

УДК 553.493.34

**О.А. Жук**

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення  
ім. М.П. Семененка НАН України  
03680, м. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладіна, 34  
E-mail: igmof.zhuk@gmail.com

## ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКЗОГЕННИХ СОЛЬОВИХ ОРЕОЛІВ ЛІТІЮ (НА ПРИКЛАДІ ДВОХ ДІЛЯНОК ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИН УКРАЇНИ)

---

Наведено результати досліджень екзогенних сольових ореолів літію, які мають різні геолого-структурні, ландшафтно-геохімічні та інші умови утворення. Встановлено їхні геохімічні особливості, параметричні та непараметричні характеристики (коефіцієнт контрастності ореола літію, ступінь рухомості літію у екзогенному сольовому ореолі). Обґрунтовано висновки щодо природи їх виникнення.

*Ключевые слова:* екзогенні сольові ореоли, літій, природні ореоли, техногенні ореоли, асоціації в ореолі.

**Вступ.** Однією з актуальних проблем геохімії є вивчення екзогенних ореолів хімічних елементів та можливість їх використання для вирішення задач пошукової та екологічної геохімії. Особливе значення при цьому має вивчення сольових ореолів окремих хімічних елементів широкого поля розсіювання. Одним із таких елементів є літій, екзогенні сольові ореоли якого до теперішнього часу вивчені недостатньо. Це і зумовило доцільність проведених досліджень.

**Постановка проблеми.** Кінцевими об'єктами пошуків, у тому числі геохімічних, є поклади (тіла) корисних копалин. У сучасних умовах для успішного виконання пошукових робіт виникає необхідність вивчення проміжних об'єктів [1]. Такими проміжними об'єктами під час проведення геохімічних пошуків є аномальні геохімічні поля (геохімічні ореоли).

Останнім часом особливу увагу багатьох фахівців привертає вивчення екзогенних ореолів розсіювання хімічних елементів, які утворюються під впливом гіпергенних процесів. Особливість екзогенних ореолів — це можливість їх розвитку у ґрунтах та осадових відкла-

дах, що перекривають рудопрояви, та інколи мають значну потужність. Практичне значення при цьому належить гіпергенній рухомості хімічних елементів, вторинні ореоли яких кореляційно пов'язані з первинними ореолами та рудами, отже є надійними їх індикаторами. На теперішній час досліджено низку елементів-індикаторів, але залишається невизначеною роль багатьох хімічних елементів, у тому числі літію. Інформація щодо екзогенних сольових ореолів літію може мати суттєве значення для вирішення питань, пов'язаних з пошуками родовищ різних корисних копалин та розбравкою рудних та техногенних ореолів.

Основні запаси літію пов'язані з пегматитовими тілами та продуктами їх перетворення. Відомо [5, 22], що рудоносними рідкіснометалевими тілами є тіла так званих заміщених пегматитів, тобто пегматитів, які зазнали альбітизації, лепідолітизації та інших процесів заміщення первинних мінералів вторинними. Саме в зонах заміщення пегматитів концентруються мінерали, збагачені на Ta, Nb, Sn, Be [28]. А у пов'язаних з ними за часом змінювання зонах вмісних порід утворюються аномальні концентрації хімічних елементів (K, Li, Rb, Cs), винесених із ділянок альбіти-

зації [28]. Таким чином, процеси перетворення пегматитів — одна з причин формування природних ореолів літію. Такі ореоли літію є доволі великими та контрастними, тобто придатними для використання під час проведення пошукових робіт [8, 9].

Підвищений вміст літію характерний також і для рідкіснометалевих карбонатитів, навколо яких утворюються витягнуті уздовж всієї рудовмісної зони первинні ореоли Sr, Nb, Ba, Ce, La, V, Zr, Mo, Sn, Mn, Li і Be [15], що мають ширину у декілька разів більшу від максимальної потужності рудних тіл. При цьому Li, а також Sn і Mn утворюють вузькі та переривчасті ореоли лінзоподібної форми. Рудні елементи, що визначають промислову значущість родовища (його спеціалізацію), утворюють аномальні концентрації у первинному ореолі та є характерними компонентами вторинних [6, 17].

Виходячи з викладеного, **метою роботи** визначено вивчення геохімічних особливостей екзогенних сольових ореолів літію з різними геолого-структурними, ландшафтно-геохімічними та іншими умовами утворення.

**Літературний огляд.** Загальні відомості щодо розподілу літію в земній корі наведено у роботах О.П. Виноградова (1957), Е.Л. Хорстмана (1959), Т.Ф. Бойко (1964), А.І. Гінзбурга, О.Д. Ставрова (1969), А.Б. Ронова, А.А. Мігдисова, Н.Т. Воскресенського, Г.А. Корзіної (1970), Б.І. Когана, В.А. Названої, Н.А. Солодова (1971) та ін. [4, 6, 24, 27]. Найбільш повно закономірності розподілу рідкісних елементів (Li, Rb, Cs, Be, Sr, Sc, Y, TR, Zr, Hf, Nb, Ta, Cd, Ga, Ge, Se, Te, In, Tl) на території України висвітлені у фундаментальній монографії "Рідкісні елементи Українського щита" колективу авторів під керівництвом Б.Ф. Міцкевича [23].

Загальні положення щодо вторинних літохімічних ореолів наведено в роботах відомих вчених: Н.І. Сафронова, А.І. Перельмана, Ю.Є. Саета, Є.М. Квятковського, Л.М. Овчиннікова, О.П. Соловова та ін. [18, 25]. Інформацію щодо екзогенних сольових ореолів літію наведено у роботах [10—13 та ін.], де відмічено інформативність саме сольових ореолів під час пошуків корисних копалин та проведення екологічних досліджень.

**Методика досліджень.** Для виявлення екзогенних сольових ореолів використано літохімічні методи. Визначення вмісту літію та ін-

ших хімічних елементів виконано за допомогою комплексу аналітичних методів: спектрального, полум'яної емісійної фотометрії, атомної абсорбції, іон-селективного та ін. Контрольні аналітичні визначення виконано на *ICP-MS*. Перед проведенням аналітичних вимірювань для встановлення кількісного складу ореола зразки піддавали хімічній обробці з метою переведення елементів, що визначаються, у розчин. Для визначення валового вмісту хімічного елемента використовували метод кислотного розкладання. Для вивчення рухомих форм наважку літохімічної проби, заздалегідь просіяну та відквартовану, клали у стакан місткістю 200 мл, заливали відповідним екстрагентом (1 н HCl, амонійно-ацетатний буфер, вода, в залежності від хімічного елемента та досліджуваної форми знаходження) у співвідношенні тверда фаза — рідка фаза 1:10, струшували протягом заданого часу на струшувачі "*Water bath shaker type 357*" і відфільтровували розчин через фільтр "біла стрічка" у колбу. Інтерпретацію аналітичних результатів здійснено з використанням статистичної програми "*Statistica*".

Для укладання характеристики ореолів застосовано класифікації Н.І. Сафронова, Є.М. Квятковського і М.А. Глазовської (в залежності від генезису ореола). Встановлено геохімічні особливості ореолів, параметричні та непараметричні характеристики (коефіцієнт контрастності ореола літію (K), який дорівнює співвідношенню аномального вмісту рухомих форм літію до їх фонового вмісту; ступінь рухомості літію у екзогенному сольовому ореолі (Cr, %) — співвідношення вмісту рухомих форм літію до валового вмісту, у відсотках).

**Об'єкти та результати досліджень.** Для проведення дослідження обрано дві ділянки — Рудну та Станичнолуганську.

*Ділянка Рудна* розташована у центральній частині Українського щита (УЩ) (Кіровоградський блок), в межах Полохівського родовища петалітів. За адміністративним поділом це територія Маловисківського р-ну Кіровоградської обл. Територія досліджень належить до ландшафтно-геохімічної зони лісостепових височинних розчленованих ландшафтів, ґрунти яких представлені чорноземами. Рудоносними породами є граніт-апліт-пегматоїдні породи з багатим літєвим зруденінням. Літєві мінерали представлені петалітом та сподуме-

ном [7, 16]. Петаліт присутній або у вигляді дрібнозернистих мономінеральних агрегатів, або подібних до них скупчень гранобластової структури [10]. Практичну цінність мають руди з вторинною накладеною мінералізацією, представленою головним чином петалітом  $\text{Li}[\text{AlSi}_4\text{O}_{10}]$ , що містить, %:  $\text{Li}_2\text{O}$  — 4,9;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 16,7;  $\text{SiO}_2$  — 78,4. При цьому 97–98 % руди складено чотирма мінералами, %: петаліт — 27,6–36,2, альбіт — 26,3–28,0, пертитовий К-шпат — 19,1–20,9 і кварц 15,8–21,7 [10, 13, 20]. Також наявний сподумен, який утворює самостійні кристали, входить до складу кварц-сподуменових, мусковіт-сподумен-кварцових агрегатів без видимого зв'язку з петалітом та є вторинним мінералом, продуктом розпаду петаліту.

Результати статистичної обробки інформації щодо валового вмісту хімічних елементів у

**Таблиця 1. Вміст хімічних елементів у різних типах порід, г/т [10]**  
**Table 1. Content of chemical elements in the different types of rocks, g/t [10]**

Елемент	Граніти	Метасоматити	Літєві пегматити	Альбітити
Li	$\frac{100,0-250,0}{175,0}$	$\frac{400,0-700,0}{500,0}$	$\frac{2000,0-4000,0}{3000,0}$	$\frac{300,0-500,0}{350,0}$
Ni	$\frac{1,0-5,0}{2,0}$	$\frac{3,0-6,0}{4,0}$	$\frac{1,5-3,0}{2,0}$	$\frac{1,2-3,2}{2,0}$
Co	$\frac{0,3-1,5}{0,5}$	$\frac{1,0-1,8}{1,3}$	$\frac{0,5-1,5}{0,8}$	$\frac{0,3-0,8}{0,5}$
Ti	$\frac{10,0-30,0}{20,0}$	$\frac{40,0-60,0}{45,0}$	$\frac{20,0-50,0}{40,0}$	$\frac{10,0-40,0}{25,0}$
Mo	$\frac{0,3-1,2}{0,8}$	$\frac{0,9-1,7}{1,0}$	$\frac{0,8-1,8}{1,0}$	$\frac{0,5-1,2}{0,8}$
Nb	$\frac{1,8-3,6}{2,5}$	$\frac{2,5-5,0}{3,0}$	$\frac{8,0-15,0}{10,0}$	$\frac{5,0-12,0}{8,0}$
Cu	$\frac{30,0-60,0}{40,0}$	$\frac{20,0-40,0}{30,0}$	$\frac{40,0-80,0}{60,0}$	$\frac{20,0-60,0}{40,0}$
Pb	$\frac{2,0-5,0}{3,5}$	$\frac{2,8-4,0}{3,0}$	$\frac{1,5-4,0}{2,0}$	$\frac{1,8-3,5}{2,0}$
Bi	$\frac{0,7-1,3}{1,0}$	$\frac{0,8-1,5}{1,0}$	$\frac{0,7-1,6}{1,0}$	$\frac{0,6-1,5}{0,8}$
Zn	$\frac{20,0-60,0}{30,0}$	$\frac{50,0-100,0}{70,0}$	$\frac{30,0-80,0}{40,0}$	$\frac{40,0-80,0}{70,0}$
Rb	$\frac{90,0-140,0}{120,0}$	$\frac{90,0-150,0}{110,0}$	$\frac{100,0-180,0}{120,0}$	$\frac{80,0-120,0}{90,0}$
Cs	$\frac{3,0-6,0}{4,0}$	$\frac{7,0-15,0}{10,0}$	$\frac{1,0-5,0}{2,0}$	$\frac{1,5-3,0}{2,5}$
Ta	Не визн.	$\frac{20,0-50,0}{30,0}$	$\frac{30,0-60,0}{40,0}$	Не визн.

Примітка. Тут і у табл. 2–5 у чисельнику вказано мінімальне і максимальне значення вмісту, у знаменнику — середнє. Не визн. — не визначено.

Note. Here and in Tables 2–5 the minimum and maximum value of the content is shown in the numerator, the average one — in denominator. Не визн. — it is not defined.

породах ділянки — гранітах, метасоматитах, літєвих пегматитах і альбітитах наведено у табл. 1.

Найвищий середній вміст літію серед порід ділянки у літєвих пегматитах — 3000 мг/кг, тобто вище, ніж у інших породах у 6–20 разів. Встановлено [3], що літєві пегматити мають чітку геохімічну спеціалізацію: окрім лужних металів їм властивий підвищений вміст фосфору, олова, берилію, танталу і ніобію. Тантало-ніобати у петалітовій руді представлені низькотитановими фероколумбітами, що утворюють розсіяну вкрапленість дрібних (до 0,15 мм) пластинчастих кристаликів. Єдиний власний мінерал берилію в рудах — хризоберил, вміст якого становить 150–1500 г/т [21].

Відомо, що міграція хімічних елементів призводить до формування геохімічних полів і аномалій. Геохімічні поля літосфери пов'язані з гірськими породами, окремі типи яких є концентраторами хімічних елементів. З метою виявлення гірських порід-концентраторів хімічних елементів було розраховано коефіцієнти концентрації (КК):  $\text{КК} = C_{\text{кп}}/C_{\text{кл}}$ , де  $C_{\text{кп}}$  — кларк породи;  $C_{\text{кл}}$  — кларк літосфери, за довідниковими даними [26].

За значеннями КК елементів у породах ділянки встановлено, що найвищий КК властивий петалітвмісним породам (93,7) та метасоматитам (15), що свідчить про високу літєносність досліджуваних порід. За значеннями коефіцієнта кореляції встановлено, що гранітам властива асоціація  $\text{Li} - \text{Ta} - \text{Cs} - \text{Rb}$ ; метасоматитам —  $\text{Rb} - \text{Cs} - \text{Li} - \text{Sn} - \text{Zn} - \text{Bi} - \text{W} - \text{Pb}$ ; петалітвмісним породам —  $\text{Li} - \text{Rb} - \text{Cs} - \text{Be} - \text{Ta} - \text{Nb} - \text{Sn} - \text{F}$ , в альбітитах кореляційних зв'язків із літєм не виявлено. Всім асоціаціям притаманні кореляційні зв'язки між  $\text{Li}$ ,  $\text{Rb}$  та  $\text{Cs}$ .

Породи перекриття представлені пісками з глинами (потужність до 20 м), кора вивітрювання має потужність 40 м. Ґрунти — переважно чорноземи звичайні, із середньою потужністю гумусового горизонту 30–50 см, вони пористі, здатні накопичувати вологу. Ґрунти сформовані під різнотравно-типчаково-ковиловою рослинністю і мають типову для степових чорноземів будову [2]. Профіль їх складений такими горизонтами [19]: А — гумусовий, темно-сірого до чорного кольору, потужністю 30–40 см, АВ — гумусовий, темно-сірий з бурватим відтінком, поширений на глибини 40–120 см, ВК — ілювіально-карбонатний

бурувато-бежевого кольору з призматичною структурою потужністю 20–30 см, СК — карбонатна ґрунтоутворювальна порода бежевого, інколи рудуватого кольору. Вміст гумусу поблизу поверхні сягає 6–9 % [2], реакція ґрунтів є нейтральною (рН 6,8–7,4). У результаті вивчення ґрунтового профілю було встановлено, що найбільш інформативною для опробування є глибина 35 см, яка відповідає границі гумусових шарів — горизонтів А та АВ.

Результати статистичної обробки визначеного валового вмісту хімічних елементів у ґрунтах наведено у табл. 2. Вміст літію складає 40–120 мг/кг (за середнього 50 мг/кг). За результатами кореляційного аналізу валового вмісту літію та хімічних елементів встановлено кореляційний зв'язок ( $r > 0,7$ ) між фосфором, оловом, берилієм та ніобієм. Внаслідок того, що аномальний валовий вміст літію у ґрунтах не перевищує фоновий більше ніж утричі, окреслити ореоли над рудоносними породами за розподілом валового вмісту літію неможливо.

Результати аналітичного визначення вмісту рухомих форм хімічних елементів у ґрунтах ділянки та їх статистичної обробки наведено у табл. 3.

Результати геохімічних досліджень у межах ділянки Рудна дозволили зафіксувати наявність екзогенних сольових ореолів літію, фтору та важких металів (Co, Cu, Ni, Zn). Встановлено, що найбільш контрастним є сольовий ореол літію (середня ступінь рухомості літію у ореолі — 16 %).

Результати попередніх робіт [13] показали, що перший сольовий ореол літію сформований безпосередньо над рудним тілом, а другий розташований над рудним тілом, яке ускладнене тектонічним порушенням.

Проведені дослідження дозволяють охарактеризувати екзогенні сольові ореоли літію. Перший ореол є автохтонним, епігенетичним, дифузійним, збідненим, успадкованим; його контури подібні до контурів рудного тіла. Контрастність ореола дорівнює 5, середня ступінь рухомості літію у ореолі — 16 %, максимально аномальний вміст літію у ореолі — 40 мг/кг. Другий ореол — автохтонний, епігенетичний, дифузійний з конвективною складовою, збіднений, успадкований; контури видовжені. Контрастність ореола дорівнює 7, середня ступінь рухомості літію в ореолі — 20 %, максимально аномальний вміст літію у ореолі — 60 мг/кг.

Ділянка Станичнолуганська розташована на території Дніпровсько-Донецької западини, в межах Луганського природного заповідника НАН України, на акумулятивній терасі на лівому березі р. Сіверський Донець, тобто належить до Донецької терасової рівнини. Тут переважає лісовий тип рослинності — заплавні широколистяні ліси. Берегові піщані коси, підвищені ділянки складені легкими суглинками, а низини центральної частини заплави складені суглинистими алювіальними відкладами. На території переважає чорноземоподібний супісок, ґрунтоутворювальні породи — дрібно- і середньозернисті піски та суглинки. Елементами накопичення осадових порід є Mn, Co, Fe, елементами виносу — Pb, Cs, Sn. Потужність алювіальних відкладів — до 15–20 м. Материнські породи — крейда і мергель. Геологічний розріз ділянки представлений пісками дрібнозернистими, суглинками, алевролітами, глинами, суглинками лесоподібними, гіпсоносними породами, мергелями тріщинуватими.

Таблиця 2. Валовий вміст хімічних елементів у ґрунтах ділянки Рудна, мг/кг

Table 2. Total content of chemical elements in soils of Rudna area, mg/kg

Елемент	Вміст	Елемент	Вміст	Елемент	Вміст
Li	$\frac{40,0-120,0}{50,0}$	Sn	$\frac{1,5-3,0}{2,0}$	Nb	$\frac{0,8-1,5}{1,0}$
Ni	$\frac{0,5-1,2}{0,7}$	Ga	$\frac{2,0-5,0}{4,0}$	Cu	$\frac{30,0-60,0}{50,0}$
Mn	$\frac{80,0-110,0}{100}$	Be	$\frac{8,0-12,0}{10,0}$	Pb	$\frac{1,2-7,0}{2,5}$
V	$\frac{0,7-1,5}{1,0}$	P	$\frac{80,0-120,0}{100}$	Zn	$\frac{15,0-40,0}{20}$
Cr	$\frac{0,8-2,5}{1,0}$	Rb	$\frac{15,0-30,0}{20,0}$	Cs	$\frac{1,0-3,0}{2,0}$

Таблиця 3. Вміст рухомих форм хімічних елементів у ґрунтах ділянки Рудна, мг/кг

Table 3. Content of mobile forms of chemical elements in soils of Rudna area, mg/kg

Елемент	Вміст	Елемент	Вміст
Li	$\frac{4,0-60,0}{8,0}$	F	$\frac{1,0-15,0}{3,0}$
Zn	$\frac{0,7-3,5}{1,4}$	Co	$\frac{0,5-1,8}{0,7}$
Ni	$\frac{0,4-2,1}{0,8}$	Cu	$\frac{0,4-1,5}{0,8}$
Pb	$\frac{0,8-2,5}{1,0}$	Fe	$\frac{200,0-500,0}{300,0}$

Ґрунти лугові, у поймі сформовані під впливом пульсацій водяного потоку. Через відкладення карбонатних частинок, змитих із вододілів, вони мають слаболужну реакцію. Притерасна частина пойми складена важкими алювіальними суглинками, зазвичай перезволоженими. Це спричиняє поширення тут окремих полів болотяних ґрунтів, збагачених органічною речовиною, що погано аеруються та сильно оглеєні.

З метою встановлення екзогенних ореолів було визначено вміст валовий та рухомих форм хімічних елементів. Результати статистичного аналізу аналітичних визначень валового вмісту елементів у поверхневих відкладах

**Таблиця 4. Валовий вміст хімічних елементів у поверхневих відкладах ділянки Станичнолуганська, мг/кг**

**Table 4. Total content of chemical elements in the superficial sedimentations of Stanychno-Luganske area, mg/kg**

Елемент	Вміст	Елемент	Вміст
Pb	$\frac{5,0-11,0}{9,0}$	Li	$\frac{40,0-60,0}{50,0}$
Mn	$\frac{40,0-100,0}{50,0}$	Sn	$\frac{0,8-4,0}{1,0}$
Ni	$\frac{12,0-30,0}{14,0}$	Ga	$\frac{0,8-3,0}{1,0}$
Ti	$\frac{100,0-600,0}{200,0}$	Be	$\frac{1,0-6,0}{2,0}$
V	$\frac{30,0-50,0}{40,0}$	P	$\frac{50,0-75,0}{60,0}$
Cr	$\frac{10,0-40,0}{15,0}$	B	$\frac{1,0-4,0}{2,0}$
Nb	$\frac{0,8-1,8}{1,0}$	Ba	$\frac{7,0-12,0}{8,0}$
Cu	$\frac{20,0-60,0}{30,0}$	Sr	$\frac{4,0-9,0}{5,0}$
Ag	$\frac{0,2-1,5}{0,4}$	Rb	$\frac{2,0-6,0}{3,0}$
Zn	$\frac{50,0-140,0}{60,0}$	Cs	$\frac{1,0-3,5}{1,2}$

**Таблиця 5. Вміст рухомих форм хімічних елементів у поверхневих відкладах ділянки Станичнолуганська, мг/кг**  
**Table 5. Content of mobile forms of chemical elements in the superficial sedimentations of Stanychno-Luganske area, mg/kg**

Елемент	Li	Ni	Zn	Cu	Pb
Вміст	$\frac{0,9-5,0}{1,9}$	$\frac{2,0-5,0}{3,0}$	$\frac{2,0-9,0}{4,0}$	$\frac{1,0-3,0}{1,5}$	$\frac{0,7-4,2}{1,5}$

показали, що мінімальний вміст літію становить 40 мг/кг, максимальний — 60, за середнього 50 (табл. 4). Такий розподіл не дозволяє оконтурити екзогенний ореол.

Водночас розподіл вмісту рухомих форм літію (табл. 5) дозволяє оконтурити сольовий ореол. Мінімальне значення вмісту літію в ореолі становить 0,9 мг/кг, максимальне — 5, за середнього значення — 1,9. Вивчення кореляційних зв'язків засвідчило наявність кореляції літію з важкими металами Cu, Pb, Zn, що, зазвичай, характерно для техногенного забруднення.

Як показали результати досліджень, підвищений вміст літію спостерігається у мулових відкладах р. Сіверський Донець, що відповідає сольовому ореолу. Ореол простежується вздовж лівого берега ріки по всій довжині ділянки. Наявність асоціації літію з важкими металами може бути підставою для висновку про техногенне забруднення, що пов'язане з активним функціонуванням Луганського промислового району, який знаходиться вище за течією р. Сіверський Донець, де геохімічним бар'єром слугують мулові відклади.

Викладене вище дає можливість охарактеризувати сольовий ореол літію як техногенний, сорбційний, з гідрогенними шляхами надходження елемента до ореола. Коефіцієнт контрастності ореола дорівнює 2, середня ступінь рухомості літію складає 5,6 %, максимально-аномальний вміст літію в ореолі 5 мг/кг.

**Висновки.** На досліджуваних ділянках охарактеризовані екзогенні сольові ореоли літію, що мають різні геолого-структурні, ландшафтні-геохімічні та інші умови утворення. Встановлено морфологічні особливості ореола і можливе генетичне походження ореолів літію. Ореоли ділянки Рудна належать до природних продуктивних (рудних). Їх виникнення пов'язано з наявністю рудовмісних порід та, частково, тектонічних порушень. Ореоли є автохтонними, епігенетичними, дифузійними, подеколи з конвективною складовою, збіднені, успадковані.

Ореол ділянки Станичнолуганська належить до техногенного, не контрастного, сорбційного, з гідрогенними шляхами надходження елемента до ореола. Його виникнення, вірогідно, пов'язано з сорбцією на геохімічному бар'єрі, яким слугують мулові відклади, та техногенними джерелами, розташованими вище за течією.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Аристов В.В.* Методика геохимических поисков твердых полезных ископаемых. — М. : Недра, 1984. — 199 с.
2. *Афанасьева Т.Ф., Василенко В.И., Терешина Т.В., Шеремет Б.В.* Почвы СССР. — М. : Мысль, 1979. — 380 с.
3. *Бочай Л.В., Покидько В.Е., Кулиш Е.А., Колосовская В.О.* Карта редкометального оруденения Украинского щита : Объясн. зап. — 1 : 1500000. — Киев : Геоинформ, 1999. — 100 с.
4. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. — М. : Изд-во АН СССР, 1950. — 278 с.
5. *Возняк Д.К., Бугаєнко В.М., Галабурда Ю.А., Мельников В.С., Павлишин В.І., Бондаренко С.М., Сьомка В.О.* Особливості мінерального складу та умов утворення рідкіснометалевих пегматитів західної частини Кіровоградського блоку (Український щит) // Мінерал. журн. — 2000. — 22, № 1. — С. 21—41.
6. *Геохимические* поиски рудных месторождений / Под ред. Л.Н. Овчинникова. — М. : ИМГРЭ, 1969. — 106 с.
7. *Гурський Д.С., Сєсичук К.Ю., Калінін В.І., Куліш Є.О., Нечаєв С.В., Третьяков Ю.І., Шумлянський В.О.* Металічні і неметалічні корисні копалини України: у 2 т. Т. 1. Металічні корисні копалини / Наук. ред. М.П. Щербак, О.Б. Бобров. — К.-Львів : Центр Європи, 2006. — 739 с.
8. *Дубов Р.И.* К теории распределения концентраций в диффузионных геохимических ореолах // Геохимия рудных месторождений. — Новосибирск : Наука, 1964. — С. 114—129.
9. *Дубов Р.И.* О размерах ореолов месторождений // Ореолы рассеяния месторождений Восточной Сибири. — М. : Наука, 1971. — С. 115—126.
10. *Жовинський Э.Я., Жук Е.А., Крюченко Н.О.* Геохимические ассоциации химических элементов и их поисковое значение (на примере Полоховского месторождения лития) // Пошук. та екол. геохімія. — 2009. — № 1 (9). — С. 5—9.
11. *Жовинський Э.Я., Крюченко Н.О.* Подвижные формы химических элементов и их значение при геохимических поисках // Мінерал. журн. — 2006. — 28, № 2. — С. 88—93.
12. *Жовинський Э.Я., Крюченко Н.О., Павлюк В.Н., Жук Е.А., Дмитренко К.Э.* Поиски золота по вторичным ореолам (на примере рудопроявления Сидоры) // Пошук. та екол. геохімія. — 2011. — № 11 (1). — С. 61—65.
13. *Жовинський Э.Я., Крюченко Н.О., Жук О.А.* Геохімічні пошуки за екзогенними сольовими ореолами літію // Мінерал. журн. — 2011. — 33, № 3. — С. 84—89.
14. *Кичурак В.М., Березин Б.З.* О пегматитах северо-западной части Среднеприднепровского блока УЩ // Геол. журн. — 1979. — 39, № 3. — С. 134—135.
15. *Критерии* прогнозирования месторождений Украинского щита и его обрамления / Под ред. Н.П. Семеновко. — Киев : Наук. думка, 1975. — 560 с.
16. *Крюченко Н.О.* Геохімічні пошуки за вторинними сольовими ореолами на території Українського щита // Пошук. та екол. геохімія. — 2007. — № 2 (7). — С. 3—60.
17. *Кудрявцев Ю.К., Виноградов Н.А., Ермолаев А.Н.* Геохимические основы прогноза и поисков месторождений цветных металлов ведущих геолого-промышленных типов. — М. : ИМГРЭ, 1991. — 104 с.
18. *Левинсон А.* Введение в поисковую геохимию. — М. : Мир, 1976. — 499 с.
19. *Медведев В.В.* Мониторинг почв Украины. — Харьков : Антиква, 2002. — 428 с.
20. *Минералы* Украины : Крат. справ. / Отв. ред. Н.П. Щербак. — Киев : Наук. думка, 1990. — 406 с.
21. *Мицкевич Б.Ф., Егорова Т.М., Сущик А.И., Самчук А.И.* Поиски глубокозалегающих месторождений в условиях Украинского щита // Геохимические методы в решении геологических задач. — М. : Наука, 1988. — С. 58—63.
22. *Редкие* щелочные металлы в породах Украины / Под ред. Н.П. Семеновко. — Киев : Наук. думка, 1976. — 231 с.
23. *Редкие* элементы Украинского щита / Отв. ред. И.П. Щербань. — Киев : Наук. думка, 1986. — 256 с.
24. *Ронов А.Б., Мигдасов А.А., Воскресенская Н.Т., Корзина Г.А.* Геохимия лития в осадочном цикле // Геохимия. — 1970. — № 2. — С. 131—161.
25. *Сает Ю.Е., Несвижская Н.И.* Изучение форм нахождения элементов во вторичных ореолах. — М. : ВИЭМС, 1974. — 89 с.
26. *Соловов А.П., Григорян С.В., Кузин М.Ф.* Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. — М. : Недра, 1983. — 183 с.
27. *Солодов Н.А., Белашов Л.С., Кременецкий А.А.* Геохимия лития, рубидия и цезия. — М. : Недра, 1980. — 233 с.
28. *Труфанова Л.Г., Глюк Д.С.* Условия образования литиевых минералов. — Новосибирск : Наука, 1986. — 149 с.
29. *Хорин Г.И., Бельчанская Л.Н., Бородин В.П., Матвеев А.А., Миляев С.А., Морозов В.И., Николаев Ю.Н., Ивлєв Р.Р., Красников А.Н.* Методические рекомендации по литохимическим методам поисков рудных месторождений по вторичным ореолам рассеяния. — М. : ИМГРЭ, 1993. — 191 с.

Надійшла 19.08.2015

## REFERENCES

1. Aristov, V.V. (1984), *Metodika geokhimicheskikh poiskov tverdykh poleznykh iskopaemykh*, Nedra, Moscow, Russia, 199 p.
2. Afanas'eva, T.F., Vasilenko, V.I., Tereshina, T.V. and Sheremet, B.V. (1979), *Pochvy SSSR, Mysl'*, Moscow, Russia, 380 p.
3. Bochaj, L.V., Pokid'ko, V.E., Kulish, Ye.A. and Kolosovskaya, V.O. (1999), *Karta redkometal'nogo orudneniya Ukrain'skogo shchita*, Obyasn. zap., M-b 1 : 1 500 000, Geoinform, Kyiv, Ukraine, 100 p.

4. Vinogradov, A.P. (1950), *Geohimiya redkih i rasseyannykh himicheskikh ehlementov v pochvah*, Izd-vo AS SSSR, Moscow, Russia, 278 p.
5. Voznyak, D.K., Bugajenko, V.M., Galaburda, Yu.A., Melnykov, V.S., Pavlyshyn, V.I., Bondarenko, S.M. and Syomka, V.O. (2000), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 22 No 1, pp. 21-41.
6. Ovchinnikov, L.N. (ed.) (1969), *Geohimicheskie poiski rudnykh mestorozhdenij*, IMGREH, Moscow, Russia, 106 p.
7. Gurs'kii, D.S., Yesipchuk, K.Yu., Kalinin, V.I., Kulish, Ye.O., Nechayev, S.V., Tretyakov, Yu.I. and Shumlyans'kii, V.O. (2006), *Metalichni i nemetalichni korisny kopalini Ukrainy*, T. 1. *Metalichni korisni kopaliny*, in Shcherbak, M.P. and Bobrov, O.B. (eds), *Tsentr Evropy*, Kyiv-L'viv, Ukraine, 739 p.
8. Dubov, R.I. (1964), *Geochemistry of ore deposits*, Nauka, Novosibirsk, Russia, pp. 114-129.
9. Dubov, R.I. (1971), *Oreoly rasseyaniya mestorozhdenij Vostochnij Sibiri*, Nauka, Moscow, Russia, pp. 115-126.
10. Zhovynsky, E.Ya., Zhuk, E.A. and Kryuchenko, N.O. (2009), *Exploration and environmental geochemistry*, Kyiv, Ukraine, No 1 (9), pp. 5-9.
11. Zhovynsky, E.Ya. and Kryuchenko, N.O. (2006), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 28 No 2, pp. 88-93.
12. Zhovynsky, E.Ya., Kryuchenko, N.O., Pavlyuk, V.N., Zhuk, E.A. and Dmitrenko, K.E. (2011), *Exploration and environmental geochemistry*, Kyiv, Ukraine, No 1 (11), pp. 61-65.
13. Zhovynsky, E.Ya., Kryuchenko, N.O. and Zhuk, O.A. (2011), *Mineralogical Journal (Ukraine)*, Kyiv, Vol. 33 No 3, pp. 84-89.
14. Kichurak, V.M. and Berezin, B.Z. (1979), *Geological Journal*, Kyiv, Ukraine, Vol. 39 No 3, pp. 134-135.
15. Semenenko, N.P. (ed.) (1975), *Kriterii prognozirovaniya mestorozhdenij Ukrainського shchita i ego obramleniya*, Naukova dumka, Kyiv, Ukraine, 560 p.
16. Kryuchenko, N.O. (2007), *Exploration and environmental geochemistry*, Kyiv, Ukraine, No 2 (7), pp. 3-60.
17. Kudryavcev, Yu.K., Vinogradov, N.A. and Ermolaev, A.N. (1991), *Geohimicheskie osnovy prognoza i poiskov mestorozhdenij cvetnykh metallov vedushchih geologo-promyshlennykh tipov*, IMGREH, Moscow, Russia, 104 p.
18. Levinson, A. (1976), *Vvedenie v poiskovuyu geohimiyu*, Mir, Moscow, Russia, 499 p.
19. Medvedev, V.V. (2002), *Monitoring pochv Ukrainy*, Antikva, Kharkov, Ukraine, 428 p.
20. Shcherbak, M.P. (ed.) (1990), *Mineraly Ukrainy: Kratkiy spavochnik*, Naukova dumka, Kyiv, Ukraine, 406 p.
21. Mitskevich, B.F., Egorova, T.M., Sushchik, A.I. and Samchuk, A.I. (1988), *Geokhimicheskie metody v reshenii geologicheskikh zadach*, Nauka, Moscow, Russia, pp. 58-63.
22. Semenenko, N.P. (ed.) (1976), *Redkie shchelochnye metally v porodah Ukrainy*, Naukova dumka, Kyiv, Ukraine, 231 p.
23. Scherban', I.P. (ed.) (1986), *Redkie elementy Ukrainського shchita*, Naukova dumka, Kyiv, Ukraine, 256 p.
24. Ronov, A.B., Migdasov, A.A., Voskresenskaya, N.T. and Korzina, G.A. (1970), *Geochemistry*, Moscow, Russia, No 2, pp. 131-161.
25. Saet, Yu.E. and Nesvizhskaya, N.I. (1974), *Izuchenie form nahozhdeniya ehlementov vo vtorichnykh oreolah*, VIEHMS, Moscow, Russia, 89 p.
26. Solovov, A.P., Grigoryan, S.V. and Kuzin, M.F. (1983), *Instruktsiya po geohimicheskim metodam poiskov rudnykh mestorozhdeniy*, Nedra, Moscow, Russia, 183 p.
27. Solodov, N.A., Belashov, L.S. and Kremeneckij, A.A. (1980), *Geohimiya litiya, rubidiya i cezija*, Nedra, Moscow, Russia, 233 p.
28. Trufanova, L.G. and Glyuk, D.S. (1986), *Usloviya obrazovaniya litievykh mineralov*, Nauka, Novosibirsk, Russia, 149 p.
29. Horin, G.I., Bel'chanskaja, L.N., Borodin, V.P., Matveev, A.A., Milyaev, S.A., Morozov, V.I., Nikolaev, Yu.N., Ivlev, R.R. and Krasnikov, A.N. (1993), *Metodicheskie rekomendacii po litohimicheskim metodam poiskov rudnykh mestorozhdenij po vtorichnym oreolam rasseyaniya*, IMGREH, Moscow, Russia, 191 p.

Received 19.08.2015

E.A. Жук

Институт геохимии, минералогии и рудообразования  
им. Н.П. Семененко НАН Украины  
03680, г. Киев-142, Украина, пр. Акад. Палладина, 34  
E-mail: igmof.zhuk@gmail.com

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКЗОГЕННЫХ СОЛЕВЫХ ОРЕОЛОВ ЛИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ДВУХ УЧАСТКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТЕЙ УКРАИНЫ)

Приведены результаты исследований экзогенных солевых ореолов лития (на примере участков Рудный и Станчнолуганский), имеющих разные геолого-структурные, ландшафтно-геохимические и другие условия образования. Установлены их геохимические особенности, параметрические и непараметрические характеристики (коэффициент контрастности ореола, степень подвижности лития в экзогенном солевом ореоле, максимально-аномальное содержание). Обоснованы выводы о разной природе их происхождения.

*Ключевые слова:* экзогенные солевые ореолы, литий, природный и техногенный ореол.

*O.A. Zhuk*

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy  
and Ore Formation of the NAS of Ukraine  
34, Acad. Palladina Pr., Kyiv-142, Ukraine, 03680  
E-mail: igmof.zhuk@gmail.com

CHARACTERISTIC OF EXOGENIC SALT HALOS OF LITHIUM  
(ON THE EXAMPLE OF TWO PLOTS OF THE CENTRAL  
AND SOUTHERN-EAST PARTS OF UKRAINE)

The results of research of exogenic salt halos of lithium, that have different geological structural, landscape geochemical and other conditions of the formation have been described in this article. Their geochemical special aspects, parametric and non-parametric features (coefficient of contrast of lithium halo (K), degree of lithium mobility in the exogenic salt halo) have been defined. The conclusions as to nature of formation of salt halos have been drawn. In this article the results of researches on exploration of salt halos of lithium have been examined as exemplified by Rudna and Stanychno-Luganske areas which territory belongs to the central and south-eastern parts of Ukraine (Kirovograd Region and Lugansk Region). Within the Rudna area two salt halos of lithium are fixed. The both belong to natural productive (ore) halo. The contrast of the first halo is 5, maximum-anomalous content of lithium is 40 mg/kg, the average degree of lithium mobility in the halo is 16 %, the halo contours are similar to the ore body contours. The contrast of the second halo is 7, maximum-anomalous content of lithium is 60 mg/kg, the average degree of lithium mobility is 20 %. Not contrasting salt halos of lithium have been fixed in Stanychno-Luganske area (the halo contrast is 2). The minimum content of lithium in the halo is 0.9 mg/kg, the maximum content is 5, the average content is 1.9 mg/kg. Its origin is connected with sorption on the geochemical barrier represented by silt deposits and technogenic sources which are located upstream. The halo has been fixed along the left bank of the river, along the length of the area. The halo belongs to technogenic, not contrasting, sorption with hydrogenic ways of element ingressing into the halo.

*Keywords:* exogenic salt halos, lithium, natural halos, technogenic halos, halo element associations.