
THEORETICAL AND PRACTICAL ISSUES OF SOIL SCIENCE



Y. M. Dmytruk  Dr. Sci. (Biol.), Professor

UDK 546.34: 631.416

*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
Kotsubinsky Str., 2, Chernivtsi, Ukraine, 58012*


ECOLOGICAL-EVOLUTIONARY ANALYSIS OF LITHIUM CONTENT IN SOILS

Abstract. The point is that investigation of geochemistry and behavior of Lithium in Ukraine's soils is been rather exceptional. We have analyzed the content of Lithium in soils: modern and buried under the ramparts of various ages. The research territory includes Prut-Dniester and Prut-Siret interfluvial. Most often there are Phaeozems (Luvic Phaeozem, or Mollic Gleysol or Eutric Gleysol) and Chernozems (Luvic Chernozem or Chernic Chernozem). Buried soils are located directly near the modern background soils, so the differences between them are the result of evolution of the background soils during burial (the screening) after the construction of ramparts.

On the Podvirna site current landscapes are wood and meadow-steppe; in the past, subboreal stage, were probably closer to the steppe; buried soil – Chernozem typical with a little profile, in the modern of soil structure prevails Luvic Phaeozem. The sites Ridkivtsi and Grushivka are characterized forest landscapes and in the past on those areas dominated wood-meadow landscapes. At present prevailing types of soils are Phaeozems or Gleysol.

Soil samples have taken for the genetic horizons. After drying and preparing of soils in them had performed analytical determination of total content (Nitrate extract, followed by evaporation of hydrogen peroxide) of Lithium and its mobile forms (ammonium acetate-extract with pH = 4,8). The results of analyzes had processed by using statistical and mathematical testing based on the program «Statistica 6.0».

Our obtained results are indicating background of total Lithium content, which ranges from 8,70 to 33,5 mg·kg⁻¹ and its average amount was 22,3±6,01 mg·kg⁻¹; amplitude quantity of Lithium mobile forms is between 0,20 to 2,60 mg·kg⁻¹, with an average content of 0,60±0,57 mg·kg⁻¹. The mean of total Lithium content of all soils with buried soils in particular are decreased from Podvirna site (27,4 mg·kg⁻¹) to the site Ridkivtsi (22,8 and 26,3 mg·kg⁻¹, accordingly) and site Grushivka (20,0 and 19,1 mg·kg⁻¹, accordingly), while the number of mobile forms changed significantly from substantial Podvirne hospital (1,43 mg·kg⁻¹) to the hospital Grushivka (0,83 and 0,91 mg·kg⁻¹, respectively) and hospital Ridkivtsi (0,44 and 0,79 mg·kg⁻¹, appropriately). In the majority of background soils we had discovered humus-eluvial-illuvial redistribution, sometimes - eluvial-illuvial redistribution. It is important to know that we had not observed high Lithium content in the parent rock of soils (except for two sections of the site Ridkivtsi with discussion rather recognition of the parent rock of the profile). This is demonstrating the determining influence of pedogenesis on the redistribution of chemical elements in the of soils. Actually, Lithium has often accumulated in the

 Tel.: +38066-612-49-50, e-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua

DOI: 10.15421/041603

ISSN 1684-9094. Gruntoznavstvo. 2016. Vol. 17, no. 1-2

31

upper humus horizons (as a result of the impact of organic matter and of soil biota as a whole) or in the horizons of clay accumulation. To crown it all pedogenesis fundamentally has changing features of the vertical distribution of Lithium content. Concerning future research is necessity of application of isotopic analysis to identify the characteristics of different ages soils.

Keywords: *Lithium, soil, modern and buried, total content, mobile form, soil profile.*

УДК 546.34: 631.416 **Ю. М. Дмитрук** д-р биол. наук, проф.

*Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича,
ул. Коцюбинского, 2, г. Черновцы, Украина, 58012,
тел.: +38066-612-49-50, e-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua*

ЭКОЛОГО-ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ЛИТИЯ В ПОЧВАХ

Аннотация. Территория исследования включает Прут-Днестровское и Прут-Сиретское междуречья, где преобладают серые лесные почвы (включая светло-серые и темно-серые), а также черноземы оподзоленные. Погребенные под земляными валами разного возраста почвы размещены непосредственно на стационарах исследования: Грушивка, Ридкивцы и Подвирна. На предыдущем этапе эволюции здесь были близкие к степным условия, поэтому погребенная почва – чернозем типичный, тогда, как на стационарах Грушивка и Ридкивцы преобладали лесные и лесостепные ландшафты с соответствующими почвами. Аналитическое определение валовых форм лития проводили на основании азотной вытяжки, а подвижных форм – ацетатно-аммонийного буфера с pH=4,8. Полученные результаты свидетельствуют о фоновом количестве лития: валового – $22,3 \pm 6,01$ (от 8,70 до 33,5 мг/кг), подвижных форм – $0,60 \pm 0,57$ (от 0,20 до 2,60 мг/кг). Литий чаще аккумулируется в верхних гумусовых или в иллювиальных горизонтах. Ключевое влияние на профильное распределение лития имеют современные почвообразующие процессы.

Ключевые слова: *литий, почва, современная и погребенная, валовое содержание, содержание подвижных форм, почвенный профиль.*

УДК 546.34: 631.416 **Ю. М. Дмитрук** д-р біол. наук, проф.

*Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича,
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, Україна, 58012,
тел.: +38066-612-49-50, e-mail: y.dmytruk@chnu.edu.ua*

ЭКОЛОГО-ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ВМЕСТУ ЛИТИУ У ҐРУНТАХ

Анотация. Проведені еколого-еволюційні дослідження вмісту літію у різновікових ґрунтах. Дані про кількість цього металу у ґрунтах можуть застосовуватися не тільки для характеристики його геохімії, але й для індикації та реконструкції умов ґрунтогенезу на попередніх етапах еволюції. Як валовий вміст, так і кількість рухомих форм літію є фоновими ($22,3 \pm 6,01$; від 8,70 до 33,5 мг/кг – валовий вміст, рухомі форми – $0,60 \pm 0,57$; від 0,20 до 2,60 мг/кг). Профільний розподіл літію за генетичними горизонтами виявляє особливий вплив процесів ґрунтогенезу, а горизонтами накопичення цього металу є верхні гумусові та ілювіальні (з підвищеним вмістом мулу).

Ключові слова: *літій, ґрунт, сучасний фоновий та похований, валовий вміст, вміст рухомих форм, профіль ґрунту.*

ВСТУП

У наукових колах переважно думка, що зміни в ґрунтах у процесі планетарної динаміки клімату та відповідних перемін в біогеохімічних циклах відбуваються за двома основними напрямками – для біотичної (мікробіологічні процеси, динаміка органічної речовини, дихання ґрунтів, кругообіг метану та нітрогену) та для абіотичної (реакції адсорбції-десорбції, процесів вивітрювання, окислювально-відновних реакцій, фізичних пертурбацій) компоненти ґрунтів (Campbell et.al., 2009). Проведені в умовах

Гавайських островів на вулканічних породах та в умовах інтенсивного повітряного переносу з океану на суходіл дослідження показали, що літій, порівняно з деякими іншими металами, більше адсорбується поверхнею глини, а тому менш інтенсивніше вилуговується і затримується в ґрунті, асоціюючись із вторинними глинистими мінералами. Така його поведінка властива для аридних умов, водночас у вологому кліматі та при низьких значеннях рН інтенсивність втрат літію з ґрунтового профілю значно зростає, його кількість змінюється від 1 до 29 мг/кг (Huh et al., 2004). Якщо відкинути особливості вивітрювання залежно мінералогічного складу гірських порід та ізотопне фракціонування з часом, то головним процесом, який визначає кількість літію у ґрунтах, буде його вилуговування (втрати) з профілів. Tang Y-J. et al (2007) проаналізовано індикаторну роль літію для оцінки вивітрювання гірських порід в земній корі та їхнього колообігу в системі мантія – земна кора. Знову ж таки мова йде про особливості динаміки ізотопного складу цього металу, а не власне його валової кількості. Ізотопний склад та кількість літію безпосередньо залежать від ступеня вивітрювання, що взагалі, може слугувати підставою для дослідження індикаторної ролі цього хімічного елемента. Проте даних з використання літію для оцінки ступеня розвитку профілів ґрунтів на період 1000–2000 років не вистачає. Перспективним також може бути застосування не власне абсолютної кількості хімічних елементів, а коефіцієнтів (пропорцій) між окремими з них. Зокрема R. L. Rudnick et al. (2004) пропонує використовувати відношення Li/Al.

Внаслідок вивітрювання літій накопичується в глинистих мінералах, залізо-марганцевих півтораоксидах, фосфатовмісних породах, слюдах та смектитах, також адсорбується органічною речовиною. Вважають, що вміст літію у ґрунтах контролюється тими ж чинниками, що й генезис ґрунту, включно з вмістом у материнській породі. Профільний розподіл літію є результатом загальних трендів руху ґрунтових розчинів, а тому часто не прогнозованим. На початкових стадіях генезису ґрунтів літій мобільніший, вміст його рухомих фракцій вищий, а в процесі еволюції та формування зрілого профілю рухомість літію зменшується (Kabata-Pendias, 2011). Фоновий валовий вміст літію у ґрунтах змінюється від 13 до 28 мг/кг. Загалом в ґрунтах піщаного гранскладу його кількість менша (22 мг/кг), тоді як у важкоглинистих та карбонатних зростає до 53 і 56 мг/кг, відповідно. Мінімум кількості літію – в органічних ґрунтах (1,30 мг/кг), тобто органічна речовина не вважається визначальним чинником фіксації та утримання цього елемента. Кількість розчинного літію, екстрагованого 1 М NH₄Cl не перевищує 3–5 % від валового (Anderson et al., 1988). Середній валовий вміст літію у ґрунтах США – 33, Китаю – 35, а Венесуели – від 2 до 13,9 мг/кг. Кількість літію близька в ґрунтах (0,001–0,003 %, максимум – 0,008) та підґрунті (0,002–0,004, максимум – 0,007 %) але в останньому переважно вищий вміст цього елемента. У ґрунтах північної Греції вміст літію змінюється від 1,82 до 38,3 мг/кг, а його середня кількість становить 7,60 мг/кг (Papastergios et al., 2004). Обмінний літій чітко асоціюється з вмістом кальцію та магнію, а не з кислотністю, розчинними формами цинку та фосфору чи обмінними формами калію або натрію. Літій більш мобільний у ґрунтах, порівняно з основними елементами ґрунтового вбирного комплексу. Більш істотний вплив на кількість літію має гранулометричний склад, ніж органічна речовина, сума ввібраних основ чи кислотність. Загалом кількість літію в ґрунтах більше залежить від їх параметрів, ніж від складу материнської породи. Катіонний обмін і найперше специфічна адсорбція – важливі шляхи потрапляння цього елемента в ґрунт. Водорозчинні форми літію, які часто збагачують ґрунтові води внаслідок вилуговування, можуть сягати до 5 % від валового вмісту, а обмінні асоціюються здебільшого з кальцієм та магнієм (Aral, Vecchio-Sadus, 2008). Валова кількість літію в піщаних ґрунтах (Arenosols) складає 22 мг/кг (від 5 до 70 мг/кг), в підзолистих ґрунтах (Podzols) – 46 (від 2 до 130), в лісових ґрунтах (Cambisols) – 53 (від 9 до 175), в карбонатних ґрунтах (Calcisols) – 56 (від 6 до 105) та в органічних ґрунтах (Histosols) – 1,30 мг/кг (від 0,01 до 3,0 мг/кг).

Середній геометричний (1258 зразків) валовий вміст літію у верхніх 0–20 см ґрунтів США становив $20,0 \pm 1,80$ (Shacklette, Voerngen, 1984).

Отже, значення літію як для здоров'я людини, так і для потреб агровиробництва вельми важливе, проте його дослідження поодинокі та не системні. Науковий інтерес, крім традиційних підходів при вивченні мікроелементів у ґрунтах, становить дослідження індикаторних можливостей, найперше для реконструкції чинників ґрунтогенезу на певному етапі еволюції, саме цей аспект і є метою дослідження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Стаціонари, де проведені дослідження, розміщені в межах Західноукраїнського фізико-географічного краю на Прут-Сіретському (Грушівка) і Прут-Дністерському (Рідківці, Подвірна) межиріччях. Їх локалізація ув'язана з наявністю похованих ґрунтів і різними еколого-ландшафтними чинниками. Закладали розрізи ґрунтів денної поверхні – фонові та поховані під археологічними пам'ятками – земляними валами скіфського та ранньослов'янського етапів. На стаціонарі Подвірна умови лісолучно-степові, в минулому, суббореальному етапі, ймовірно, ближчі до степових; похований ґрунт – чорнозем типовий, короткопрофільний, у сучасній структурі ґрунтового покриву превалюють чорноземи опідзолені та вилуговані, а також темно-сірі лісові ґрунти. Стаціонари Грушівка та Рідківці характеризуються лісовими умовами, в минулому на цій території переважали лісо-лучні ландшафти, а на сьогодні переважаючими типами ґрунтів є сірі лісові. Зразки ґрунтів відбирали за генетичними горизонтами. Після висушування та підготовки в них проводили аналітичні визначення валового вмісту літію (азотнокисла витяжка з наступним випаровуванням пероксиду водню) і його рухомих форм (ацетатно-амонійний витяжка з $pH=4,8$). Результати аналізів опрацьовані статистично та з використанням математичного аналізу на основі програми «Statistica 6.0».

Стаціонар Грушівка. Фоновий розріз (Gr-1) закладений вниз по схилу ($4-5^\circ$) на північ від земляного валу (розріз Gr-2), приблизно в 90 м та близько 100 м в цьому ж напрямі від межі поле-ліс; рослинність лісова. Для цього розрізу характерна розтягнута середня частина профілю, те, що власне прийнято називати ілювіальними горизонтами; плавні зміни в нижній частині, де на глибині 135–140 см з'являються карбонати. Виділено горизонти (глибина в сантиметрах): N(e), 0–21 + NE(gl), 21–45 + I(h)mg1, 45–127 + Ipkg1, 127–135 + Pik(gl) 135–152 (видно).

Розріз Gr-2 (розкритий вал слов'янського часу розміщений на уступі схилу північної експозиції. Вал розкопували східцеподібними уступами, тому опис проводився в двох місцях; вал не такий потужний, як видається при першому погляді, насип складає близько 70 см, але приуроченість до природного уступу з ровом перед ним створюють загалом перепад висоти біля 300 см. За час існування валу (близько 1160 років) на його поверхні утворився слабозвинутий ґрунт, насичений артефактами, загальною потужністю близько 60 см (власне гумусовий, 10 см та гумусовий з артефактами, 22 см). Його будова: N (0–10) + N (артефакти), 10–29 + Np (артефакти), 29–59 + [N(e), 59–76] + [Ih, 76–94] + [(Ih)(gl), 94–147] + [IpGl, 147–180] + [Pimgl, 180–200, видно]. В місці перетину земляного валу дорогою закладено розріз Gr-3, в якому виділено горизонти: N+N (артефакти) (0–67) + PH (артефакти), 67–79 + [N(e), 79–100] + [Ne(gl), 100–135] + [Ihp(gl), 135–185, видно].

Стаціонар Рідківці. Територія стаціонару Рідківці найскладніша за комплексом природних чинників та перетворенням антропогенною діяльністю як сучасною, так і давньою. Тому кількість фонових розрізів тут більша, ніж на інших стаціонарах (сірі лісові – розрізи R-1, R-3; темно-сірий лісовий – R-4; поховані під земляними валами ранньослов'янського часу – це сірі лісові (R-V1 та R-V3).

Розріз сірого лісового ґрунту (R-1) має таку будову: N(e), 12–34 + Eh, 34–49 + Ie(h)(gl), 49–75 + I(gl), 75–105 + Pikgl, 105–142 (видно). Розріз світло-сірого лісового ґрунту складається з горизонтів: N, 2–25 + Ne(i), 25–39 + Ih(gl), 39–54 + IGl(k), 54–92 (видно).

Розріз R-V1 (сірий лісовий похований) розкритий в місці перетину його лісовою дорогою. В рельєфі – це нижня частина гряди, в місці її переходу в схил; мікрорельєф представлений мікрозаглибленнями і горбиками, вивалами від дерев; рослинність лісова, підлісок майже відсутній, трав'янистий покрив до 30 %. Загалом похований ґрунт слабо виділяється на зачистці, виражених гумусових горизонтів (темних чи сірих тонів) не спостерігається. Те, що виділено нами як верх похованого ґрунту, має сизуватий колір на зальному фоні жовтувато-буро-жовтих кольорів насипу та інших похованих горизонтів. Сам вал незначної потужності (близько 70 см), що не обумовлює цілковитої екранізації від впливу природних умов (зокрема інфільтрація поверхневих дощових чи снігових вод на таку глибину відбувається, а значить, міграційні-акумулятивні процеси, як і ґрунтоутворюючі та гіпергенні, могли продовжуватися. Виділено горизонти: H (0–6) + He (6–28) + I_hpgl (28–74) + [Eh(gl), 74–96] + [I_hgl, 96–134] + [I_hgl, 134–170] + [P_{ik}gl, 170–200, видно].

Орієнтація верхнього валу (сірий лісовий похований, R-V3) з півночі на південь, а сам земляний вал розміщений в 90 м на схід від описаного нижнього валу. Він розкопаний впоперек, природні умови аналогічні, як для попереднього валу. Зі східного боку вал викладений камінням до 60 см в поперечнику. Поверхня давнього ґрунту виділяється найперше артефактами та кольором; насип валу, як і попереднього, незначний – 66 см. Виділені генетичні горизонти: [Eh(gl)], 66–84 + [I_mGl], 84–150 + [P_k(gl)], 150–200.

Фоновий розріз: темно-сірий опідзолений ґрунт лучного екотопу (R-4) закладений на схилі горба, у верхній його третині під луками, які зараз використовуються як пасовище. Власне горб має майже субмеридіональну орієнтацію (з півдня на північ); до півночі – крутий уступ, на південь – пологий схил до с. Рідківці; західний схил, на якому всі розрізи – до струмка (місце поселення і городища); східний схил – до улоговини, яка розмежовує горби. Розріз розміщений близько 50 м на захід від бровки схилу, в 20 м на захід від смуги кущів (глід, рідше – шипшина, терен, дика груша) та в 160 м на схід від межі лісу. Мікрорельєф – купини, дрібні западинки і підвищення, які, ймовірно, є колишніми купинами та викидами кротів. Трав'янистий покрив суцільний – різнотрав'я. Виділено горизонти: H(e), 0–29 + H_i(gl), 29–44 + I_h(gl), 44–82 + P_{im}gl, 82–135 (видно).

Стационар Подвірна. Розріз земляного валу P-1 (стационар Подвірна) закладено в лісосмузі, в 2 м справа від польової дороги Стальнівці – Подвірна, де вал краще збережений. Це загалом гребінь гряди, після якого починається поступове зниження на захід і перехід від гряди до балки. У розкопаному насипі до глибини 167 см однорідний темно-сірий до чорного ґрунтовий матеріал, візуально досить гомогенний, тому його дещо умовно розділено на окремі товщі, а опис почнемо з шару, після якого безпосередньо розміщений похований чорнозем типовий короткопрофільний: [pH_k, 167–213] + [H_k, 213–237] + [H_{pk}, 237–251] + [P_{hik}, 251–285] + [P_k, 285–321 (видно)].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вміст літію у ґрунтах (табл. 1), свідчить про відповідність його кількості даним, одержаним авторами для різних ґрунтів і територій.

В розподілі літію за профілями ґрунтів стационару Грушівка спостерігається: 1) відсутність максимумів цього елемента в материнській породі; 2) підвищена кількість літію в гумусових або ілювіальних горизонтах. Профільний розподіл валового вмісту літію тотожний для всіх ґрунтів стационару Грушівка і загалом його кількість зростає до середньої частини профілю (ілювіальні горизонти) з мінімумом у верхньому гумусовому горизонті. Очевидно гранулометричний склад (вміст мулу зокрема) більш визначально впливає на кількість цього елемента. Водночас, як для рухомого вмісту літію у фонових ґрунтах стационару Рідківці, виявлено максимальні його значення в ґрунтоутворюючій породі, а валового вмісту – в ілювіальному горизонті (табл. 1); для похованих ґрунтів цього стационару екстремальні значення літію спостерігається і в гумусовому горизонті, і

в материнській породі. В похованому чорноземі стаціонару Подвірна максимум літію – в середній його частині, але найменша кількість – в материнській породі, а не у гумусовому горизонті. Тобто, процеси ґрунтогенезу і для цього чорнозему похованого більше впливають на вміст літію, ніж власне склад материнської породи. Розподіл валового вмісту літію за профілями ґрунтів стаціонару Рідківці різноманітніший, при цьому виявляється загальний тренд його збільшення до материнської породи (табл. 1). Отже, для фонових ґрунтів профільний розподіл літію визначається сучасними процесами ґрунтогенезу (гумусоаккумулятивним та елювіально-ілювіальним), а для похованих ґрунтів – профільний розподіл різноманітніший, очевидно трансформований дією вторинних, після насипання земляних валів, процесів.

Таблиця 1

Вміст літію за горизонтами фонових і похованих ґрунтів території дослідження, мг/кг				
Ґрунти	Генетичні горизонти	Глибина, см	Валовий вміст	Рухомі форми
Стаціонар Грушівка				
Сірий лісовий, фоновий Gr-1	H(e)	0–21	17,1	0,65
	HE(gl)	21–45	33,5	0,90
	I(h)mgl	45–127	26,0	0,55
	Ipkgl	127–135	18,4	1,05
Сірий лісовий похований (слов'янського етапу) Gr-2	Pikgl	135–152	12,9	0,35
	[H(e)]	59–76	17,2	0,70
	[Ih]	76–94	14,0	0,70
	[I(h)(gl)]	94–147	16,1	0,60
Чорнозем опідзолений похований скіфський, Gr-3	[IpGl]	147–180	21,7	0,65
	[Pimgl]	180–200	19,5	0,55
	[H(e)]	79–100	15,6	1,30
	[He(gl)]	100–135	25,6	1,45
	[Ihp(gl)]	135–185	23,0	1,35
Стаціонар Рідківці				
Сірий лісовий, фоновий R-1	H(e)	12–34	15,2	0,30
	Eh	34–49	21,8	0,30
	Ie(h)(gl)	49–75	22,0	0,40
	I(gl)	75–105	26,0	0,35
Світло-сірий лісовий фоновий R-3	Pikgl	105–142	8,70	2,0
	H	2–25	18,6	0,25
	He/(i)	25–39	20,4	0,20
	Ih(gl)	39–54	23,4	0,30
Темно-сірий лісовий фоновий R-4	IGl(k)	54–92	24,2	0,55
	H(e)	0–29	12,5	0,25
	Hi(gl)	29–44	19,8	0,20
	Ih(gl)	44–82	27,2	0,40
Сірий лісовий похований R-V3	Pi(gl)	82–135	31,8	0,40
	[Eh(gl)]	66–84	26,1	0,40
	[ImGl]	84–150	27,2	0,60
Сірий лісовий похований R-V1	[Pk(gl)]	150–200	29,1	1,40
	[Eh(gl)]	74–96	29,8	1,95
	[Ihgl]	96–134	26,7	0,50
	[Ipgl]	134–170	20,7	0,30
	[Pikgl]	170–200	24,7	0,40
Стаціонар Подвірна				
Чорнозем типовий, похований P-1	[Hк]	213–237	28,2	1,20
	[Hрк]	237–251	29,4	1,10
	[Phк]	251–284	31,6	0,80
	[Pк]	284–320	20,5	2,60

Середній валовий вміст літію у всіх ґрунтах, як і у похованих зокрема (табл. 2), зменшується від стаціонару Подвірна (27,4 мг/кг) до стаціонару Рідківці (22,8 та 26,3 мг/кг, відповідно) та стаціонару Грушівка (20,0 та 19,1 мг/кг, відповідно), а кількість рухомих форм змінюється значно істотніше від стаціонару Подвірна (1,43 мг/кг) до стаціонару Грушівка (0,83 та 0,91 мг/кг, відповідно) та стаціонару Рідківці (0,44 та 0,79 мг/кг, відповідно).

Таблиця 2

Ґрунти	Валовий		Рухомі форми		% р/в* / V, %
	Середнє	Амплітуда	Середнє	Амплітуда	
Стаціонар Грушівка					
Фоновий (n=5)	21,6±8,17	12,9–33,5	0,70±0,28	0,35–1,05	3,29/37,8
Поховані (n=8)	19,1±4,06	14,0–25,6	0,91±0,38	0,55–1,45	4,76/21,2
Слов'ян. (n=5)	17,7±2,99	14,0–21,7	0,64±0,07	0,55–0,70	3,62/16,9
Скіфськ. (n=3)	21,4±5,19	15,6–25,6	1,37±0,08	1,30–1,45	6,40/24,2
Всі ґрунти (n=13)	20,0±5,78	12,9–33,5	0,83±0,35	0,35–1,45	4,25/28,9
Стаціонар Рідківці					
Фонові (n=13)	20,9±6,21	8,70–31,8	0,36±0,47	0,20–2,0	3,97/29,7
Поховані (n=7)	26,3±3,03	20,7–29,8	0,79±0,63	0,30–1,95	3,13/11,5
Всі ґрунти (n=20)	22,8±5,86	8,70–31,8	0,44±0,54	0,20–2,0	3,79/25,7
Стаціонар Подвірна					
Похований (n=4)	27,4±4,83	20,5–31,6	1,43±0,80	0,80–2,60	5,18/17,6
Всі стаціонари					
Фонові (n=18)	21,1±6,56	8,70–33,5	0,42±0,44	0,20–2,0	4,52/31,1
Поховані (n=19)	23,5±5,34	14,0–31,6	0,98±0,60	0,30–2,60	4,29/23,3
Всі ґрунти (n=37)	22,3±6,01	8,70–33,5	0,60±0,57	0,20–2,60	4,42/24,8

* р/в – відсотковий вміст рухомих форм від валового вмісту; V, % – варіабельність валового вмісту літію, %

Кількість рухомих форм, природно, значно динамічніша і для ґрунтів всіх стаціонарів перевищення складає понад два рази. Середній валовий вміст літію – 22,3 мг/кг (амплітуда від 8,70 до 33,5), його рухомих форм – 0,60 мг/кг (від 0,20 до 2,60). Відсоток рухомості змінюється від 3,13 (поховані стаціонару Рідківці) до 6,40 (поховані скіфського часу стаціонару Грушівка). Максимальна кількість літію характерна для ґрунтів стаціонару Подвірна (чорнозем типовий), мінімальна – для похованих ґрунтів стаціонару Грушівка (сірий лісовий оглеєний), а варіабельність валового вмісту найбільша для фонового сірого лісового ґрунту стаціонару Грушівка.

Ряди еволюції ґрунтів (чорнозем типовий – чорнозем вилугуваний – чорнозем опідзолений для стаціонару Подвірна; чорнозем опідзолений – темно-сірий лісовий – сірий лісовий для стаціонару Грушівка; сірий (бурий) лісовий – сірий лісовий – сірий лісовий оглеєний для стаціонару Рідківці) різні, що підтверджує генезис складної структури ґрунтового покриву території вже в суббореалі. Якщо розглядати літій як певний індикатор інтенсивності ґрунтогенезу (від перетворення вихідної материнської породи), то саме для ґрунтів стаціонару Рідківці зміни його вмісту є найменшими. Водночас процеси ґрунтогенезу на стаціонарах Грушівка і Подвірна за час після поховання були інтенсивнішими. Очевидно, що в цих ґрунтах умови для метаморфізму мінеральної частини були сприятливішими, а власне елементарні ґрунтоутворюючі процеси визначально змінили її вихідний склад. Причиною диференціації різновікових горизонтів за вмістом літію треба вважати саме наслідки ґрунтоутворення в процесі еволюції ґрунтів (чорноземів у сірі лісові ґрунти) при відповідних змінах клімату і рослинного покриву.

Очевидно, що кількість хімічних елементів у ґрунті є результатом впливу всіх чинників, які діють синхронно або ні, залежно від поєднання процесів у конкретних

умовах. Тобто для фонових ґрунтів денної поверхні, шлях розвитку яких у відповідних еколого-ландшафтних умовах найтриваліший, характерний іманентний еколого-геохімічний статус. При цьому спостерігається різниця, іноді вельми істотна, між окремими розрізами фонових ґрунтів за кількістю літію, що свідчить про диференціацію (як наслідок дії природних процесів) за цим показником навіть для невеликих за площею ареалів. Так, в більшості фонових ґрунтів виявлено гумусово-елювіально-ілювіальний перерозподіл, іноді – елювіально-ілювіальний. В материнській породі підвищеного вмісту літію не спостерігається (крім двох розрізів стаціонару Рідківці, за досить дискусійного визнання материнською породою цієї частини профілю). Це свідчить про визначальний вплив процесів ґрунтогенезу на перерозподіл хімічних елементів за час формування ґрунтів. При цьому літій частіше акумулюється у верхніх гумусових горизонтах (як наслідок впливу органічної речовини та діяльності біоти загалом) або в горизонтах накопичення дрібнодисперсних часток. Тобто, дія процесів ґрунтогенезу кардинально змінює особливості вертикального розподілу їх вмісту. Для валового вмісту літію (табл. 2) місцями його накопичення є переважно середня частина профілів, зокрема це ілювіальні (різного ступеня нагромадження мулу) горизонти як фонових, так і похованих ґрунтів.

ВИСНОВКИ

Отже, в похованих ґрунтах загалом вміст літію вищий (як і його рухомість), ніж у фонових, за винятком ґрунтів стаціонару Грушівка. Варіабельність вмісту літію завжди більша для фонових ґрунтів, порівняно з похованими. Не доказано однозначної індикаторної палеопедологічної ролі літію: є чинники за і є проти. Ймовірно, що можливості застосування цього металу для оцінки кліматичних змін можуть бути розширені за умови включення ізотопного аналізу, а також коефіцієнтів інтенсивності ґрунтогенезу. Очевидно, що на завершальному етапі досліджень є необхідність встановлення окремих параметрів ґрунтів і аналізу їхніх зв'язків з вмістом хімічних елементів. Також безсумнівним є потреба в розширенні бази даних за рахунок включення до вибірки ґрунтів агроландшафтів.

* * *

Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Держаного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом № ф 64/24-2015 «Вплив погодно-кліматичних флуктуацій на процеси масообміну в системі ґрунт-рослина».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Anderson, M. A., Bertsch, P. M., Miller, W. P., 1988. The distribution of lithium in selected soils and surface waters of the southeastern U.S.A. *Applied Geochemistry* 3, 205–212.
- Aral, H., Vecchio-Sadus, A., 2008. Toxicity of lithium to humans and the environmental – A literature review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 70, 349–356.
- Campbell, J. L., Rustad, L. E., Boyer, E. W., Christopher, S. F., Driscoll, C. T., Fernandez, I. J., Groffman, P. M., Houle, D., Kiekbusch, J., Magill, A. H., Mitchell, M. J., Ollinger, S. V., 2009. Consequences of climate change for biogeochemical cycling in forests of N.-E. North America. *Canadian J. Forest Research* 39, 264–284.
- Huh, Y., Chan, L-H., Chadwick, O. A., 2004. Behavior of lithium and its isotopes during weathering of Hawaiian basalt. *Geochem., Geophys. and Geosyst.* 5(9), 1–22.
- Kabata-Pendias, A., 2011. Trace elements in soils and plants. Boca Raton: Taylor&Francis Group, 123–127.
- Papastergios, G., Georgakopoulos, A., Fernández-Turiel, J. L., Gimeno, D., Filippidis, A., Kassoli-Fournaraki, A., Grigoriadou, A., 2004. Heavy metals and toxic trace elements contents in soils of selected areas of the Kavala prefecture, northern Greece. *Bulletin of the Geological Society of Greece XXXVI. Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki, April 2004*, 263–272.

- Rudnick, R. L., Tomascaka, P. B., Njoa, H. B., Gardnerb, L. R., 2004. Extreme lithium isotopic fractionation during continental weathering revealed in saprolites from South Carolina. *Chemical Geology* 212, 45–57.
- Shacklette, H. T., Boerngen, J. G., 1984. Element concentrations in soils and other surficial materials of the conterminous United States. Geological survey professional paper 1270. US government printing office. Washington, 54–56.
- Tang, Y-J., Zhang, H.-F., Ying, J.-F., 2007. Review of the Lithium Isotope System as a Geochemical Tracer. *International Geology Review* 49, 374–388.

Стаття надійшла в редакцію: 10.06.2016