

УДК 550.42

## К ВОПРОСУ О КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВЯЗЯХ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ В РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Рагим-заде А. И., Бабаев Ф. М.

*Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан*

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**В листьях древесных пород и травянистой растительности определены корреляционные зависимости между Mn, Cr, Ni, Cu, Ti, Pb, Zn, Co в условиях геохимического фона и на колчеданных месторождениях.**

С точки зрения биогеохимии растений представляет интерес изучение корреляционных связей между элементами, что позволяет выявить их взаимоотношения в органо-минеральных комплексах растений. Корреляционные связи между элементами влияют на характер концентрирования элементов растительностью [1, 2].

Материалом для исследований явились листья древесных пород и травянистая растительность, отобранные при биогеохимических исследованиях, предпринятых на южном и юго-восточном склонах Большого Кавказа. На основе спектрального анализа золы листьев определено содержание Cu, Pb, Zn, Co, Ni, V, Cr, Mn, Ti

и выполнен корреляционный и кластерный анализы, на основании которых выявлены ряд закономерностей во взаимоотношениях между элементами в условиях фоновых ландшафтов и в условиях природно-аномальных ландшафтов (колчеданные месторождения).

На основе кластерного анализа, который является методом группировки содержаний элементов с помощью коэффициентов корреляции, наиболее определено выявляется ассоциация (Mn-Cr-Ni-Cu), существенная на 1% уровне значимости (табл.1), причем наиболее сильными являются связи Mn-Cr и Mn-Ni.

**Таблица 1.** Кластерный анализ

Растительность	( $r > r$ )-r
Бук	(Mn-Ni-Cr-Cu-V-Pb)-Co
Бук	(Mn-Ni-Cr-Pb-Cu)
Бук	(Cr-Ni-Ti)-Mn-Pb-Zn
Граб	(Mn-Ni-Cr-Cu-Ti-Pb)
Граб	(Mn-Cr)-Ni-Cu; (Pb-Ti)-Co
Граб	(Mn-Cr-Pb-Ti)-Ni-Cu; (Ti-Ni)
Граб	(Mn-Cr-Ni-Cu-Pb-Ti)-Zn
Дуб	(Mn-Cr-Ni-Cu)-Ti
Дуб	(Mn-Cr-Ni-Cu); (Pb-Ti)
Карагач	(Mn-Cr-Ni-Cu-Ti)-Pb
Клен	(Cr-Ti); (Mn-Ni-Cr-Ti-Pb-Zn)-Cu
Лещина	(Mn-Ni-Cr-Cu-V-Ti); (Pb-Zn)
Папоротник	(Mn-Ni-Cu); (Pb-Zn)-V
Разнотравье	(V-Co-Ti-Cr); (Mn-Ni-Cr-Ti-V-Co-Pb-Cu)

Пример парных коэффициентов корреляции между элементами приводится в таблицах 2 и 3. На основе представленных результатов выявляются следующие особенности корреляционных связей Mn:

1) устойчивая положительная зависимость между содержанием Mn-Cr и Mn-Ni; 2) неустойчиво выраженная зависимость Mn с Cu и Pb; 3) единичные связи и практически отсутствие связей Mn с Ti, Zn, Co, V

(отсутствие связей с Co и V может быть связано с низкой частотой их обнаружения при спектральном определении). В итоге выявляется ассоциация Mn-(Cr, Ni) Cu, Pb.

**Таблица 2.** Корреляционные связи Mn в растительности фоновых ландшафтов, существенные с 5% уровнем значимости

Растительность	Mn	Cr	Ni	Cu	Pb	Ti	Zn	V	Co
Граб	Mn	Cr	Ni	Cu	Pb	Ti	Zn		
Граб	Mn	Cr	Ni						
Граб	Mn	Cr	Ni			Ti			
Граб	Mn	Cr	Ni	Cu				V	Co
Граб	Mn	Cr	Ni						
Граб	Mn			Cu	Pb			V	
Граб	Mn	Cr			Pb		Zn		
Граб	Mn	Cr	Ni		Pb				
Граб	Mn	Cr	Ni	Cu	Pb				
Граб	Mn	Cr	Ni	Cu	Pb		Zn		
Бук	Mn	Cr	Ni	Cu		Ti			
Бук	Mn	Cr	Ni	Cu	Pb				
Бук	Mn	Cr	Ni	Cu				V	
Бук	Mn	Cr	Ni	Cu			-Zn		Co
Бук	Mn	Cr	Ni						
Дуб	Mn	Cr	Ni						
Карагач	Mn	Cr	Ni			Ti			
Карагач	Mn	Cr	Ni		Pb			V	
Клен	Mn	Cr	Ni		Pb	Ti			Co
Лещина	Mn	Cr	Ni	Cu					
Кизил	Mn	Cr			Pb			V	
Лук	Mn		Ni			Ti			Co
Душица	Mn	Cr				Ti			

**Таблица 3.** Корреляционные связи Ni в растительности фоновых ландшафтов, существенные с 5% уровнем значимости

Растительность	Ni	Mn	Cu	Cr	Pb	Ti	Zn	V	Co
Граб	Ni	Mn	Cu	Cr	Pb	Ti			
Граб	Ni	Mn	Cu	Cr				-	-Co
Граб	Ni	Mn	Cu	Cr		Ti		V	
Граб	Ni	Mn	Cu	Cr				-	
Граб	Ni	Mn	Cu	Cr	Pb				-Co
Граб	Ni	Mn	Cu	Cr	Pb		Zn	-	Co
Бук	Ni	Mn	Cu	Cr			-Zn	V	
Бук	Ni	Mn	Cu	Cr	Pb		-Zn		
Бук	Ni	Mn	Cu		Pb			-V	
Бук	Ni	Mn	Cu	Cr	Pb	Ti		-	Co
Бук	Ni	Mn	Cu		Pb				
Бук	Ni	Mn	Cu	Cr	Pb			-	
Дуб	Ni	Mn	Cu	Cr			-Zn		
Карагач	Ni	Mn	Cu	Cr					
Карагач	Ni	Mn		Cr	Pb	-Ti			-
Клен	Ni	Mn	Cu		Pb	Ti	Zn	-	

Лещина	Ni	Mn	Cu	Cr	Pb			- V	
Липа	Ni			Cr	Pb		Zn		
Лук	Ni	Mn			Pb		Zn	-	Co
Душица	Ni		Cu	Cr		-	Zn	-	
Разнотравье	Ni	-	Cu	Cr		-	Zn	-	
Лох	Ni	-	Cu	Cr		-	Zn	-	Co
Хвощ		-	Cu		Pb	-	Zn	-	Co

Для Ni характерны многосторонние устойчивые связи с Cu, Cr, Mn, Pb и отсутствие связей с Ti. Связь Ni-Zn отчетливо выявляется в травянистых видах растительности. В листьях древесных пород связь Ni-Zn достигает уровень существенности только в единичных случаях, причем встречаются отрицательные зависимости. Исходя из этого принципа (устойчиво выраженные зависимости, неустойчивые зависимости, которые присутствуют в 20-50%-х повторностей, отсутствие зависимости), выявлены и в таблице 4 представ-

лены следующие особенности корреляционных связей между элементами в растительности (в скобках – устойчивые связи): Mn-(Cr, Ni) Cu, Pb; Cr-(Mn, Ni, Ti) Pb; Ni-(Cu, Cr, Mn, Pb); Zn-Pb; Pb-(Ni) Cr, Cu, Zn, Mn; Cu-(Ni) Pb, Mn; Ti-(Cr). Таким образом, в растительности региона в условиях геохимического фона достоверно установлена тесная корреляционная зависимость между Mn-Cr, Mn-Ni, Cu-Ni, Cr-Ti, Cr-Ni, Pb-Ni, что, возможно, связано с общими физиологическими функциями.

**Таблица 4.** Корреляционные связи между элементами в растительности

Элемент	Устойчивые	Неустойчивые	Отсутствуют
Mn	Cr, Ni	Cu, Pb	Ti, Zn, Co
Cr	Mn, Ni, Ti	Pb	Cu, Zn, Co
Ni	Cu, Cr, Mn, Pb		Ti, Zn, Co
Cu	Ni	Pb, Mn	Ti, Zn, Co
Pb	Ni	Cr, Cu, Zn, Mn	Ti, Co
Zn		Pb	Ti, Mn, Cr, Ni, Cu, Co
Ti	Cr		Mn, Ni, Cu, Pb, Zn, Co

Среди изученных элементов Zn относится к элементам, для которого выявлена только устойчивая положительная зависимость с Pb. С остальным кругом исследованных элементов зависимости Zn относится к категории единичных и, кроме того, среди них в листьях древесной растительности встречаются отрицательные на уровне значимости, зависимости Zn с Ni, Cu, Cr, Mn, Ti. Возможно, это свидетельствует об антагонистических отношениях между Zn и Ni, Cu, Cr, Mn, Ti. Вместе с тем для травянистой растительности характерны положительные, на уровне значимости, связи Zn с Cu и Ni. По результатам корреляционного анализа содержание Ti в растительности тесно связано с содержанием Cr и практически не связано с содержанием остальных элементов, при-

чем среди единичных связей Ti с Ni, Mn, Zn, Cu встречаются и отрицательные зависимости. Корреляционный анализ не выявляет устойчивых связей Co: на уровне единичных нестабильных связей проявляется зависимость содержания Co от содержания Cu, Zn, Mn. Анализ корреляционных связей показывает, что Pb в биологических структурах листьев имеет разносторонние, но не устойчиво выраженные связи с Cr, Cu, Zn, Mn и наиболее устойчивой является связь Pb-Ni. На основе корреляционного анализа выявляется, что связи Cr наиболее устойчиво проявляются с Mn, а также с Ni и Ti, образуя ассоциацию Cr-(Mn, Ni, Ti) Pb. Содержание Cr практически не связано с содержанием Cu и Zn. Для корреляционных связей Cu характерна устойчиво выраженная зависимость между

содержанием Cu и Ni. Вторую группу составляют Pb и Mn, связи которых с Cu не устойчивы. Содержание Cu не связано с содержанием Ti и Cr. Связь Cu-Zn стабильно выражено только в травянистой растительности.

В растительности колчеданных месторождений южного склона Большого Кавказа наблюдаются определенные изменения в корреляционных закономерностях, обязанных изменению в концентрации элементов в растительности, произрастающей на месторождениях. В этих условиях в листьях древесных пород и в разнотравье Кацмалинского, Кацдагского, Катехского, Филизчайского месторождений отсутствует зависимость Cr-Ni, устойчиво выраженная на фоновых ландшафтах. В листьях древесных пород на Кацмалинском месторождении практически отсутствуют связи Pb-Zn, Pb-Cu, Pb-Cr, Pb-Ni, которые стабильно присутствовали в растительности безрудных участков.

Таким образом, ориентируясь на кластерный анализ и парные коэффициенты ранговой корреляции, выявлены следующие особенности корреляционных зависимостей между элементами в структурах листьев древесной и травянистой растительности, произрастающей на естественно-эволюционных почвах: выделены устойчиво выраженные связи Mn-Cr, Mn-Ni, Cr-Ni, Ni-Cu, Cr-Ti, Pb-Ni и выявлено изменение корреляционных зависимостей в растительности месторождений в зависимости от типа оруденения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ковальский В.В., Грибовская И.Ф., Гринкевич Н.П. Роль геохимических условий среды в концентрировании микроэлементов растениями // Тр. биогеохимической лаборатории, М., 1974, Т. 13, С. 144-179.
2. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М., 1999, 763 с.

#### **CORRELATIVE RELATION OF ELEMENTS IN VEGETATION**

Ragim-zade A.I., Babayev F.M.

*The Baku State University, Baku, Azerbaijan*

Correlative relation between the content Mn, Cr, Ni, Cu, Ti, Pb, Zn, Co in the leaves of wood, grossy vegetation of the background landscape have been studied. Definitive changes in correlative relation are observed in the vegetation of pyrites deposited.