



УДК 631.42 (477.63)

Мікроморфологічні та фізичні властивості ґрунтів південних байраків Дніпропетровської області

К.М. Божко

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпропетровськ, Україна

Установлено мікроморфологічні та фізичні властивості едафотопів південного варіанта байрачних лісів Дніпропетровщини на прикладі байраку Військовий. Проаналізовано структуру ґрунту, агрегатний склад, водостійкість агрегатів і ґрунтовірні процеси байрачної екосистеми. Мікроморфологічні дослідження виявили високий ступінь агрегованості верхніх (0–60 см) горизонтів ґрунтового профілю. Структурування має зоогенне походження. Копролітового характеру агрегати містять добре розкладені рослинні залишки. Темно-бурий, майже чорний колір по всій площі мікроморфологічного шліфа зумовлений великою кількістю (80%) органічних сполук, що вказує на активні процеси гуміфікації. Тонкодисперсний гумус представлений великою кількістю рівномірно розташованих згустків гумонів. Форма гумусу – муть. Скелет представлений мінералами різного розміру. У скелеті домінують кварц і польові шпати. Плазма гумусо-глиниста, однорідна по всій площині шліфа, анізотропна з крапчастим світлінням. Площа видимої поверхні пор у верхніх горизонтах ґрунтового профілю значна (40–65%). Пори округлої та подовженої правильної форми. У порах зустрічаються викиди дрібних безхребетних (50%). Із глибиною ґрунтового розрізу площа видимих пор зменшується разом з агрегованістю. Корельюючи з мікроморфологічними характеристиками, водостійкість структурних агрегатів досягає дуже великих (80%) показників у верхніх горизонтах ґрунтового розрізу, знижуючись із глибиною.

Ключові слова: байрак; ґрунт; структура; агрегованість; мікроморфологія.

Micromorphological and physical properties of southern ravine soils in Dnipropetrovsk region

K.M. Bozhko

Oles' Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

The article contains the results of determination of physical and micromorphological properties of soils under natural ravine vegetation in the southern part of Dnipropetrovsk region. The value of ravine forests for the steppe zone of Ukraine is analyzed, and the methods of investigation are shown. Forest typology characteristics of the vegetation stationary test areas, as well as macro- and micromorphological characteristic of the soil profile, structural condition of the soil, its aggregate composition, and water stability of aggregates, are determined. Soil-forming processes in ravine ecosystems of the southern variant in Dnipropetrovsk region are diagnosed. Micromorphological studies of soil in the intact state, as well as analysis of produced thin sections, revealed the high degree of aggregation of the upper (0–60 cm) soil horizons. Structure formation is of zoogenic origin. Large amount of soil aggregates of coprolite structure is clearly seen under the microscope. Well decomposed plant residues are visible in the aggregates. Soil over the entire area of the section is of dark brown, almost black color. This is due to the large amount (80%) of organic substances indicating the active processes of humification. Fine grained humus is represented by plenty of equally spaced bunches of humones. Humus is in mull form. Skeleton is composed of different sized minerals, with quartz and feldspars dominating in its structure. Plasma is of humus-clay type, uniform over the entire area of the section and anisotropic with point illumination. Visible pore surface area is significant (65%) in the upper layers of the soil profile. Pores feature round and oblong regular shape. Often (on 50% of the pore area) the outbreaks of small invertebrates are found. With the depth of the soil profile, visible pore area decreases, as well as the aggregation. While correlating with the micromorphological characteristics, water stability of the soil structural aggregates reaches very high (80%) indices in the upper horizons of the soil profile and gradually decreases with the soil profile depth. Active biogenic microstructure formation, defining significant aggregation and looseness of microstructure, was diagnosed.

Keywords: ravine; soil structure; aggregation; micromorphology

Вступ

Науковці різних країн світу широко досліджували морфологічні, фізичні властивості ґрунтів і ґрунтовірні процеси вченими. Китайські вчені вдосконалюють мікробіологічні та біохімічні системи оцінки якості ґрунтів (He et al., 2003), досліджують розподіл ртуті у підстильці та по ґрунтовому горизонту (Gong et al., 2014), динаміку хімічних і фізичних властивостей ґрунтів північного Китаю (Huang et al., 2007), еволюцію властивостей піщаних ґрунтів (Zhenghu et al., 2004), викиди CO_2 на різних типах ґрунтів напівпустельних лесових плато (Shi et al., 2014), вплив типів рослинності на характеристики ґрунтів лесових пагорбкових місцевостей (Zhao et al., 2013), динаміку вуглецю у ґрунті під час опустелювання (Feng et al., 2002). Німецькі вчені досліджують зв'язок макропор ґрунту та його гідрологічні властивості (Badorreck et al., 2013; Vogner et al., 2014). Англійські науковці дають кількісну оцінку ґрунтового органічного вуглецю різних типів землекористування східних Гімалаїв (Dojji et al., 2014). Бразильські вчені досліджують кількість органічного вуглецю, сполук *Fe*, вилугованість, фізичні та хімічні властивості ґрунтів у разі лісовідновлення з *Pinus sp.* (Zinn et al., 2014), морфологічні, мінералогічні та мікроморфологічні властивості ґрунтів прибережних північно-східних рівнин Бразилії (Silva et al., 2012), дощових черв'як як показник якості ґрунту в бразильських системах обробки ґрунту (Bartz et al., 2013). Проблеми рекультивации ґрунтів Південно-Східної Аляски після зсувів досліджували вчені США (Adams and Sidle, 1987). Іранські науковці досліджують фізико-хімічні, мінералогічні та мікроморфологічні зміни ґрунту, пов'язані з процесами опустелювання (Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2012), процеси ґрунтоутворення в лесових ґрунтах Північно-Східного Ірану. Французькі дослідники вивчають кількісний агрегатний склад зразків ґрунту у непорушеному стані на ранніх стадіях ґрунтоутворення шляхом сканування ґрунтових шліфів (Jangozzo et al., 2013), вторинне накопичення $CaCO_3$ у ґрунтах Європейського лесового поясу (Vecze-Deák et al., 1997), кальцій-магнієве вапнування та закислення лісових ґрунтів: вплив на гумус, морфологію та функціонування (Rizvi et al., 2012). Бельгійські вчені застосовують метод мікроморфології ґрунтів під час палеогеологічних досліджень (Devos et al., 2013). Австралійці визначають роль методу мікроморфології ґрунтів як ключового в дослідженнях генезису глинистих мінералів (Churchman, 2013). Ще багато цікавих досліджень учених всього світу варті уваги: питання агрегації ґрунтів і стабілізації органічного вуглецю після ерозії (Wang, 2014), стабілізація *N* в органічно-мінеральних фракціях ґрунту після довгих літніх посух (Bimüller et al., 2014), контроль за мінеральним складом кругообігу та розвитку органічних речовин (Pronk et al., 2013), органічний склад ґрунтових горизонтів під широколистяними лісами (Vancampenhout et al., 2012), зв'язок мікроорганізмів із водостійкістю ґрунтових агрегатів у розкладених рослинних залишках (Le Guillou et al., 2012).

Крім зазначених досліджень, велась робота із класифікації ґрунтів. Румунські вчені, для забезпечення сучасної термінології ґрунтів, досліджують аспекти кореляції румунської системи таксономії ґрунтів (Secu et al., 2008). Ведуться роботи зі словацької системи класифікації та кореляції ґрунтів (Sobocka, 2008), кореляції австрійської класифікації ґрунтів (Nestroy, 2008).

Дніпропетровська школа ґрунтознавців багато років вивчає комплекс властивостей, характер ґрунтоутворення та генезис ґрунтів південного сходу України (Belgard, 1977; Bilova and Travleev, 1999).

Розорані під сільське господарство землі в Україні становлять 81%. Великий рівень розораності спричинює ерозію ґрунтів, щорічні втрати чорноземів. Лісові насадження мають багатофункціональні властивості. Вони припиняють негативний вплив сухих вітрів, перетворюють поверхневий стік води на глибинний, поліпшують родючість ґрунтів (Bilova, 1997). Відіграючи роль найпотужнішого фактора боротьби з ерозією ґрунту, захисні штучні лісові насадження мають велике значення для екологічної та аграрної стабільності України. Наші висновки збігаються з висновками іспанських і французьких учених, які вважають найбільш вдалим вирішенням хімічних, токсикологічних і екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням ґрунтів шляхом, саме фітостабілізацію (Epelde et al., 2014; Nsanganwimana 2014).

Завдяки різноманіттю геоморфології в межах степової зони України маємо ряд місцезнаходжень (балки), де розташовані природні байрачні ліси, які перебувають тут в умовах своєї екологічної відповідності (Belgard, 1971). Ліси у степу формуються в долинах річок, на пристінах, у балках і ярах вододілів. Важливий внесок у науку зробив О.Л. Бельгард, створивши типологію природних і штучних лісів. Значне місце вчений надає байрачним лісам, оскільки вони – давні екосистеми, які мають суттєве значення для збереження біологічного різноманіття лісових екосистем степової зони, а також слугують прикладом у створенні штучних лісів та лісосмуг.

Про давність виникнення байрачних лісів у Степу говорять такі факти як відсутність кротовин (на відміну від степових біогеоценозів), наявність старих ходів коріння відмерлих дерев, добре сформований специфічний еловіально-іловіальний ґрунтовий профіль та інші (Bilova, 1997; Bilova and Travleev, 1999).

У залісненій балці зосереджені ґрунти, які характеризуються унікальними екологічними, зокрема мікрокліматичними особливостями ґрунтовірних процесів. Пониження рельєфу створюють умови, які сприяють накопиченню вологи у ґрунті, зменшенню негативного впливу теплового фактора. Результати численних багаторічних досліджень ґрунтів степової зони України свідчать, що:

1) оптимізація мікроструктурної організації чорноземних ґрунтів відображається у збільшенні агрегованості, пористості, пухкості мікроструктури, спостерігається у ряду «чорнозем звичайний – чорнозем звичайний лісополіпшений – байрачні чорноземи» (Bilova, 1997);

2) коефіцієнт структурності (К) характеризується відношенням ґрунтових агрегатів, розміром 0,25–8,00 мм до суми агрегатів дрібніших 0,25 мм та крупніших 8,00 мм, вищий у байрачних ґрунтах, ніж в інших підтипах чорноземів (Bilova, Travleev, 1999);

3) водостійкість, найпродуктивніших для чорноземів ґрунтових агрегатів, розміром 0,25, 0,50 та 1,00 мм, теж вища у байрачних чорноземах, порівняно з чорноземами звичайними (Bilova, 1997).

Матеріал і методи досліджень

Природні байрачні ліси південного варіанта на Дніпропетровщині виникли в умовах правобережного плато Дніпра. За приклад таких біогеоценозів обрано урочище Військове (48° 10' 14" п. ш., 35° 10' 00" с. д.). Для проведення аналізів відібрано 84 зразки ґрунту, із них 13 – зразки у непорушеному стані для виготовлення мікроморфологічних шліфів.

Методологічний підхід досліджень базується на типологічних принципах, розроблених для лісів степової зони О.Л. Бельгардом (Belgard, 1971), і методологічних принципах екологічної мікроморфології ґрунтів, запропонованих Н.А. Біловою, А.П. Травлеєвим (Bilova and Travleev, 1997). Польові дослідження, геоботанічний опис, біоекологічна характеристика флори виконані на основі загально визнаних методів і підходів. Мікроморфологічна структура ґрунтів вивчена методами, розробленими О.І. Парфьоновою та К.А. Яриловою (Parfyonova and Yarilova, 1977), С.А. Шобою (Shoba, 1981). Прозорі шліфи виготовляли методом О.Ф. Мочалової (Mochalova, 1956), у розшифруванні застосовували «Методическое руководство по микроморфологии почв» за редакцією Г.В. Добровольського (Dobrovolskiy, 1983). Визначення агрегатного складу проводили методом сухого просіювання зразків ґрунту крізь сита. При цьому кожний ґрунтовий профіль поділяли на 10 зон по 10 см і відбирали проби ґрунту згори вниз. Коефіцієнт структурності визначали за І.Б. Ревутом (Revut, 1964): $K = C/B$, де C – кількість структурних окремоостей, розміром 0,25–8 мм, B – сума окремоостей, більших 8 мм, і пилюватих окремоостей, дрібніших 0,25 мм; аналіз на водостійкість структурних агрегатів виконано за М.Є. Бекаревичем та М.В. Кречуном (Bekarevich and Krechun, 1964). Для виявлення залежності між двома фізичними властивостями використано біометричний кореляційний метод.

Результати та їх обговорення

Пробна ділянка закладена у нижній третині схилу 25° північної експозиції на відстані 5 м від тальвегу балки. Умови зволоження – атмосферно-транзитні притічно-відтічні. Тип лісового біогеоценозу – пакленова діброва з яглицею звичайною та купиною багатоквітковою. Склад деревостану: 80% – *Quercus robur* L., 20% – *Acer campestre* L. Зімкненість крон – 0,9. Ґрунт – чорнозем лісовий на лесових суглинках.

Горизонт 0–8 см. Темно-сірий, майже чорний свіжий елювіальний горіхувато-зернистої структури пухкий

корененасичений суглинистий ґрунт, перехід мало помітний. Чорно-буре забарвлення мікроморфологічного шліфа однорідне по всій поверхні. Колір зумовлений високим вмістом органічних сполук. Дуже добре агрегований пухкий горизонт. Агрегати, здебільшого, правильної форми, зазвичай представлені викидами дощових черв'їв (рис. 1 а). У них органічна речовина представлена добре переробленими та розкладеними рослинними залишками. Мікроскладення здебільшого агрегованого та, подекуди, губчастого типу, залежно від мікрозони ґрунтового шліфа. Елементарна мікробудова плазмово-пилюватого типу (рис. 1 з). Скелет представлений мінералами різного розміру (рис. 1 е). У скелеті домінують кварц і польові шпати. Плазма гумусоглиниста, однорідна по всій площині шліфа, анізотропна з крапчастим світінням (рис. 1 б). Рослинні залишки різного ступеня розкладеності (рис. 1 д). Тонкодисперсний гумус представлений великою кількістю рівномірно розташованих згустків гумонів. Форма гумусу – муль. Площа видимої поверхні пор значна (40–55% залежно від мікрозони шліфа). Пори округлої та подовженої правильної форми. У порах зустрічаються викиди дрібних безхребетних (рис. 1 а).

Горизонт 8–48 см. Темно-сірий, майже чорний свіжий горіхувато-дрібнозернистий карбонатний пухкий суглинок. Скипання карбонатів від *HCl* – на глибині 23 см. Перехід поступовий.

У скелеті домінують кварц і польові шпати, мінерали різного розміру (рис. 1 е). Мікроскладення здебільшого губчастого типу (рис. 2 в). Елементарна мікробудова плазмово-пилюватого типу (рис. 2 з). Плазма гумусоглиниста, однорідна по всій площині шліфа, анізотропна з крапчастим світінням (рис. 2 б). Рослинні залишки різного ступеня розкладеності: від свіжих до слабко розкладених. Площа видимої поверхні пор помітно менша.

Горизонт 48–76 см. Темно-сірий, майже чорний свіжий горіхувато-дрібнозернистий пухкий карбонатний суглинок. Мікроскладення здебільшого губчастого типу. Елементарна мікробудова плазмово-пилюватого типу.

Скелет представлений мінералами різного розміру. У скелеті домінують кварц і польові шпати. Плазма карбонатно-гумусоглиниста, однорідна по всій площині шліфа, анізотропна з крапчастим світінням. Рослинні залишки різного ступеня розкладеності. Тонкодисперсний гумус представлений великою кількістю рівномірно розташованих згустків гумонів. Форма гумусу – муль. Площа видимої поверхні пор значно менша. Пори подовженої форми та пори-тріщини.

Ph 76–110 см. Темно-сірий, колір поступово світлішає, гумусований свіжий дрібнозернистий суглинистий карбонатний щільнішої структури. Перехід поступовий.

Коефіцієнт структурності (К) зменшується зі збільшенням глибини горизонту (табл. 1). Максимальне його значення – у горизонті 10–20 см (12,2), мінімальне – у горизонті 50–60 см (0,19). Сума агрегатів розміром 0,5–2,0 мм зменшується зі збільшенням глибини горизонту. Найбільше значення даного показника – у горизонті 10–20 см (82,9%), найменше – у горизонті 50–60 см (12,5%).

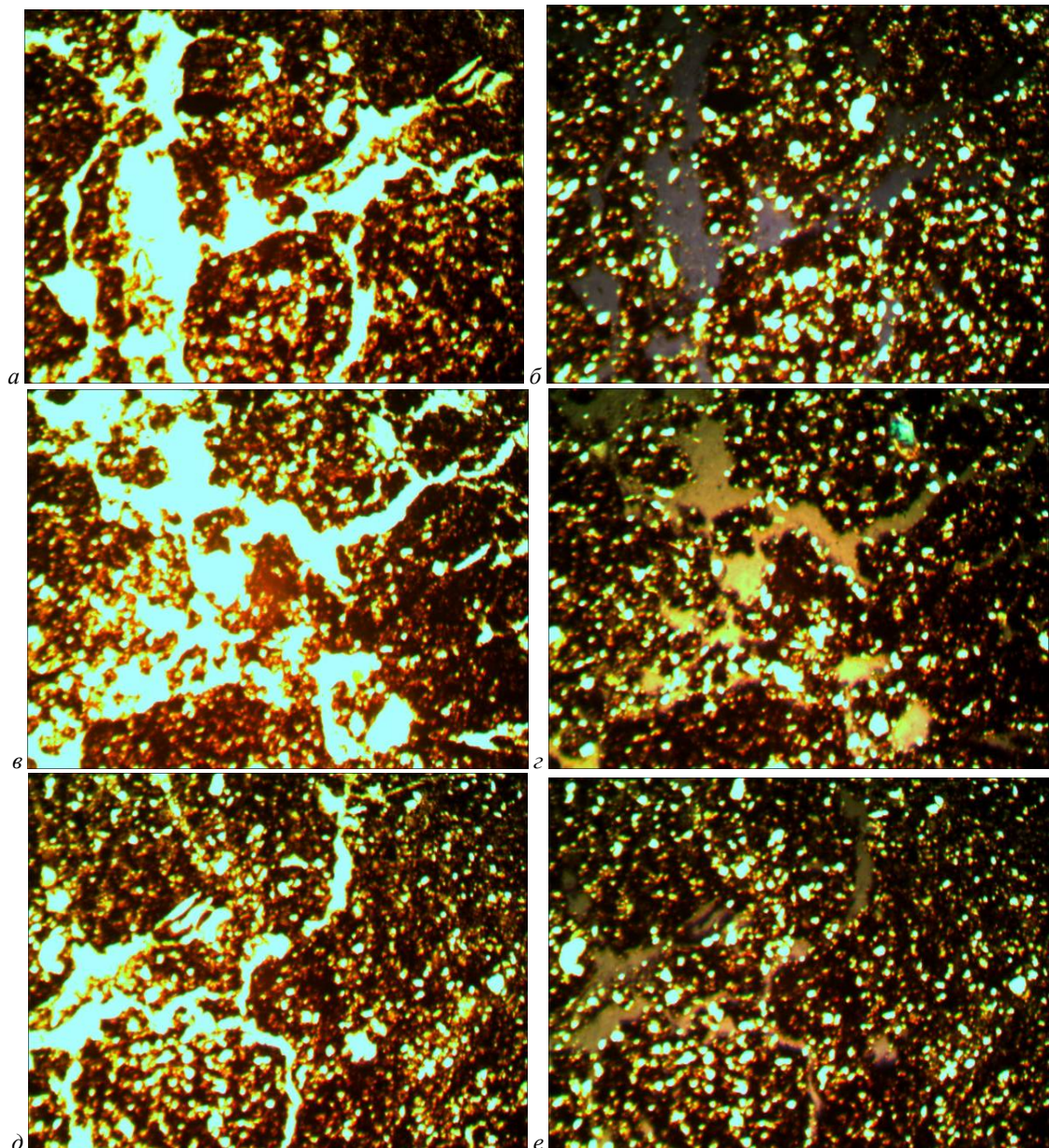


Рис. 1. Мікроморфологічна будова ґрунтів південних байраків Дніпропетровської області (0–8 см, х60):
a – ніколи паралельні, капроліт у поровому просторі, рослинні залишки; *б* – ніколи схрещені, гумусо-глиниста анізотропна плазма; *в* – ніколи паралельні, мікроскладення пухкого типу; *г* – ніколи схрещені, елементарна плазмово-пилувата мікробудова; *д* – ніколи паралельні, пори, скелет, рослинні залишки; *е* – ніколи схрещені, пори, скелет

Таблиця 1

Агрегатний склад (%) ґрунтів південних байраків Дніпропетровської області

Горизонт, см	Розмір агрегатних фракцій, мм							<i>J</i> , %	<i>C</i> , %	<i>B</i> , %	<i>K</i>
	16–8	8–4	4–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25				
0–10	5,04	4,46	30,09	11,14	4,28	4,27	40,72	45,5	54,3	45,8	1,19
10–20	5,30	4,63	23,89	45,68	13,33	4,88	2,29	82,9	92,42	7,58	12,25
20–30	8,63	8,51	25,96	42,62	8,26	3,43	2,59	76,8	88,8	11,2	7,91
30–40	21,95	7,56	23,66	34,11	7,55	2,92	2,28	65,3	75,8	24,2	3,13
40–50	21,81	8,80	19,59	30,40	8,13	3,31	7,97	58,1	70,2	29,8	2,36
50–60	83,28	2,50	4,68	5,96	1,86	1,10	0,68	12,5	16,0	84,0	0,19
60–70	57,47	5,85	13,73	16,02	4,00	1,42	1,52	33,8	41,0	59,0	0,70
70–80	36,38	8,54	19,23	24,55	6,17	2,82	2,32	50,0	61,3	38,7	1,58
80–90	63,80	5,60	9,84	12,92	4,17	1,70	1,99	26,9	34,2	65,8	0,52
90–100	42,96	8,76	16,64	2,12	5,92	2,44	21,17	24,7	35,9	64,1	0,56

Примітки: *J* – сума ґрунтових агрегатів розміром 0,5–2,0 мм, *C* – сума ґрунтових агрегатів розміром 0,25–8,0 мм, *B* – сума ґрунтових агрегатів, дрібніших 0,25 мм та більших 8,0 мм, *K* – коефіцієнт структурності, що виражається відношенням *C/B*; дослідження проводили у 3-разовій повторності.

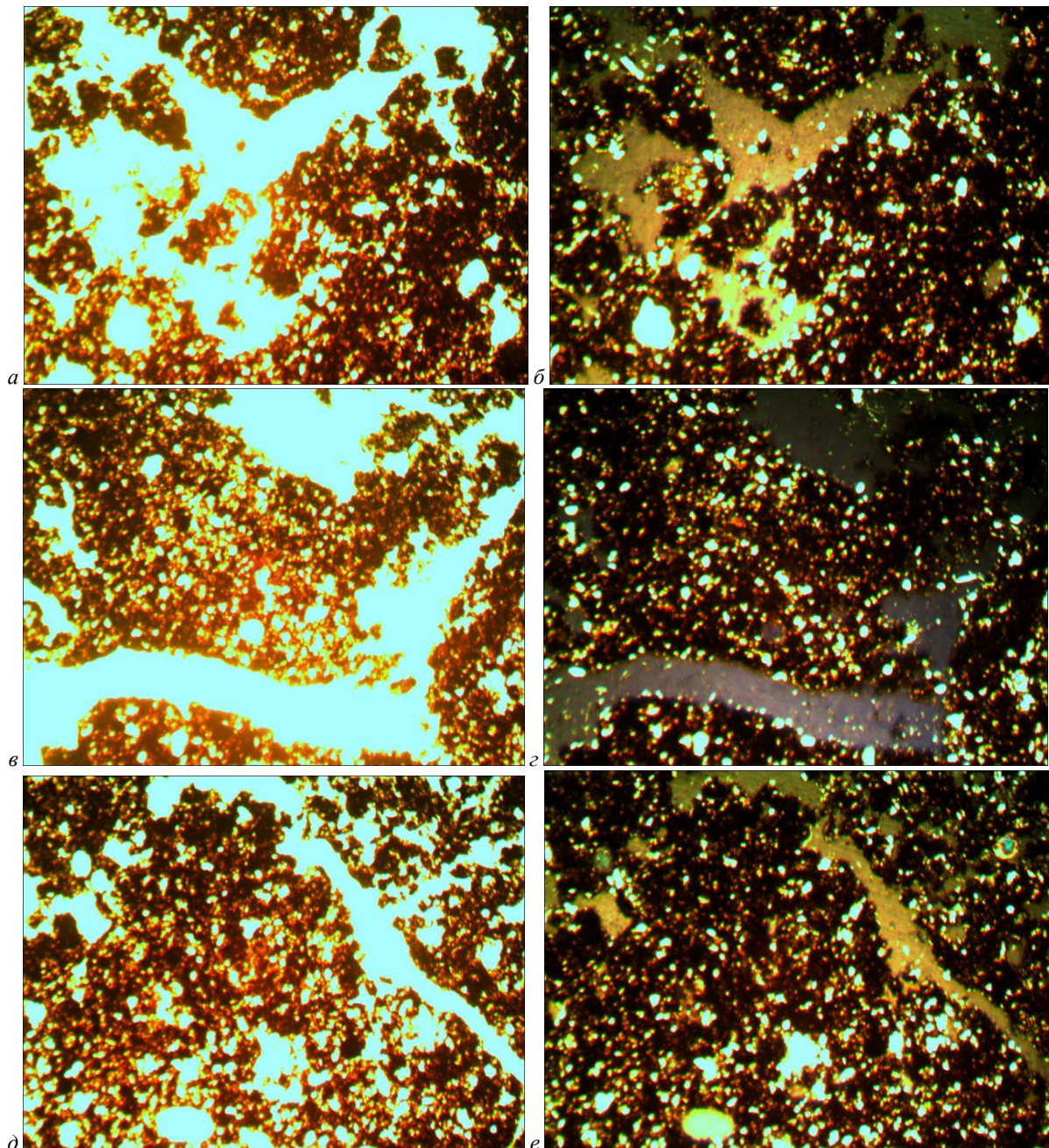


Рис. 2. Мікроморфологічна будова ґрунтів південних байраків Дніпропетровської області (8–48 см, х60):
a – ніколі паралельні, мікроскладення губчатого типу, рослинні залишки; *б* – ніколі схрещені, гумусо-глиниста анізотропна плазма; *в* – ніколі паралельні, мікроскладення губчатого типу; *г* – ніколі схрещені, елементарна плазмово-пилувата мікробудова; *д* – ніколі паралельні, пори, скелет, рослинні залишки; *е* – ніколі схрещені, пори, скелет

Показник водостійкості ґрунтових агрегатів зменшується зі збільшенням глибини горизонту. Максимального значення (88,0%) набуває у горизонті 0–10 см (фракція 0,25–0,50 мм), мінімального (20,9%) – у горизонті 90–100 см (фракція 0,50–1,00 мм). У фракціях 0,25–0,50 мм значення показника найбільші. Агрегованість ґрунтів підвищується від чорноземів звичайних до чорноземів байрачних лісів. Коефіцієнт структурності у байраках досягає 12,3% порівняно з 2,4% у чорноземах звичайних степових. Сума агрегатів 0,5–2,0 мм становить 82,0 та 17,0% відповідно. Водостійкість ґрунтових агрегатів байрачних чорноземів становить 88,0%, на відміну від чорноземів звичайних степових (70,0%). Результати наших досліджень подібні до результатів досліджень

зарубіжних авторів. Іранські вчені (Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2012), досліджуючи фізико-хімічні, мінералогічні та мікроморфологічні властивості ґрунтів пустельних, напівпустельних і непустельних місцевостей, отримали такі результати. Комплекс показників ґрунтів підвищується від пустельних до непустельних місцевостей, при цьому мінералогічний склад усіх зразків ґрунту приблизно однаковий, а за механічним складом непустельних ґрунтів переважають піщані фракції (це зумовлює кращий дренаж), у пустельних ґрунтах – мулисті фракції. Результати мікроморфологічного аналізу вказують на те, що ґрунти непустельних місцевостей мають зернисту мікроструктуру, імовірно, через високий вміст органічних сполук.

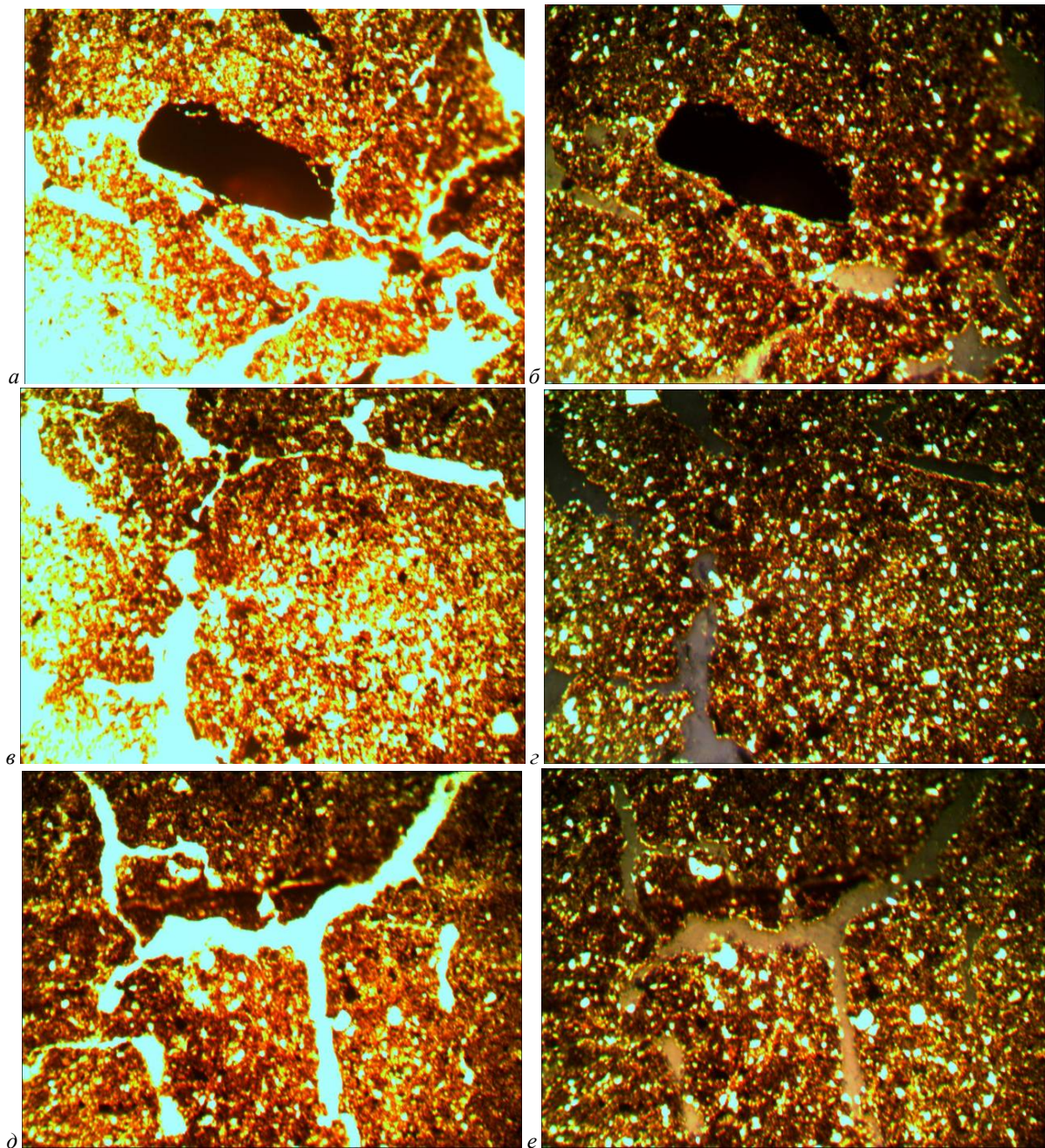


Рис. 3. Мікроморфологічна будова ґрунтів південних байраків Дніпропетровської області (48–76 см, х60):
a – ніколи паралельні, вуглеподібні частини, пори різної форми; *б* – ніколи схрещені, вуглеподібні частини, анізотропний скелет; *в* – ніколи паралельні, мікроскладення губчастого типу; *г* – ніколи схрещені, елементарна плазмово-пилувата мікробудова; *д* – ніколи паралельні, пори неправильної подовженої форми; *е* – ніколи схрещені, пори, скелет

Таблиця 2

Водостійкість структурних агрегатів ґрунтів південних байраків Дніпропетровської області

Горизонт, см	Фракція, мм	Агрегатний склад (%) за результатами промивання			Сума всіх агрегатів, %
		1,00	0,50	0,25	
1	2	3	4	5	6
0–10	1,00–2,00	45,01	3,61	2,90	51,52
	0,50–1,00	14,01	29,30	1,03	44,34
	0,25–0,50	28,60	52,92	26,98	88,01
10–20	1,00–2,00	4,22	12,04	12,04	28,30
	0,50–1,00	2,04	45,41	19,92	67,37
	0,25–0,50	23,93	14,31	56,23	84,20
20–30	1,00–2,00	23,93	32,12	1,25	57,30
	0,50–1,00	0,75	6,80	41,58	49,13
	0,25–0,50	44,91	20,92	2,99	68,82

1	2	3	4	5	6
30–40	1,00–2,00	8,88	29,46	16,19	54,53
	0,50–1,00	3,68	23,26	30,06	57,00
	0,25–0,50	11,50	17,05	27,82	56,37
40–50	1,00–2,00	24,84	8,55	2,13	35,52
	0,50–1,00	23,37	9,22	9,22	41,81
	0,25–0,50	3,19	17,57	33,50	54,26
50–60	1,00–2,00	2,80	18,30	24,60	45,70
	0,50–1,00	11,20	24,48	18,90	54,58
	0,25–0,50	33,80	4,78	8,02	46,60
60–70	1,00–2,00	5,40	29,70	5,40	40,50
	0,50–1,00	19,50	2,88	31,70	54,08
	0,25–0,50	1,73	42,30	1,53	45,56
70–80	1,00–2,00	11,40	11,81	8,55	31,76
	0,50–1,00	18,63	5,67	12,15	36,45
	0,25–0,50	26,59	17,93	5,67	50,19
80–90	1,00–2,00	26,00	20,67	3,15	49,82
	0,50–1,00	17,26	21,20	6,67	45,13
	0,25–0,50	0,28	8,41	22,08	30,77
90–100	1,00–2,00	29,29	2,46	1,87	33,62
	0,50–1,00	15,20	5,06	0,60	20,86
	0,25–0,50	1,54	13,69	15,41	30,64

Примітка: для аналізу брали агрегати 0,25–1,00 мм як найпродуктивніші для чорноземних ґрунтів.

Висновки

Еколого-мікроморфологічні дослідження виявили високий ступінь агрегованості верхніх горизонтів ґрунтового профілю. Характер структуроутворення має зоогенне походження. Агрегати здебільшого копролітового характеру містять добре перероблені рослинні залишки. Темно-бурий, майже чорний колір по всій площі мікроморфологічного шліфа зумовлений великою кількістю органічних сполук, що вказує на активні процеси гуміфікації. Тонкодисперсний гумус представлений великою кількістю рівномірно розташованих згустків гумонів. Форма гумусу – муль. Площа видимої поверхні пор у верхніх горизонтах ґрунтового профілю значна (40–65%). Пори округляються та видовженої форми. Зазвичай у порах зустрічаються викиди дрібних безхребетних. Із глибиною ґрунтового розрізу площа видимих пор зменшується разом з агрегованістю. Корелюючи з мікроморфологічними характеристиками, водостійкість структурних агрегатів досягає максимуму у верхніх горизонтах ґрунтового розрізу, знижуючись із глибиною. Узагалі байрачні ґрунти характеризуються активним біогенним мікροструктуроутворенням, результатом якого є значна агрегованість і пухкість мікροструктури.

Бібліографічні посилання

- Adams, P.W., Sidle, R.C., 1987. Soil conditions in three recent landslides in Southeast Alaska. *Forest Ecol. Manag.* 18, 93–102.
- Badorreck, A., Gerke, H.H., Hüttl, R.F., 2013. Morphology of physical soil crusts and infiltration patterns in an artificial catchment. *Soil Tillage Res.* 129, 1–8.
- Bartz, M.L.C., Pasini, A., Gardner Brown, G., 2013. Earthworms as soil quality indicators in Brazilian no-tillage systems. *Appl. Soil Ecol.* 69, 39–48.
- Becze-Deák, J., Langohr, R., Verrecchia, E.P., 1997. Small scale secondary $CaCO_3$ accumulations in selected sections of the

- European loess belt. Morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction. *Geoderma* 76(3–4), 221–252.
- Bekarevich, N.E., Krechun, Z.A., 1964. Vodoprochnost' pochvennoy strukturi i opredelenie eyo metodom agregatnogo analiza. Metodika issledovaniy v oblasti fiziki pochv [The water-soil structure and its determination by analysis of aggregate. Methods of research in the field of soil physics] 132–164 (in Russian).
- Belgard, A.L., 1971. Stepnoe lesovedenie [Steppe Forestry]. *Lesnaya promishlennost'*, Moscow (in Russian).
- Bilova, N.A., 1997. Ekologiya, mikromorfologiya, antropogenez lesnih pochv stepnoy zoni Ukraini [Ecology, micromorphology, anthropogenez of forest soils of the steppe zone of Ukraine]. Dnepropetrovsk University Press, Dnepropetrovsk (in Russian).
- Bilova, N.A., Travleev, A.P., 1999. Estestvennie lesa i stepnie pochvi [Natural forest and grassland soils]. Dnepropetrovsk University Press, Dnepropetrovsk (in Russian).
- Bimüller, C., Dannenmann, M., Tejedor, J., Margit von Lütow, Buegger, F., Meier, R., Haug, S., Schroll, R., Kögel-Knabner, I., 2014. Prolonged summer droughts retard soil N processing and stabilization in organomineral fractions. *Soil Biol. Biochem.* 68, 241–251.
- Bogner, C., Bauer, F., Trancón y Widemann, B., Viñan, P., Balcazar, L., Huwe, B., 2014. Quantifying the morphology of flow patterns in landslide-affected and unaffected soils. *J. Hydrol.* 511, 460–473.
- Churchman, G.J., 2013. The key role of micromorphology in studies of the genesis of clay minerals and their associations in soils and its relevance to advances in the philosophy of soil science. *Turk. J. Earth Sci.* 22, 376–390.
- Devos, Y., Wouters, B., Vrydaghs, L., Tys, D., Bellens, T., Schryvers, A., 2013. A soil micromorphological study on the origins of the early medieval trading centre of Antwerp (Belgium). *Quat. Int.* 315, 167–183.
- Dobrovolskiy, G.V., 1983. Metodicheskoe rukovodstvo po mikromorfologii pochv [Methodological guidance on soil micromorphology]. Moscow (in Russian).
- Dorji, T., Odeh, I.O.A., Field, D.J., Baillie, I.C., 2014. Digital soil mapping of soil organic carbon stocks under different

- land use and land cover types in montane ecosystems, Eastern Himalayas. *Forest Ecol. Manag.* 318, 91–102.
- Epelde, L., Becerril, J.M., Alkorta, I., Garbisu, C., 2014. Adaptive long-term monitoring of soil health in metal phytostabilization: Ecological attributes and ecosystem services based on soil microbial parameters. *Int. J. Phytoremediation* 16, 971–981.
- Feng, Q., Endo, K.N., Guodong, C., 2002. Soil carbon in desertified land in relation to site characteristics. *Geoderma* 106, 21–43.
- Gong, P., Wang, X.-P., Xue, Y.-G., Xu, B.-Q., Yao, T.-D., 2014. Mercury distribution in the foliage and soil profiles of the Tibetan forest: Processes and implications for regional cycling. *Environ. Pollut.* 188, 94–101.
- He, Z.L., Yang, X.E., Baligar, V.C., Calvert, D.V., 2003. Microbiological and biochemical indexing systems for assessing quality of acid soils. *Adv. Agron.* 78, 89–138.
- Huang, D., Wang, K., Wu, W.L., 2007. Dynamics of soil physical and chemical properties and vegetation succession characteristics during grassland desertification under sheep grazing in an agro-pastoral transition zone in Northern China. *J. Arid Environ.* 70, 120–136.
- Jangorzo, N.S., Schwartz, C., Watteau, F., 2013. Image analysis of soil thin sections for a non-destructive quantification of aggregation in the early stages of pedogenesis. *Eur. J. Soil Sci.* doi: 10.1111/ejss.12110.
- Khormali, F., Ghergherechi, S., Kehl, M., Ayoubi, S., 2012. Soil formation in loess-derived soils along a subhumid to humid climate gradient, Northeastern Iran. *Geoderma* 179–180, 113–122.
- Le Guillou, C., Angers, D.A., Maron, P.A., Leterme, P., Menaséri-Aubry, S., 2012. Linking microbial community to soil water-stable aggregation during crop residue decomposition. *Soil Biol. Biochem.* 50, 126–133.
- Mochalova, E.F., 1956. Ispol'zovanie shlifov is pochv [Making thin sections of undisturbed soil with structure]. *Pochvovedenie* 10, 6–38 (in Russian).
- Nestroy, O., 2008. Correlations of the Austrian Soil Classification 2000 with the WRB 2006. *Soil Sci.* 9(13), 174–176.
- Nsanganwimana, F., Marchand, L., Douay, F., Mench, M., 2014. *Arundo donax* L., a Candidate for phytomanaging water and soils contaminated by trace elements and producing plant-based feedstock. A review. *Int. J. Phytoremediation* 16, 982–1017.
- Parfyonova, E.I., Yarılova, Y.A., 1977. Rukovodstvo k mikromorfologicheskim issledovaniyam v pochvovedenii [Guide to micromorphological studies in soil science]. Neuka, Moscow (in Russian).
- Pronk, G.J., Heister, K., Kögel-Knabner, I., 2013. Is turnover and development of organic matter controlled by mineral composition? *Soil Biol. Biochem.* 67, 235–244.
- Ramezani-pour, H., Pourmasoumi, M., 2012. Micromorphological aspects of two forest soils development derived from igneous rocks in Lahijan, Iran. *J. Mt. Sci.* 9, 646–655.
- Revut, I.B., 1965. Pochva o sebe (Sovremenniy vzglyad na mehanicheskiy sostav i strukturu pochvi) [Soil about yourself (modern view on the mechanical composition and structure of the soil)]. Znanije, Moscow (in Russian).
- Rizvi, S.H., Gauquelin, T., Gers, C., Guérol, F., Pagnout, C., Baldy, V., 2012. Calcium-magnesium liming of acidified forested catchments: Effects on humus morphology and functioning. *Appl. Soil Ecol.* 62, 81–87.
- Secu, C.V., Patriche, C., Vasiliniuc, I., 2008. Aspects regarding the correlation of the Romanian Soil Taxonomy System (2003) with WRB (2006). *Soil Sci.* 9(13), 56–62.
- Shi, W.-Y., Yan, M.-J., Zhang, J.-G., Guan, J.-H., Du, S., 2014. Soil CO₂ emissions from five different types of land use on the semiarid Loess Plateau of China, with emphasis on the contribution of winter soil respiration. *Atmos. Environ.* 88, 74–82.
- Shoba, S.A., 1981. Mikrofotometriya shlifov pochv [Microphotometry of thin soil]. *Vestnik Moskovskogo Universiteta* 3, 11–18.
- Silva, E.A., Gomes, J.B.V., Filho, J.C.A., Vidal-Torrado, P., Cooper, M., Curi, N., 2012. Morphology, mineralogy and micromorphology of soils associated to summit depressions of the Northeastern Brazilian coastal plains. *Cienc. Agrotecnol.* 36, 507–517.
- Sobocka, J., 2008. Position of technosols in the Slovak Soil Classification system and their correlation. *Soil Sci.* 9(13), 177–182.
- Taghizadeh-Mehrjardi, R., Akbarzadeh, A., 2014. Soil physico-chemical, mineralogical, and micromorphological changes due to desertification processes in Yazd region, Iran. *Arch. Agron. Soil Sci.* 60, 487–506.
- Vancampenhout, K., De Vos, B., Wouters, K., Swennen, R., Buurman, P., Deckers, J., 2012. Organic matter of subsoil horizons under broadleaved forest: Highly processed or labile and plant-derived? *Soil Biol. Biochem.* 50, 40–46.
- Wang, X., Erik, L.H., Cammeraat, C.C., Kalbitz, K., 2014. Soil aggregation and the stabilization of organic carbon as affected by erosion and deposition. *Soil Biol. Biochem.* 72, 55–65.
- Zhao, T., Yan, H., Jiang, Y.L., Huang, Y.M., An, S.S., 2013. Effects of vegetation types on soil microbial biomass C, N, P on the Loess Hilly Area. *Acta Ecol. Sin.* 33, 5615–5622.
- Zhenghu, D., Honglang, X., Xinrong, L., Zhibao, D., Gang, W., 2004. Evolution of soil properties on stabilized sands in the Tengger Desert, China. *Geomorphology* 59, 237–246.
- Zinn, Y.L., Guerra, A.R., Silva, C.A., Faria, J.A., Silva, T.A.C., 2014. Soil organic carbon and morphology as affected by pine plantation establishment in Minas Gerais, Brazil. *Forest Ecol. Manag.* 318, 261–269.
- Zúñiga, M.C., Feijoo, A.M., Quintero, H., Aldana, N.J., Carvajal, A.F., 2013. Farmers' perceptions of earthworms and their role in soil. *Appl. Soil Ecol.* 69, 61–68.

Надійшла до редколегії 12.04.2014