

УДК 550.42

## ТИТАН В РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЮЖНОГО, ЮГО-ВОСТОЧНОГО СКЛОНОВ Б.КАВКАЗА И АБШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

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

*Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан*  
[akperova\\_science@mail.ru](mailto:akperova_science@mail.ru)

В работе рассмотрено содержание Ti в дикорастущей растительности, в кормовой и плодовоовощной растительности, а также корреляционные зависимости Ti с Cu, Pb, Co, Ni, V, Cr, Mn, Zn.

**Ключевые слова:** Большой Кавказ, растительность, титан

## TITAN IN THE VEGETATION OF THE SOUTH AND SOUTH- EAST SLOPES OF THE GREAT CAUCASUS AND THE APSHERON PENINSULA

A.I. Raghim-zadeh, S.A. Isayev, F.M. Babayev

*Baku State University, Baku, Azerbaijan*

It was investigated the content and distribution of Ti in vegetation of the background landscape, of the agro landscape and correlation connection Ti with Cu, Pb, Ni, V, Cr, Mn.

**Keywords:** The Great Caucasus, vegetation, titan

Для региона исследований характерно большое разнообразие растительных ассоциаций. Растительный покров субальпийского пояса представлен сочетанием различных лугов с субальпийским редколесьем. Растительность в среднегорном и низкогорном лесном поясе представлена широколиственными, обычно многоярусными лесами. Абшеронский полуостров по геоботаническому критерию представляет равнинные пустыни с преоб-

ладанием полынно-солянковой и эфемерной растительности.

В табл. 1 представлено содержание Ti в растительности региона (зола листьев, спектральный анализ). Согласно усредненным данным, содержание Ti в растительности на юрских отложениях составляет ( $n \times 10^{-3}\%$ ): 9, на нижнемеловых отложениях – 14, на верхнемеловых и неоген-четвертичных отложениях – 46-42, на четвертичных отложениях Абшеронского п-ва –  $11 \times 10^{-3}\%$ . Т.о. почвенно-геохимический фактор обу-

славливает разнообразие содержаний  $Ti$  в зависимости от геохимических особенностей почвообразующих пород. В частности, выявляется зависимость содержания  $Ti$  в растительности от валового содержания  $Ti$  в почвах: с увеличением содержания  $Ti$  с  $230 \times 10^{-3}\%$  в почвах на юрских и нижнемеловых отложениях до  $367-469 \times 10^{-3}\%$  в почвах на верхнемеловых и неоген-четвертичных отложениях содержание  $Ti$  в растительности поднимается с  $9-14 \times 10^{-3}\%$  до  $42-46 \times 10^{-3}\%$ . На основе ранговой корреляции выявляется, что в пределах варьирования средних содержаний  $Ti$  в почвах  $97-369 \times 10^{-3}\%$  и  $7-24 \times 10^{-3}\%$  в растительности (южный склон) зависимость между содержанием  $Ti$  в почве и растительности является незначительной ( $N=17$ ,  $r_{расч} = 0,52$  при  $r_{5\%} = 0,48$ ). При расширении пределов варьирования  $Ti$  в почвах до  $586 \times 10^{-3}\%$  и в растительности до  $53 \times 10^{-3}\%$  (южный и юго-восточный склоны) корреляция между содержанием  $Ti$  в почвах и растительности является существенной на 1% уровне значимости ( $N=28$ ,  $r_{расч} +0,56$  при  $r_{1\%} = 0,48$ ).

Вместе с тем, несмотря на минимальное содержание  $Ti$  в почвах на четвертичных породах Абшеронского п-ва ( $13-33 \times 10^{-3}\%$ ) содержание  $Ti$  в растительности составляет  $8-18 \times 10^{-3}\%$ , т.е. варьирует в пределах содержания  $Ti$  в растительности на юрских и нижнемеловых отложениях, содержание  $Ti$  в почвах которых составляет  $230 \times 10^{-3}\%$ .

Такое распределение связано с особенностями почвенно-геохимических условий, в частности подвижность  $Ti$  и доступность зависит от степени щелочности среды [3].

Для  $Ti$  характерна низкая интенсивность биологического поглощения растительностью. В регионе величина КБП составляет  $0,03-0,06-0,11-0,09-0,5$ , что согласуется с КБП  $Ti$  ( $0, n-0, 0n-0, 00n$ ), по А.И.Перельману и Н.С.Касимову [3].

Анализ содержаний  $Ti$  по отдельным видам растений показывает, что содержание  $Ti$  в них не выходит за пределы колебаний по растительности региона, что свидетельствует о том, что систематическая принадлежность не влияет на концентрацию  $Ti$  (пределы средних содержаний  $Ti$  в растительности на юрских отложениях составляют  $6-10 \times 10^{-3}\%$ , на верхнемеловых –  $12-16 \times 10^{-3}\%$ , на нижнемеловых –  $28-53 \times 10^{-3}\%$ , на неоген-четвертичных –  $30-46 \times 10^{-3}\%$ , на четвертичных отложениях Абшеронского п-ва –  $10-15 \times 10^{-3}\%$ ). Самое высокое среднее содержание выявлено в душице –  $57-62 \times 10^{-3}\%$ . Содержание  $Ti$  в древесных, кустарничковых и травянистых видах растений варьирует в близких пределах.

Заметной аккумулярующей способностью по отношению к  $Ti$  обладает луговая растительность, произрастающая в субальпийском поясе на ааленских отложениях ( $n \times 10^{-3}\%$ ):

Таблица 1

**Содержание Ti в растительности (nх10<sup>-3</sup>%)**

Растительность	N	Lim	LimX <sub>I</sub> -X <sub>II</sub>	X	КБП
Южный и юго-восточный склон Б.Кавказа					
Верхне- и среднеюрские отложения, J <sub>2</sub> -J <sub>3</sub>					
Граб	79	1 - 30	10 - 14	10	0,04
Бук	46	н. -20	2 - 9	7	0,03
Дуб	13	н. -10	5 - 9	6	0,03
Среднее	138	н. -30	2 - 14	9	0,03
Почва	300	н. -700	155 - 338	230	
Нижнемеловые отложения, K <sub>1</sub>					
Граб	363	н. -60	15 - 18	16	0,07
Бук	309	н. -60	7 - 24	14	0,06
Дуб	148	н. -40	11 - 14	12	0,05
Карагач	140	н. -30	12 - 12	12	0,05
Клен	17	1 -50	10 - 13	12	0,05
Лещина, боярышник, кизил, бузина, алыча					
	125	1 -60	5 - 14	13	0,06
Папоротник	60	1 -40	12 - 17	14	0,06
Среднее	1162	н. -60	5 - 24	14	0,06
Почвы	685	н. -300	97 - 369	226	
Верхнемеловые отложения, K <sub>2</sub>					
Граб	134	10 -100		53	0,13
Бук	58	10 -60		28	0,07
Дуб	84	1 -100		48	0,12
Клен	32	10 -100		34	0,08
Алыча, скумпия, виноград					
	51	10 -100	34 - 50	42	0,10
Папоротник	5	40 -300		100	0,24
Разнотравье	29	1 -70	38 - 39	39	0,10
Душица	41	20 -100		57	0,15
Среднее	434	1 -100	34 - 57	46	0,11
Почвы	400	н. -1000	135 - 586	367	
Неоген – четвертичные отложения, apN <sub>2</sub> ap-Q <sub>1</sub>					
Граб	88	н. -100		39	0,13
Бук	94	9 -400	39 - 48	46	0,09
Дуб	56	2 -100	21 - 50	46	0,11
Клен	53	10 -100		29	0,06
Лещина, береза, боярышник					
	80	10 -80	27 - 36	30	0,06
Разнотравье	67	10 -100	23 - 47	36	0,08
Душица	42	20 -100		62	0,13
Среднее	480	н. -400	21 - 50	42	0,09
Почвы	202	10 -1000	434 - 505	469	
Абшеронский полуостров, Q <sub>II</sub> hz+Q <sub>III</sub> hv+Q <sub>IV</sub> m					
В.колючка	681	3 -30	10 - 13	10	0,52
Полынь	292	5 -30	11 - 18	13	0,60
Лебеда	44	5 -40	14 - 17	15	0,75
Солодка	105	5 -30	10 - 18	12	0,60
Фенхель, ситник, шведка, кермер, костер					
	34	5 -30	8 - 16	12	0,60
Сосна, маслина, кипарис, лох, инжир					
	105	5 -50	9 - 15	12	0,60
Среднее	1261	3 -50	8 - 18	11	0,52
Почва	458	10 -50	13 - 33	20	

Примечание: Lim X<sub>I</sub>-X<sub>II</sub> – пределы средних содержаний по участкам

Семейство	Вид	N	Lim	X	C <sub>аном.</sub>
Злаковых	Мятлик	18	2 - 60	20	500x2, 400, 100x2
Луковых	Лук	86	н. - 60	24	500, 200, 100, 80
Губоцветных	Чабрец	13	н. - 60	16	300, 200x3, 100, 80

В зависимости от геохимических условий в каждом виде растений имеют место значительные отклонения средних содержаний Ti, до уровня значимости. Например, в буке среднее содержание Ti варьируется от 7 до 46x10<sup>-3</sup>%, т.е. различия в содержании Ti в одном виде растений достигает уровень существенности. Анализ распределения Ti в отдельном виде выявляет широкий диапазон между минимальными и максимальными содержаниями внутри вида (Lim н. - 100x10<sup>-3</sup>%). В совокупности это свидетельствует о «значительном индивидуальном разнообразии количественного содержания одного и того же химического элемента в условиях од-

ной популяции. Химический элементарный состав отдельных видов при экологическом изучении организмов оказывается изменчивым, зависящим от условий среды в такой степени, что не может чаще всего или вообще считаться систематическим признаком» [2].

В растительной продукции с/х производства юго-восточного склона Б.Кавказа (зерно пшеницы и ячменя, алыча, яблоки, вишня, слива, черешня, картофель, помидоры, огурцы, баклажаны, свекла, сено, N-185) содержание Ti варьирует в пределах геохимического фона (nx10<sup>-3</sup>%): Lim 10-70, LimXI-XII – 11-26, X – 18, КБП – 0,05-0,11, почва 246x10<sup>-3</sup>%.

**Таблица 2**  
**Корреляционные связи Ti в растительности южного склона Б.Кавказа, существенные с 5% уровня значимости**

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

Корреляционный анализ выявляет, что для Ti в биологических структурах листьев (южный склон Б.Кавказа) характерны тесные связи с Cr, неустойчивые связи с Pb, Ni, Mn, V и практически отсутствие зависимости от содержания Zn, Co, Cu, причем среди единичных связей Ti с Zn, Cu встречаются и отрицательные зависимости, что свидетельствует о возможном антагонизме между этими элементами (табл. 2).

В травянистой растительности Абшеронского п-ва наблюдается ослабление

связи Ti-Cr (выражена в 46% совокупности), усиление связи с Pb, Ni, Mn, V (в 40-70% совокупности), отсутствуют связи Ti с Zn, Cu, Co (табл.3). Таким образом, для Ti в листьях древесных пород и травянистой растительности характерна положительная зависимость с Cr, Pb, Ni, Mn, V (от неустойчивой до плотной в зависимости от биогеохимических условий) и отсутствие зависимости с Zn, Cu, Co.

**Таблица 3**

**Корреляционные связи Ti в растительности Абшеронского полуострова, существенные с 5% уровня значимости**

Растит-ть	Ti	Cr	Pb	Ni	Mn	Zn	Co	V	Cu	
В.колючка	Ti			Ni		-Zn			-Cu	288
В.колючка	Ti	Cr	Pb	Ni			-			313
В.колючка	Ti		Pb	Ni			-			343
В.колючка	Ti		Pb	Ni			-	V		353
В.колючка	Ti	Cr Cr		Ni			-			382
В.колючка	Ti	Cr		Ni			-		Cu	375
В.колючка	Ti			Ni	Mn		-	V		384
Полынь	Ti	Cr			Mn			V		289
Полынь	Ti				Mn					292
Полынь	Ti		Pb	Ni	Mn		-	V		314
Солодка	Ti				Mn		-	V		345
Сосна	Ti	Cr	-Pb							292
	Ti		Pb	Ni				V	Cu	300н

**Таблица 4**

**Сравнение средних содержаний Ti в растительности (nx10-3%) – критерий Стьюдента (t1%-2,64%, t5%-1,99)**

Растительность	X <sub>I</sub>	X <sub>II</sub>	X <sub>I</sub> :X <sub>II</sub>	t <sub>расч</sub>
Граб-граб	11,7	9,4	1,2	1,4
Карагач-граб	15,0	11,7	1,3	1,5
Бук-папоротник	23,6	17,4	1,3	2,0
Граб-бук	9,4	7,2	1,3	1,2
Граб-папоротник	21,5	15,0	1,4	2,2
Бук-хвойник	39,5	28,4	1,4	2,6
Папоротник-граб	17,4	11,7	1,5	2,9
Граб-граб	21,5	14,2	1,5	2,2
Бук-карагач	23,6	15,0	1,6	2,6
Граб-граб	26,3	16,9	1,6	2,7
Карагач-граб	15,0	9,4	1,6	2,6
Граб-граб	27,9	16,9	1,7	2,9
Бук-граб	23,6	14,2	1,7	2,9

Примечание: различия между средними являются незначимыми при t<sub>расч</sub><t<sub>0,5%</sub> и значимыми при t<sub>расч</sub>>t<sub>0,1%</sub>.

При биогеохимических исследованиях важным критерием является достоверность различий между средними содержаниями. В табл. 4 приведены расчеты на основе коэффициента Стьюдента, согласно которым различия между средними содержаниями Ti в растительности при нормальном распределении являются существенными, начиная с отношения XI:XII, равным 1,6.

#### Список литературы

1. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия, 1962, №7, с. 551-571.
2. Ковальский В.В. Современные задачи и проблемы биогеохимии // Тр. Биогеохимической лаборатории. М., 1979, с.12-29.
3. Перельман А.И, Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М., 1999, 763 с.