

О ВИДАХ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И К ИХ БИОГЕОХИМИИ НА СЕРПЕНТИНИТАХ БАССЕЙНА р.ВЕДИ (ВЕДИНСКАЯ ОФИОЛИТОВАЯ ЗОНА ЗАКАВКАЗЬЯ)

© 1999 г. М. А. Сатиан*, В. А. Манамян**, И. Н. Мальгошева*

**Институт геологических наук НАН РА*

375019 Ереван, пр.Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения

***Институт ботаники НАН РА*

375063 Ереван, Аван

Поступила в редакцию 23.06.98

Исследована растительность на серпентинитах верховий р.Веди (Хосровский заповедник), выявлен ограниченный видовой состав растительности сравнительно с растительностью на вмещающих серпентиниты породах, анализированы содержания в золе растений магния, хрома, никеля, кобальта и ванадия и соотношения с содержаниями этих элементов в серпентинитах, обсуждены экологические условия развития растительности.

Интерес к растительности на серпентинитах предопределяется уникальным составом этих пород – высокой магнезиальностью и крайне низкими содержаниями кальция, натрия, калия – важнейших химических элементов жизнедеятельности. К настоящему времени также выявлена биоактивность минералов группы серпентина, что придает серпентинитам большую актуальность и значение в экологических оценках [7,8].

Территория Армении отличается значительным развитием пород офиолитовой ассоциации, к которым приурочены выходы серпентинизированных ультрабазитов. Из известных трех офиолитовых зон – Севано-Акеринской, Зангезурской и Вединской – серпентиниты последней выбраны как объект исследования прежде всего ввиду высокой геологической и ботанической изученности территории Хосровского заповедника.

Краткая геологическая характеристика офиолитовой ассоциации басс. р.Веди

В верховье басс. р.Веди выходы офиолитовой ассоциации слагают ядро Вединского антиклинория (рис.1). В разрезе выделяется известняково-кремнисто-вулканогенная формация позднеюрского-валанжинского возраста. Ее протрузивно прорывают и по мелким пологим надвигам перекрывают пластины и брекчированные близвертикальные тела серпентинизированных ультрабазитов, размеры которых обычно не превышают 100-150 м²; хотя известны и более крупные выходы, как, например, по левобережью верховья р.Веди, в верховье р.Манкук – их площадь достигает первых нескольких кв.км. Выше по разрезу на породах известняково-кремнисто-вулканогенной толщи, местами же и на серпентинитах, залегают щелочные базальты, относимые к альб-раннеконьякскому времени. В верхах разреза нередко субвулканические трахиты и их потоки, по всему разрезу базальтов прослеживаются мелкие линзы, реже пласты микрозернистых известняков с остатками поздне-меловых фораминифер. В отличие от нижней верхняя вулканогенная

толща гораздо менее дислоцирована и к южному краю офиолитовой зоны фациально замещена мелководными известняково-терригенными отложениями [5]. В ее пределах серпентиниты крайне редки: мелкие протрузии в ядрах складок. Состав серпентинитов весьма однообразен: это существенно хризотил, изредка антигорит и брусит — минералы группы серпентина, слагающие до 90-98% породы. Оливин, практически полностью замещен серпентином, отмечается мелкая россыпь магнетита. В минеральном составе шлихов в иммерсии выявляются редкие авгит и диопсид, изредка встречаются зерна титан-авгита, отмечены актинолит и тремолит, из аксессуарных — бесцветный и желтоватый гранат андрадитовой группы, хромит и пикотит, циркон, встречается флюорит. Нижняя вулканогенная толща вмещает диатремы туфов щелочных витрических лампрофиров, диаметром не более 150 м, а также субвулканические витрические андезиты, диаметром от нескольких десятков до сотен метров.

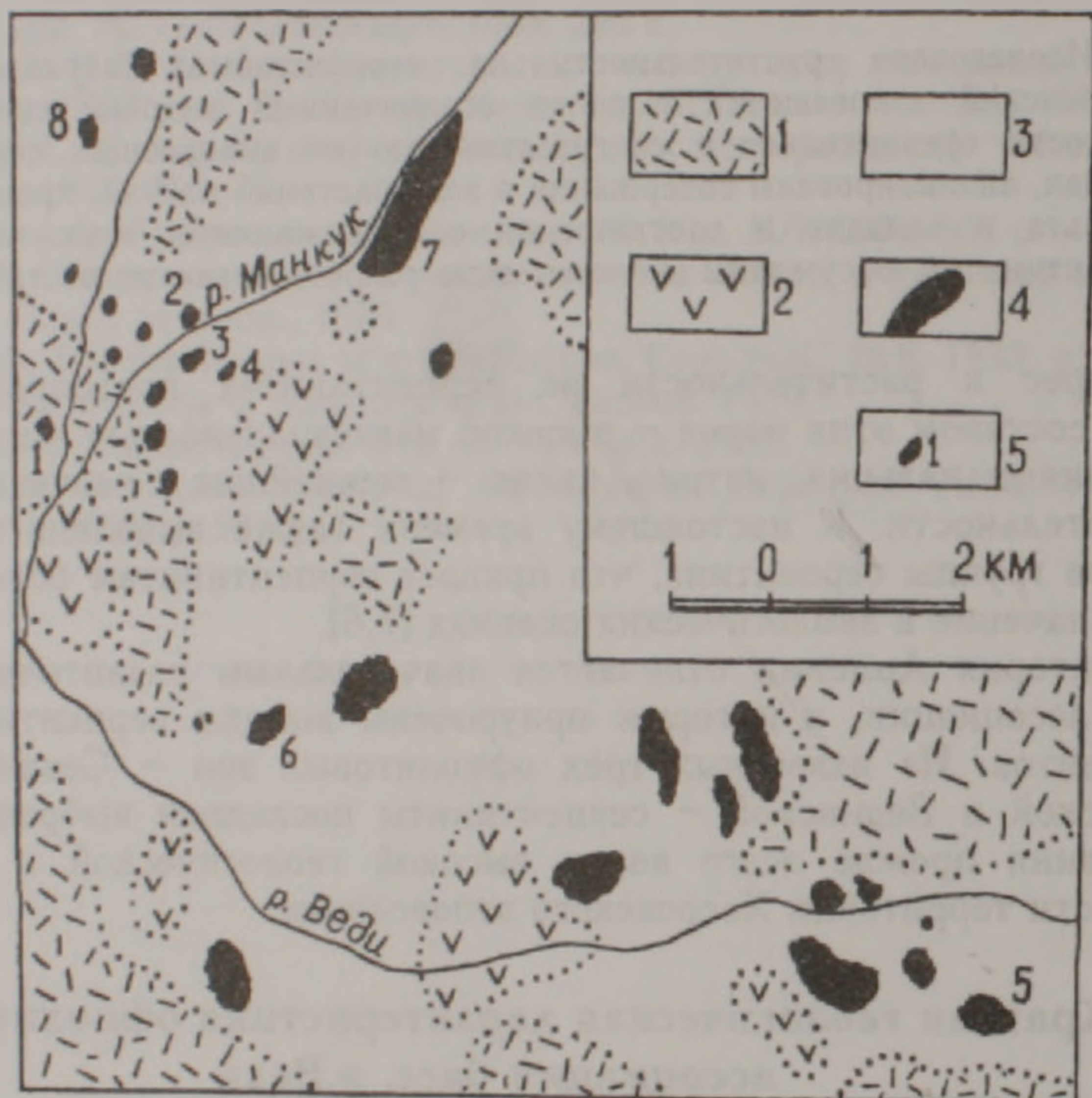


Рис.1. Схема геологического строения верхний басс. р.Веди. Усл. обозн 1. Надофиолитовый комплекс (без расчленения). Поздний коньяк-кайнозой. 2. Субвулканические витрические андезиты. Поздний мел. 3. Известняково-базальт-щелочнобазальт-трахитовая толща. Поздняя юра — ранний коньяк. 4. Выходы серпентинитизированных ультрабазитов. 5. Пункты отбора растительности с серпентинитов.

Растительность на серпентинитах. Исследования проводились на площади до 100 км² на высотах от 1400 до 1800 м над ур.м., климатические условия сухие, континентальные, с большим перепадом температур за сутки и по временам года. Среднемесячная температура воздуха в августе достигает +22-27°C при максимальной до +40°C и при абсолютном минимуме зимой до -30°C (средняя в январе -7°C). Осадки незначительные — около 250-350 мм в год, в основном в зимне-весенний период, снежный покров неглубокий. Относительная влажность воздуха летом 30-35%, зимой — 60-65% [1,10]. Почвы пестроцветные и каштановые, маломощные, хрящеватые, относятся к почвам сухих степей. Флора горно-ксеро-

фильных и фриганоидных формаций насчитывает более 1000 видов. Она перемежается с формирующимися из *Juniperus polycarpus* C.Koch редколесьями на склонах гор басс. рек Веди и Манкук. На отдельных участках выступают как фоновые *Stachys inflata* Benth, *Teucrium polium* L., *Artemisia fragrans* Willd., *A. incana* L. Ксерофильные кустарники представлены видами *Amygdalus fenzliana* (Fritsch) Lipsky, *Rhamnus pallasii* Fisch et C.A.Mey., *Atraphaxis spinosa* L., камеденосными *Astragalus microcephalus* Willd., *A. strictifolius* Boiss., кустами *Rosa canina* L. (S.st.). На склонах северных экспозиций примешиваются виды, характерные для лесных формаций — *Lonicera iberica* L., *L. caucasica* Pall., *Jasminum fruticans* L., *Berberis vulgaris* L. Проведенные в сентябре-октябре исследования растительности на серпентинитах и некоторых смежных породах (лампрофировых туфах и радиоляритах) приводят к выводу о скудности растительности на серпентинитах по их количеству и видовому составу (табл.1). По числу видов и родов главенствуют семейства *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Apiaceae*, *Rosaceae*, *Scrophulariaceae*.

Таксономический состав растительности на серпентинитах наиболее разнообразен на склонах северо-западных экспозиций. Низкая механическая прочность серпентинитов и их тектоническая раздробленность обуславливают механическое выветривание поверхности обнажений пород и несохранность почвенного покрова. Он образуется лишь в редких условиях склоновых оползней — на оползневых площадках. Как правило, они покрыты аллохтонными почвами (рис.1, обн.8). На остальных оголенных беспочвенных склонах растения корнями уходят в рыхлую дресву серпентинитов.

Распределение магния, хрома, никеля, кобальта и ванадия в растениях на серпентинитах. Выбранный геохимический спектр определяется особенностями состава серпентинитов: необходимо оценить вклад материнских пород в формировании минерального (химического) состава растений, их способность концентрировать те или иные элементы.

Аналитические методы: спектральный приближенно-количественный анализ золы растения (спектрометр ДФС-13, с использованием соответствующих эталонов), проведены также контрольные силикатные химические анализы на магний, кремнезем. Всего проведено анализов 150 проб золы растений (лаборатория ИГН). Для оценки вероятного источника заимствования растениями химических элементов проведен минералогический анализ серпентинитов и геохимическое их изучение.

Содержание магния, а также микроэлементов в золе растений приведено в таблице 2. Для сопоставления проанализированы растения на туфах лампрофиров, соседствующих с выходами серпентинитов, и на радиоляритах. Также использованы данные по химизму этих материнских пород. Всего проанализированы спектральным методом 35 проб золы растений на туфах и радиоляритах.

Результаты показывают весьма значительные вариации содержаний химических элементов в золе разных видов внутри одного семейства, при этом представители семейства *Lamiaceae*, как отмечалось, фоновые, способны концентрировать все изученные элементы, исключая ванадий, тогда как другие растения выделяются по способности концентрировать один или два из изученной группы элемента. Практически все растения, растущие на серпентинитах, содержат повышенное количество магния. В этом отношении их среднее содержание (табл.2) отражает характерную особенность вовлекать магний в состав и корней, и надземной части. Относительно высокое содержание магния обнаружено в корнях *Bupleurum exaltatum* Bieb., *Chondrilla juncea* L. и в листьях *Ephedra procera* Fisch. et C.A.Mey.

Таксономический состав флоры на серпентинитах бассейна рр. Веди и Манкук

Семейство, род, вид	Точка сбора растений	Семейство, род, вид	Точка сбора растений
Apiaceae	6	<i>Melilotus officinalis</i> L.	5;6; 8*
<i>Astrodaucus oritntalis</i> (L.) Drude	1;6;7; 8*	<i>Onobrychis cornuta</i> (L.) Desv.	3
<i>Bupleurum exaltatum</i> Bleb.		Hypericaceae	
<i>Echinophora orientalis</i> Hegde	7	<i>Hypericum</i> sp.	3
<i>Eryngium billardieri</i> Delar.	6	<i>Hypericum perforatum</i> L.	3;7
Apocinaceae		Lamiaceae	
<i>Trachomitum venetum</i> (L.) Woods	6	<i>Marrubium</i> sp.	2
Asteraceae		<i>Salvia verticillata</i> L.	1;3
<i>Achillea</i> sp.	2;3	<i>Saturea laxiflora</i> C Koch	8*
<i>Artemisia fragrans</i> Wild.	5;6	<i>Stachys inflata</i> Bernth	1;4;6;8*
<i>Artemisia incana</i> (L.) Druce	5;8	<i>Stachys lavandulifolia</i> Vahl.	1;4
<i>Centaurea</i> sp.	6	<i>Teucrium polium</i> L.	1;6
<i>Chondrilla juncea</i> L.	1	<i>Thymus kotschyanum</i> Boiss et Hohen	6
<i>Cichorium intibus</i> L.	5;6	Plantaginaceae	
<i>Helichrysum</i> sp.	1	<i>Plantago lanceolata</i> L.	6
<i>Helichrysum undulatum</i> Ledeb.	6	Poaceae	
<i>Reichardia glauca</i> Matthews	1;7; 8*	<i>Agropyron</i> sp.	6;8*
<i>Serratula coreacea</i> Fisch. et C. Mey	6;7	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	8*
<i>Tanacetum argyrophyllum</i> C. Koch	6	<i>Botriochloa ischaemum</i> (L.) King	8*
<i>Tragopogon</i> sp.	8*	<i>Fragmites australis</i> (Cav.) Trin.	8*
<i>Xantium strumarium</i> L.	8*	Polygonaceae	
<i>Tussilago farfara</i> L.	5	<i>Atraphaxis spinosa</i> L.	1;2;6
Capparaceae		Resedaceae	
<i>Cleome iberica</i> DC.	8*	<i>Reseda lutea</i> L.	8*
Caryophyllaceae		Rhamnaceae	
<i>Acanthophyllum murconatum</i> C.A Mey	6	<i>Rhamnus pallasii</i> Fisch. et C.A Mey	6
Chenopodiaceae		Rosaceae	
<i>Chenopodium botrys</i> L.	2;8*	<i>Crataegus laciniata</i> Ucria	5
Cupressaceae		<i>Poterium polygamum</i> Waldst.	6
<i>Juniperus polycarpus</i> C Koch	2	<i>Rosa</i> sp.	5
Ephedraceae		Rubiaceae	
<i>Ephedra procera</i> Fisch. et C.A Mey	1	<i>Asperula glomerata</i> (Bieb.) Griseb.	6
Euphorbiaceae		Scrophulariaceae	
<i>Euphorbia orientalis</i> L.	6;7;8*	<i>Scrophularia rupestris</i> Bieb. ex Willd.	8*
<i>Euphorbia seguierana</i> Neck.	6	<i>Scrophularia thesioides</i> Boiss et Buhse	7;8*
Fabaceae		<i>Verbascum cheiranthifolium</i> Boiss.	8*
<i>Astragalus microcephalus</i> Willd.	1;6;7	Bryopsida	
<i>Astragalus strictifolius</i> Boiss	3	<i>Tortula ruralis</i> (Hedw.) Crome	1

Примечание: цифрами (1-7) указаны места сбора растений на серпентинитах (см. карту – рис.1); 8* – сборы с выхода серпентинитов с аллохтонной почвой (обн. №8).

Средние содержания химических элементов в золе растений
на серпентинитах (в вес. %)

Семейство	Mg	Cr	Ni	Co	V
Apiaceae (17)	8,09	0,018	0,012	0,002	0,0053
Apocinaceae (2)	5,85	0,0067	0,013	0,0007	0,0025
Asteraceae (43)	8,84	0,023	0,027	0,0023	0,006
Capparaceae (2)	10,3	0,023	0,012	0,003	0,0042
Caryophyllaceae (2)	10,8	0,027	0,015	0,002	0,0095
Chenopodiaceae (4)	11,1	0,025	0,032	0,0025	0,0041
Euphorbiaceae (8)	10,44	0,024	0,017	0,003	0,011
Fabaceae (15)	9,24	0,021	0,031	0,0028	0,036
Hypericaceae (5)	6,78	0,014	0,0056	0,0026	0,0073
Lamiaceae (25)	8,8	0,04	0,033	0,004	0,0058
Plantaginaceae (1)	10,0	0,018	0,013	0,001	0,0083
Poaceae (7)	7,4	0,02	0,031	0,003	0,008
Polygonaceae (5)	12,92	0,011	0,013	0,0034	0,0083
Resedaceae (3)	9,43	0,035	0,015	0,0025	0,007
Rhamnaceae (1)	5,6	0,002	0,002	—	0,0042
Rosaceae (5)	6,4	0,012	0,026	0,0012	0,011
Rubiaceae (2)	6,2	0,025	0,036	0,0013	0,009
Scrophulariaceae (4)	5,37	0,021	0,0094	0,003	0,0068
Серпентиниты (15)	19,7	0,234	0,165	0,001	0,015

Примечание: в скобках — число образцов (то же в табл. 3)

Из растений — концентраторов никеля [11,12] на серпентинитах более высокие содержания Ni обнаружены в корнях *Astragalus strictifolius* Boiss (0,5%), в листьях *Atraphaxis spinosa* L. (0,1-0,75%), повышенные содержания свойственны корням *Bupleurum exaltatum* Bieb., *Reichardia glauca* Mattews, *Teucrium polium* L. и листьям *Salvia verticillata* L. (0,075-0,09%), *Chondrilla juncea* L. Пики содержания кобальта в растениях на серпентинитах практически не выявляются. Относительно высокие содержания Co отмечены в золе растений на лампрофирах: *Euphorbia orientalis* L. (0,048). Содержание хрома в корнях *Helichrysum* sp. достигает 0,056-0,075%, а в листьях и корнях *Salvia verticillata* L. — 0,056-0,075%, в корнях *Teucrium polium* L. — 0,056%, примерно то же количество в листьях *Tortula ruralis* (Hedw.) Crome. Содержание хрома в золе растений на серпентинитах устойчиво превышает таковые в растениях на туфах щелочных лампрофиров и особенно на радиоляритах. Высокие содержания ванадия определены в листьях *Helichrysum* sp. (0,013-0,015%).

При анализе этих результатов следует исходить из форм нахождения химических элементов в породах субстрата и устойчивости минерала-

носителя относительно разложения корнями растений, трещинными и внутрипоровыми водами. Высокие значения коэффициента концентрации магния и некоторых других элементов в туфах щелочных лампрофиров вызваны тем, что основную массу этих пород составляют легко разлагаемые щелочно-основные вулканические стекла, главные носители изученных химических элементов.

Таблица 3

Средние содержания химических элементов в золе растений на туфах щелочных лампрофиров и радиоляритах (в вес. %)

Семейство	Mg	Cr	Ni	Co	V
В золе растений на туфах лампрофиров					
Apiaceae (4)	7.65	0.025	0.009	0.009	0.015
Asteraceae (2)	9.5	0.014	0.009	0.002	0.0042
Euphorbiaceae (4)	8.1	0.024	0.018	0.020	0.0037
Lamiaceae (9)	6.98	0.019	0.010	0.033	0.0033
Poaceae (2)	2.8	0.009	0.009	0.0013	0.005
Scrophulariaceae (2)	10.0	0.007	0.002	0.0006	0.002
Cupressaceae (1)	5.6	0.01	—	0.0008	0.01
Среднее	7.23	0.015	0.0095	0.005	0.006
В золе растений на радиоляритах					
Lamiaceae (9)	3.1	0.007	0.037	0.0009	0.0037
Scrophulariaceae (2)	2.4	0.015	0.004	0.0008	0.003
Породы					
Туфы щелочных лампрофиров	4.30	0.022	0.018	0.0045	0.016
Радиоляриты	0.78	0.007	0.0037	0.0009	0.0037

Таким образом, свойства адаптации растений к возможности концентрации химических элементов должны быть учтены, наряду с устойчивостью к разложению пород, что predetermined не только внешними факторами воздействия (климат, гидрогеохимия, способность растений разлагать породу), но и петрографо-минералогическими их особенностями.

Приведенные в таблицах 2, 3 средние содержания химических элементов в золе растений и в породе субстрата примерно отражают картину для каждого семейства и могут быть использованы для выявления некой тенденции концентрировать растениями химические элементы в виде ряда концентраций. Для растений на серпентинитах этот ряд ($Mg > V > Co > Cr > Ni$) несколько отличается от ряда концентраций для растений на туфах щелочных лампрофиров ($Mg > Cr > Ni > Co > V$) и на радиоляритах ($Mg > Cr > V > Cr > Ni > Co$).

Остается не изученным воздействие пород на растение физическим полем, выявленным для минералов группы серпентина [7]. В первом приближении оно связано с их кристаллической структурой и частотой ее колебаний. Вопрос этот заслуживает специального изучения. Дресва

серпентинитов непосредственно включает корни растений и контактное полевое воздействие на них здесь вероятно. Отметим, что аппликация некоторых минералов группы серпентина на раковые клетки человека вызывает лизис этих клеток [7]. Кроме того, статистически обнаружено, что у проживающих на магнезиальных почвах людей менее проявлены раковые заболевания, хотя интерпретация механизма воздействия — химического или физического остается далеко неясной.

В завершение обзора подчеркнем, что выявлен резко ограниченный видовой состав растений на серпентинитах сравнительно с растительностью всего исследованного региона.

Содержание макро- и малых химических элементов в растениях на серпентинитах по источнику явно связано с породами субстрата.

Намечается зависимость уровня концентрации микроэлементов в растениях от петрографо-минералогических особенностей породы субстрата, форм нахождения химических элементов в породе. Перспективно изучение физического, полевого воздействия минералов пород субстрата на растения в дополнение к выявляемым химическим связям между субстратом и растениями.

Серпентиниты имеют значительное развитие на территории Армении — наиболее крупные их массивы сосредоточены на Базумском и Севанском хребтах (Севано-Акеринская офиолитовая зона), относительно меньшие — в Зангезурской и Вединской офиолитовой зонах. Серпентиниты оказывают решающее влияние на формирование магнезиального состава вековых вод оз.Севан [6], подземных минерализованных вод. Таким образом, проблема экологии на выходах серпентинитов — одна из актуальных для региона и заслуживает дальнейших комплексных исследований, включая вопросы широкого развития эндемичных форм растений [3,11], концентрирования макро- и микроэлементов, более общие проблемы историко-геологического взаимодействия серпентинитов и биосферы.

Работа выполнена в рамках темы 96-113, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

ՎԵՂԻ ՓԵՏԻ ՎԵՐԻՆ ՀՈՍԱՆՔԻ ԱՎԱԶԱՆՈՒՄ ՍԵՐՊԵՆՏԻՆԻՏՆԵՐԻ ՎՐԱ ՏԱՐԱԾՎԱԾ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԿԵՆՍԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱՆ (ԱՆԴՐԿՈՎԿԱՍԻ ՎԵՂՈՒ ՕՖԻՈԼԻՏԱՅԻՆ ՓՈՏԻ)

Մ. Ա. Սաթրիան, Վ. Ա. Մանակյան, Ի. Ն. Մալգոշևա

Ա մ փ ո փ ու մ

Վեղու գետափազանում (Խոսրովի արգելանոց) սերպենտինիտների վրա հայտնաբերված է սահմանափակ տեսակային կազմի բուսականություն, ապարների որոնք գրեթե զուրկ են գոյապահպանման համար կարևորագույն Ca, Na, K էլեմենտներից: Ուսումնասիրված են Mg, Cr, Ni, Co և V-ի կազմը սերպենտինիտների և բոլսերի մոխրի մեջ, նրանց հարաբերական կոնցենտրացիան և չափերը:

Քննարկված են բոլսերի կազմից սուբստրատի ապարներին պատկանող քիմիական էլեմենտների կուտակման հարցերը:

THE SPECIES OF PLANTS AND THEIR BIOGEOCHEMISTRY ON THE SERPENTINITES IN THE VEDY RIVER BASIN (THE VEDY OPHIOLITE ZONE OF THE TRANSCAUCASUS)

M. A. Satian, V. A. Manakyan, I. N. Malgasheva

A b s t r a c t

The Vegetation growing on Serpentinities in the Yedy River upstreams (the Khosrov reservation) has been studied. A restricted species composition of the Plants on serpentinites was found. Magnesium, chrome, nickel, cobalt and vanadium concentrations in plants ashes and relation to these elements concentration in the serpentinites were analyzed. Ecological conditions are also discussed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багдасарян А.Б. Климат Армянской ССР. Ереван: Изд.АН Арм.ССР, 1958, 140 с.
2. Иванова А.В. Можжевельные редколесья Южной Армении. Ереван: Тр.БИН АН Арм.ССР, 1946, с. 109-155.
3. Ковальский В.В., Петрунина Н.С. Геохимическая экология и эволюционная изменчивость растений. Сб. Проблемы геохимии. М.: Наука, 1965, с. 565-578.
4. Ренгартен В.П. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. Региональная стратиграфия СССР, т. 6, М.: Наука, 1959, 540 с.
5. Сатиан М.А. Офиолитовые прогибы Мезотетиса. Ереван: Изд.АН Арм.ССР, 1984, 193 с.
6. Сатиан М.А. Геохимия донных осадков и геологическое строение оз.Севан. Изв. АН Армении, Науки о Земле, 1990, №2, с. 3-15.
7. Сатиан М.А., Хангельдян А.Г. Патент №439. Патентное управление Республики Армения, 1997.
8. Сатиан М.А. К геоэкологии серпентинитов. ДНАН РА. т.97, №4, 1997, с. 57-60.
9. Тахтаджян А.Л., Федоров Ан.А. Флора Еревана, Л.: Наука. 1972, 396 с.
10. Физическая география Армянской ССР. Ереван, 1948, 316 с.
11. Brooks R.R., Dunn C.E., Edmondson J., Targuisti K., Asensi A., Reeves R.D. Phytosociological and biochemical observation on the serpentinites vegetation of the Betic Riffian ultramafic of Spain and Morocco. "Ofioliti", №2, 1995, p. 67-80.
12. Petrovic B., Delic G., Tatic B., Marin P. The effect of Geological substratum on the morphology and chemical composition of the plants organs of *Verbascum phoeniceum* L. In IX Colloque (meeting) Optima (IX8), Paris, 12-17 May, 1998.