



Statistical relationships of chemical elements from soil samples of mineralized zones in the Appalachians, Quebec

Статистически връзки между химични елементи в почвени проби от минерализирани зони в Апалачите, Квебек

George M. Yordanov¹, Oleg Vitov², Miroslav A. Yordanov¹
Георги Йорданов¹, Олег Витов², Мирослав Йорданов¹

¹ GAIA EXPERT Research & Consulting Group France-Canada; E-mail: head@gaia-expert.com

² Институт по минералогия и кристалография, Българска академия на науките

Keywords: soil geochemistry, REE, Appalachians, Quebec.

Увод

Предмет на изследването е определяне на значими корелационни връзки между химични елементи по данни от литогеохимична снимка на почви в Квебек, Канада. Основната цел е да се изследват пространствените и статистически (функционални) връзки между отделните химични елементи, (включващи и лантанидите) в перспективни минерализирани зони, както и откриване на връзка с полиметално-сребърно-златното находище Шампан.

Проби и методика на обработка на данните

Изследваната площ е част от СИ-ЮЗ ориентирания минерализиран пояс Белшасе (Bellechasse mineral belt) и се намира на около 100 km ЮИ от гр. Квебек. Преобладаващите вместилища са черни шисти със силифицирани аргилити от Босвилската формация (Beauceville Formation) от групата Магог (Magog Group). Пробите са взети от подхумусния хоризонт на кафяви горски почви (маршланд и ранкер) върху ледникови морени. Изследванията на 37 проби са извършени в акредитирана лаборатория (<http://www.sgs.com/en/mining/exploration-services/geochemistry/mobile-metal-ions-mmi>) по метода на подвижните метални йони (ММИ). Възможните статистически значими връзки между химичните елементи са изследвани по метода тетрагоричен корелационен коефициент на Бломквист (непараметричен статистически метод). Методът и техниките за прилагането му са разработени от Blomqvist (1950), с приложения в геологията (Kogan, 1983; Devis, 1977). Изчислени са коефициент на корелация

$$R = \frac{\sum xy - \sum x \sum y / n}{\sqrt{(\sum x^2 - (\sum x)^2 / n)(\sum y^2 - (\sum y)^2 / n)}} ;$$

значимост на коефициента на корелация по Албов (95% доверителна вероятност)

$$T_a = \frac{R\sqrt{n}}{2(1-R^2)} - 3 > 0 ;$$

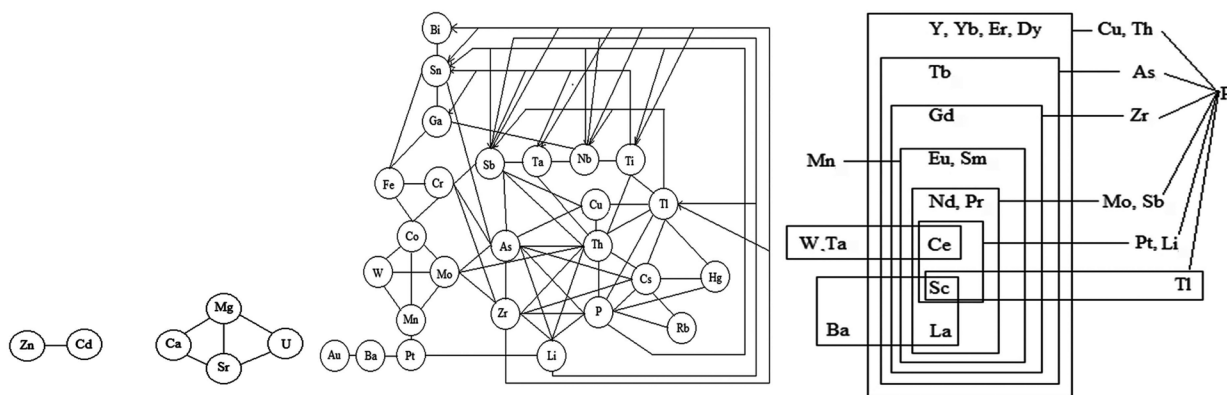
и параметри на модела $Y=a+b \cdot X$ по метод на най-малките квадрати

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x \sum y) / n}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n} ;$$

$$a = (\sum y - b \cdot \sum x) / n .$$

Резултати

Не са установени статистически значими корелации на Ag, Al, K, Ni, Pb, Pd, Te и In с други елементи. Силна положителна корелация е установена между Y и Yb ($R^2=0,97$). Потвърдена е очакваната положителна корелация между Zn и Cd. Елементите Mg, Ca, Sr и U оформят група, в която Mg, Ca и Sr са взаимно свързани поради близки геохимични свойства. По подобен начин U е свързан с Ca и Sr (фиг. 1). Останалите елементи образуват две, значително припокриващи се групи (Au, Ba, Pt, Mn, Mo, W, Co, Fe, Cr, Ga, Sn, Bi, Sb, Ta, Nb, Ti, Tl, Hg, Cs, Rb, P, Th, Cu, Li, Zr, As) и (Y, Yb, Er, Dy, Tb, Gd, Eu, Sm, Nd, Pr, Ce, Sc, La), при които връзките между двете групи се осъществяват чрез елементите Mn, W, Ta, Ba, Cu, Th, As, Zr, Mo, Sb, Li, Tl. Фосфорът (монацит, ксенотим, апатит) не е пряко свързан с групата на редките и разсеяни елементи (фиг. 1) и няма очакваната връзка с Ca (като апатит). Не се установяват очакваните връзки между Pb, Cu, Zn, Au и Ag. Установена е закономерна подредба на корелативните връзки на редките и разсеяни елементи (табл. 1): елементи с по-голя-



Фиг. 1. Граф на очаквани връзки между химичните елементи (вляво). Редките земи са в обособена група и нямат пряка връзка с фосфора (вдясно).

Таблица 1. Значими корелации в групата на редките и разсеяни елементи

TR	корелат	Th	Cu	As	Zr	Mn	Sb	Mo	Li	Pt	Ta	Tl	W	Ba
	Atm	232	63,54	74,92	91,22	54,94	121,7	95,94	6,939	195	181	204,3	184	137
Y	88,91(177,82)	+	+											
Yb	173	+	+											
Er	167	+	+											
Dy	162	+	+											
Tb	158,9	+	+	+										
Gd	157,3	+	+	+	+									
Eu	152	+	+	+	+	+								
Sm	150,4	+	+	+	+	+								
Nd	144,2	+	+	+	+	+	+	+						
Pr	140,9	+	+	+	+	+	+	+						
Ce	140,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
La	138,9	+	+	+	+	+	+							+
Sc	44,96(134,88)	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+

ма атомна маса (Efimov et al., 1983) имат по-малък брой връзки с други елементи. За запазване на монотонността на нарастването на атомната маса и намаляването на броя корелати следва Y да участва с двуатомна молекула, а Sc с триатомна молекула в процесите на масопренос и концентриране.

Изводи

1. Изследваната площ е перспективна за търсене на редкометални орудявания (REE, U, Th) и руди на Au, Pt, Cu, W, Mo, Co, Cr, Sb, Bi, Sn, Ta, Nb, Cs, Rb, Tl, Li и Hg. 2. Не се установяват геохимични свидетелства за свързване на изследваната площ с рудообразователните процеси в полиметално-златно-сребърното находище Шампан. 3. С получените геохимични и статистически данни се ус-

тановява, че вероятно в геоложките процеси на масопренос на лантанидите Y участва с двуатомни, а Sc с триатомни молекули. 4. Установява се, че редките и разсеяни елементи са свързани статистически с фосфора посредством междинен елемент (Th, Cu, As, Zr, Sb, Li и Tl).

Литература References

- Blomqvist, N. 1950. On a measure of dependence between two random variables. – *Ann. Math. Statist.*, 21, 593–601.
- Devis, J. 1977. *Statistics and Data Analysis in Geology*. Moscow, Mir, 573 p. (in Russian, transl. from English).
- Efimov, A. I., L. P. Belorukova, I. V. Vasil'kova, V. P. Chechev. 1983. *Properties of Non-organic Compounds*. Leningrad, Chimia, 392 p. (in Russian).
- Kogan, R. 1983. *Statistical Ranking Criteria in Geology*. Moscow, Nedra, 137 p. (in Russian).