

УДК 550.42

МАРГАНЕЦ В ПОРОДАХ, ПОЧВАХ, РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮЖНОГО
СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Исаев С.А., Рагим-заде А.И., Бабаев Ф.М.

Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан

Выявлены особенности распределения Mn в породах, почвах, в дикорастущей растительности, в кормовой и плодово-овощной растительности агроландшафтов и в растительности колчеданных месторождений.

Ключевые слова: растительность, колчеданные месторождения, марганец, Большой Кавказ

На южном склоне Большого Кавказа были предприняты биогеохимические исследования, в результате которых определено содержание Cu, Pb, Zn, Co, Ni, V, Cr, Ti, Mo, Mn (количественный спектральный анализ) в породах, почвах (гор-т А), растительности (зола листьев), составляющей постоянный биогеоценоз фоновых ландшафтов региона (75 видов древесных, кустарниковых, травянистых видов растений), а также в кормовой и плодово-овощной продукции агроландшафтов (картофель, баклажаны, томаты, огурцы, кукуруза, фасоль, свекла, яблоки, груша, черешня, зерно и солома пшеницы, ячменя, сено и др.).

Среднее содержание Mn в осадочных породах региона составляет ($n \times 10^{-3}$ %): 1) в ааленских, байосских, батских отложениях, представленных песчано-глинистой фацией, 31-45, 2) в меловых отложениях валанжина, готерива, сеномана, а также в отложениях титона (J_{3t}), представленных известковистыми песчаниками и глинами, выделены две формы Mn: фоновые содержания 33-58 и аномальные содержания 0,5-6%, составляющие в среднем 10% от объема выборки. Особенно большое количество аномальных содержаний Mn характерно для отложений сеномана – 24%. Такое распределение свидетельствует о двух формах нахождения Mn в меловых породах: 1) фоновое содержание связано с терригенно-

глинистой компонентой, 2) аномальные содержания образуют марганцевые конкреции, нерастворимые в воде окислы и гидраты окисей Mn и его соли (табл. 1).

Среднее содержание Mn в горнолесных бурых почвах на юрских отложениях составляет 34-61 до 182×10^{-3} % и единичные аномальные содержания 0,2-2%, на меловых отложениях $21-71 \times 10^{-3}$ % и аномальные содержания 0,2-2% в 2% образцов. Сопряженный анализ содержаний Mn в системе породы – почвы показывает, что литогенная основа определяет уровень содержания в почвах, но в результате почвообразовательного процесса в почвах на среднеюрских породах имеет место аккумуляция Mn (Ка 1,5 до 4), а в почвах на меловых породах содержание фоновой формы Mn не выходит за рамки колебаний содержаний в меловых породах (Ка 0,4-1,4), однако существенно уменьшается концентрация и количество аномальной формы Mn. Таким образом, можно констатировать, что в процессе почвообразования марганцевые конкреции разрушаются.

Органическое вещество почв играет заметную роль в распределении Mn: корреляционная зависимость между содержанием Mn и содержанием гумуса всегда положительная, часто достигающая 5% уровня значимости. Это означает, что гумус является фактором биогенной аккумуляции Mn, особенно при высоких

содержаниях гумуса. Так, для Mn при содержании гумуса 4,8-9,7% коэффициент корреляции $t_{расч.}$ составляет +0,22, при содержании 10,6-12,5% $t_{расч.}$ +0,38, при содержании 13,4-17,9% $t_{расч.}$ 0,32 при $t_{5\%}$ - 0,32 (табл. 2).

Таблица 1. Содержание Mn в породах и почвах ($n \times 10^{-3} \%$)

	Породы			Ca	Породы			Ca
	N	Lim	X		N	Lim	X	
J ₂ a	79	н.- 100	31	2%	112	н.-100	47	2%
J ₂ a	53	10-200	45		55	60-400	182	0,7%
J ₂ bj	8	10-80	37		46	30-100	61	0,2%
J ₂ bt	27	10-100	32		45	10-100	50	
J ₃ t	29	10-300	113		82	1-200	39	
J ₃ km					15	н.-70	34	
K ₁ v					45	10-40	23	1%,2% 0,5%,1%
K ₁ v					86	10-100	44	
K ₁ v	25	10-300	52		100	1-100	71	
K ₁ v	41	2-200	57		143	10-100	45	
K ₁ v	45	1-40	16	164	5-400	67		
K ₁ h	17	10-100	48	45	5-100	28		
K ₁ h	26	10-100	33	102	4-100	43		
K ₂ cm	33	10-100	46	50	н.-100	60		
K ₂ cm	29	10-200	47	122	10-60	21		
K ₂ cm	46	20-200	58	184	30-100	55		
K ₂ cm				44	10-100	54	1%	

Таблица 2. Корреляционная зависимость между содержанием гумуса (%) в почве и содержанием Mn

Породы	N	Lim	X, %	Mn
J ₂ a	38	1,1 – 18	4,8	+
J ₂ a	50	0,7 – 41	17,9	+
J ₂ a	42	0,5 – 26	5,0	+
J ₂ bj	33	2,5 – 24	10,7	+R
J ₂ bt	36	1,4 – 36	12,5	+R
J ₃ t	40	1,5 – 27	10,2	+R
K ₁ v	40	0,9 – 21	9,7	+
K ₁ v	33	1,4 – 26	13,4	+R
K ₁ v	47	2,9 – 14	6,7	+R
K ₁ v	79	1,4 – 37	10,6	+R
K ₁ v	42	1,6 – 24	12,0	+R
K ₁ h	23	1,5 – 28	13,5	+
K ₂ cm	37	1,6 – 37	15,9	+R
K ₂ cm	25	2,3 – 25	12,1	+R
K ₂ cm	40	1,9 – 27	12,7	+
K ₂ cm	79	3,6 – 24	9,7	+

Геохимическая роль почвообразовательного процесса проявляется при изучении корреляционных связей Mn. В юрских и меловых породах 1) отсутствует значимая зависимость между Mn и Cu, Pb, Ni, Co, 2) Mn является антагонистом по

отношению к V и Cr в юрских породах и к V, Cr, Ti – в меловых породах, что отражает антагонистические отношения между Mn конкреционных форм и элементами, входящими в терригенно-глинистую компоненту.

Таблица 3. Корреляционные связи Mn, существенные при 5% и 1% уровне значимости

	Породы								Почвы						
	Mn	Ti	V	Cr	Cu	Pb	Ni	Co	Ti	V	Cr	Cu	Pb	Ni	Co
J ₂ a	Mn	-Ti	-V	-Cr	-cu				Ti				Pb	Ni	Co
J ₂ a	Mn							Co	Ti	V	Cr	Cu	Pb	Ni	Co
J ₂ bt	Mn		-V	-Cr											
J ₃ t	Mn		-V	-Cr		Pb			Ti				Pb	Ni	
K ₁ v	Mn	-Ti	-V	-Cr					Ti						
K ₁ v	Mn	-Ti	-V				Ni		Ti				Pb		Co
K ₁ v	Mn	-Ti					Ni	Co	Ti	V	Cr		Pb	Ni	Co
K ₁ v	Mn								Ti			Cu			Co
K ₁ v	Mn		V	Cr					Ti	V	Cr	Cu	Pb	Ni	Co
K ₁ h	Mn	-Ti	-V	-Cr					Ti	V	Cr	Cu	Pb	Ni	Co
K ₂ cm	Mn								Ti	-V	-				
K ₂ cm	Mn	-Ti	-V	-Cr					Ti		Cr		Pb		
K ₂ cm	Mn		-V	-Cr					Ti	V			Pb	Ni	
K ₂ cm	Mn	-Ti	-V						Ti	-V		Cu			

Особенно отчетливые изменения имеют место в отношении связи Mn – Ti, которая в почвах всегда является положительной на 1% уровне значимости. В почвах практически отсутствует отрицательные связи Mn – V, Mn – Cr, более того, эти связи могут быть положительными, до 1% уровня. В почвах заметно усиливаются связи Mn с Pb, Co, Cu, Ni. В результате в среднеюрских породах корреляционную зависимость можно выразить формулой Mn-(-V,-Cr), в меловых породах Mn-(-Ti,-V,-Cr), а в почвах, как на юрских, так и на меловых породах Mn-(Ti)V, Cr, Pb, Ni, Co, Cu. Единая ассоциация Mn для почв на юрских и меловых породах отражает формирование минеральных соединений, обязанных общности условий образования и соответствует характеру почвообразования в гумусовом горизонте горно-лесных бурых почв региона.

В растительности фактором в минимуме, определяющем концентрацию Mn в отдельных видах растений, является вегетативная масса вида. Содержание Mn в золе листьев закономерно снижается от древесных пород 1 яруса к древесным сопровождающим породам, к древесным породам 2 яруса. Самое низкое содержание Mn характерно для кустарников и разнотравья (табл. 4).

Из этих групп растений положительной способностью аккумулировать Mn по отношению к почвам обладают древесные породы 1и 2 ярусов и сопровождающие породы (КПБ 4 - 20). Среднее содержание Mn в остальных видах растений или соответствует содержанию в почвах, или ниже (КПБ 0,1 – 1,4). Таким образом, общий индекс величины КПБ для Mn составляет 0, n-n, как это предложено А.И. Перельманом [2].

Статистический анализ позволяет уточнить характер распределения Mn в растительности и выявить такую специфику как наличие фоновых и аномальных содержаний (табл. 5).

В древесных породах 1 и 2 ярусов фоновое среднее содержание Mn составляет $37-200 \times 10^{-3}\%$ и в 10 - 35% совокупности присутствуют аномальные содержания Mn, равные 1 - 6%, что позволяет отнести эти виды к растениям – манганофилам. С уменьшением вегетативной массы вида

уменьшается фоновое содержание и величина и количество аномальных содержаний (С а.).

В каждом отдельном виде растительности возможны значительные вариации содержаний Mn, до уровня значимости: в буке, дубе, грабе среднее содержание Mn колеблется от 60 до $900 \times 10^{-3}\%$. Одним из факторов, определяющих такое разнообразие в содержании Mn, являются геохимические условия, особенности распределения Mn в почвах. Так, для древесных

Таблица 4. Содержание Mn в растительности (зола листьев, $n \times 10^{-3}\%$)

Растительность	N	Lim	Lim X_1-X_n	X	Lim КПБ	КПБ
Бук	518	2-4000	63-857	473	4 -15	10
Дуб	244	3-3000	694-907	792	14 -16	15
Грач	664	3-5000	110-911	476	4 -20	10
Карагач, клен	323	1-2000	69-431	193	1 -7	4
Береза, ольха, ясень, мушмула, липа, жостер						
	84	4-200	9-63	33	0,2-1,3	0,7
Яблоня, груша, фундук, алыча						
	65	1-300	16-150	44	0,3-3,0	0,7
Кизил, боярышник, крушина						
	227	3-300	12-69	33	0,2-1,4	0,7
Папоротник	125	2-200	7-24	15	0,1-0,5	0,3
Разнотравье	327	1-200	7-31	18	0,1-0,7	0,4
Растительная продукция агроландшафтов						
	770	н.-50	1-27	7	0,05-1,1	0,3
Растит-ть колчеданных и золото-полиметаллических месторождений						
Бук, граб, дуб	809	1-1000	42-296	112	1,1-8,0	3,0
Кизил, боярышник, ежевика, крушина, хвойник						
	274	н.-300	7-148	29	0,4-0,7	0,5
Папоротник	472	н.-600	4-13	6	0,1-0,2	0,2

Таблица 5. Распределение Mn в растительности по фоновым и аномальным содержаниям ($n \times 10^{-3}\%$)

Растительность	Lim	Lim X_1-X_n	С а.	% С а.
Деревья	2 – 800	37 – 200	1% - 5%	18% - 35%
Кустарники	1 – 300	7 – 150	0,7% - 1%	4% - 5%
Травы	1 – 200	7 – 31	0,05%-0,1%	1%

пород, произрастающих на почвах, почвообразующими породами для которых являются меловые отложения, характерно присутствие высоко аномальных содержаний Mn (1-6%), для древесных пород на среднеюрских породах концентрация аномальных содержаний в единичных случаях достигает 1%. По видимому, благодаря процессу растворения марганцевых конкреций в почвах на меловых отложениях, Mn более доступен, что определяет более высокие средние и аномальные содержания в растительности.

На основе корреляционного анализа выявляется в растительности ассоциация (Mn-Cr-Ni-Cu), причем наиболее сильными являются связи Mn-Cr и Mn-Ni. Связи Mn с Cu и Pb выражены неустойчиво и практически отсутствуют связи Mn с Ti, Zn, Co, V [3]. Связи Mn-Cr, Mn-Ni усиливается с повышением среднего содержания и достигает наибольшей силы в листьях бука, граба, дуба.

В растительности продукции с/х производства содержание Mn на уровне содержания в кустарниках и разнотравье. Низкое содержание Mn в семенах, фруктах, корнеплодах отмечается в сводке,

проводимой в работе Кабата-Пендиас [1]: среднее содержание Mn в пищевых продуктах растительного происхождения (кукуруза, фасоль, свекла, морковь, лук, картофель, томаты, яблоки, апельсины) составляет $0,4-30 \times 10^{-3} \%$.

В почвах и растительности колчеданных месторождений (Кацдагское медно-пирротинное, Филизчайское колчеданно-полиметаллическое) и золото-полиметаллических рудопроявлений (Дагкесаменское и Перзаманлинское золото-полиметаллические) содержание Mn варьирует в пределах геохимического фона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989, С.350
2. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. - М., 1999, С.763
3. Рагим-заде А.И., Бабаев Ф.М. К вопросу о корреляционных связях между элементами в растительности // Журнал «Успехи современного естествознания», №6, 2008, С.17-20.

MANGANESE IN THE ROCKS, SOILS, PLANTS OF THE SOUTH SLOPES IN THE GREAT CAUCASUS

Isayev S.A., Raghim-zadeh A.I., Babaev F.M.
Baku State University, Baku, Azerbaijan

The content and distribution of Mn in the rocks, soils, in the leaves of wood, grassy vegetation of the background landscape, of the agro landscape and of the pyrites layers have been studied.

Key words: vegetation, the pyrites layers, manganese, the Great Caucasus