ukrainian].
7. Polupan, M. I., Solovei, V. B., & Velichko, V. A. (2005). *Classification of Soils of Ukraine*. (M. I. Polupan, Ed.). Kyiv: Agrarian Science.
8. Shulgin, A. M. (1967). *Soil climate and its regulation*. Leningrad: Hydrometeorological publishing house. [in Russian].
9. Nanda, A., Sen, S., Sharma, A. N., & Sudheer, K. P. (2020). Soil temperature dynamics at hillslope scale—field observation and machine learning-based approach. *Water*, 12(3), 713. <https://doi.org/10.3390/w12030713>
10. Elizabeth, G. S., Fraser, I., Woolf, H., & Pearse, W. D. (2022). Variation in near-surface soil temperature drives plant assemblage insurance potential. *bioRxiv. The preprint server for biology*. <https://doi.org/10.1101/2022.11.21.517364>.
11. Chen, X., Li, Y., Chau, H. W., Zhao, H., Li, M., Lei, T., & Zou Y. (2020). The spatiotemporal variations of soil water content and soil temperature and the influences of precipitation and air temperature at the daily, monthly, and annual timescales in China. *Theoretical and applied climatology*, 140, 429-451. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03092-9>
12. Dagesse, D. F. (2013). Freezing cycle effects on water stability of soil aggregates. *Canadian Journal of Soil Science*, 93, 473-483. <https://doi.org/10.4141/cjss2012-046>
13. Ma Q., Zhang K., Jabro, J. D., Ren, L., & Liu, H. (2019). Freeze–thaw cycles effects on soil physical properties under different degraded conditions in Northeast China. *Environ Earth Sci*, 78, 321. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8323-z...>
14. Jabro, J. D., Iversen, W. M., Evans, R. G., Allen, B. L. & Stevens, W. B. (2014). Repeated freeze-thaw cycle effects on soil compaction in a clay loam in Northeastern Montana. *Soil Science Society of America Journal*, 78(3), 737-744. <https://doi.org/10.2136/sssaj2013.07.0280>
15. Leuther, F., & Schlüter, S. (2021). Impact of freeze–thaw cycles on soil structure and soil hydraulic properties. *Soil*, 7(1), 179-191. <https://doi.org/10.5194/soil-7-179-2021>
16. Hallett, P. D., & Newson, T. A. (2004). Describing soil crack formation using elastic–plastic fracture mechanics. *European Journal of Soil Science*, 56(1), 31-38. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2004.00652.x>
17. Parvin, N., Sandin, M., & Larsbo, M. (2021). Seedbed consolidation and surface sealing for soils of different texture and soil organic carbon contents. *Soil and Tillage Research*, 206, 104849. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104849>
18. *Guidelines for soil description. Fourth edition, corrected and supplemented*. (2012). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Retrieved from <https://www.fao.org/4/a0541r/a0541r.pdf> [in Russian].
19. Grin, G. S. (1974). *Field diagnostics of soils*. Kharkiv. [in Russian].
20. Polupan, N. I., Nosko, B. S., & Kuzmichev, V. P. (Eds.). (1981). *Field guide of soils*. Kyiv: Urozhai. [in Russian].
21. Polupan, M. I., Solovei, V. B., Kysil, V. I., & Velychko, V. A. (2005). *Determinant of ecological and genetic status and soil fertility for Ukraine*. Kyiv: Koloobig. [in Ukrainian].