

Д. П. МАЛЮГА

О БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЯХ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 15 XI 1949)

Основатель современной геохимии В. И. Вернадский первый указал на огромное значение жизни в геологических, физических и физико-химических процессах земной коры и в особенности в миграции и распределении химических элементов ⁽¹⁾.

Развивая свои идеи о взаимосвязи живой и „косной“ природы, В. И. Вернадский поднимает на принципиальную высоту вопрос о влиянии химических элементов на развитие животных и растений, их изменимость под влиянием химической среды (химическая экология). Это приводит В. И. Вернадского к созданию биогеохимии. Биогеохимические идеи В. И. Вернадского находят отображение в работах А. П. Виноградова, в учении о биогеохимических провинциях ⁽²⁾. „Недостаточность или избыточность того или иного химического элемента в окружающей среде, — пишет А. П. Виноградов, — в почвах различного типа, в почвенных и подпочвенных растворах, водах, растениях и т. д., по сравнению с их обычным кларком, вызывает своеобразные изменения во флоре и фауне данного района или биогеохимической провинции“.

Возникающие в связи с отмеченными явлениями эндемические заболевания среди людей и животных издавна привлекали внимание ученых и долгое время не находили себе объяснения (зоб, урковская болезнь, энзотический малязм и др.).

В настоящее время причины эндемических заболеваний у растений и животных объясняются геохимическими особенностями окружающей страны, составом почв, природных вод и др. Опыт показывает, что эти явления находятся в прямой связи с вопросами урожайности, а также с проявлением эндемий у крупного и мелкого рогатого скота и, следовательно, имеют существенное народно-хозяйственное значение ^(3, 4).

Еще ранее нами было установлено, что почвы Урала обладают резко повышенным содержанием целого ряда тяжелых металлов: Fe, Mn, Ni, Co, Cu и мн. др. ⁽⁵⁾. Содержание никеля в почвах, приуроченных к никелевым месторождениям Южного Урала, достигает нередко 0,5% и превышает почвенный кларк никеля ($4,0 \cdot 10^{-3}\%$) более чем в 100 раз, содержание же его в растениях (в золе) нередко составляет 0,05%.

Естественным образом возникал вопрос о возможном существовании на Урале специфических биогеохимических провинций, приуроченных к повышенным концентрациям в почвах никеля, кобальта, меди и других химических элементов.

Эти вопросы были подробно изучены состоявшейся летом 1948 г. комплексной экспедицией, организованной Институтом геохимии и

налитической химии АН СССР совместно с Институтом ботаники Уральского филиала АН СССР. Весьма удачное сочетание научных работников различных специальностей в составе экспедиции * позволило во всей полноте охарактеризовать изучаемую провинцию. Работами экспедиции было установлено, что высокие концентрации Ni и Co в почвах находятся в непосредственной связи с неглубоко залегающими рудными месторождениями**. Влияние никелевых руд сказывается также на обогащении никелем грунтовых и поверхностных вод, растений и животных (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительное содержание Co, Ni и Cu в почвах, водах и животных *

	Содержание элементов в %			Отношение	Относительная концентрация «кларк концентрации»		
	Co	Ni	Cu		Co	Ni	Cu
Средн. (кларк) в почвах	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	1 : 4 : 2	—	—	—
Средн. в природных водах	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	1 : 2 : 10	—	—	—
Средн. в наземных растениях (в золе) . . .	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	1 : 3 : 6	—	—	—
В водах из серпентинитов, Ю. Урал (средн. из 6 анализов)	$7,0 \cdot 10^{-7}$	$4,1 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$	1 : 6 : 2	3,3	10	7
В почвах никелевого месторождения, Ю. Урал (средн. из 20 анализов)	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	1 : 15 : 0,6	17	62	5
В золе <i>Linum catharticum</i> Benth. et Hook (астр. мохнатая), никелевое м-ние (среднее из 20 анализов)	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	1 : 10 : 5,5	7,5	25,7	16,7
В золе <i>Stipa pennica</i> Czepak (ковыль), никелевое м-ние	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	1 : 15 : 20	1	5,4	8,3
В золе <i>Anemone patens</i> L. (сон-трава, нормальная форма) . . .	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$7,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	1 : 3 : 5	1	1	2
В золе <i>A. patens</i> L. (уродливая, белая форма). никелевое м-ние	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	1 : 26 : 9	6	58	20
В золе <i>A. patens</i> L. (уродливая, белая форма). никелевое м-ние	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-3}$	1 : 25 : 8	4	36	12

* По нашим данным.

Из данных табл. 1 следует, что весь биогеохимический комплекс, почвы и растения реагируют на повышенные концентрации никеля (кобальта и меди), источником которого являются рудные месторождения.

* В экспедиции принимали участие: геохимики, агрохимики, почвоведы (Б. А. Лебедев), ботаники (М. М. Сторожева и Т. В. Рыбакова) и зоологи (С. С. Шварц, В. Н. Павликин и П. В. Белоногов).

** На этом основании предложен почвенно-флористический поисковый метод, который будет нами освещен в других статьях.

Высокое содержание никеля в почвах (от 0,1 до 0,5%) и растениях никелевых месторождений Южного Урала явилось причиной возникновения экологических изменений у растений, главным образом, появление уродливых форм — белых, безлепестковых и бесплодных *Anemone patens* L., уродливых астр, полыней и т. д.

Найденные уродливые формы *Anemone patens* L., белая и безлепестковая, отличающиеся значительным содержанием никеля (табл. 1), следует рассматривать как экологические разновидности, возникшие в процессе длительного воздействия повышенных концентраций никеля.

Отмеченное явление настолько строго приурочено к никелевым месторождениям Южного Урала (например, у астр), что может быть использовано в качестве разведочного и поискового признака на никель.

Было установлено, что злаки (*Stipa Iohannis* Czelak — ковыль, *Festuca sulcata* Hack — овсяница, *Avena desertorum* Less. — овес пустынный) в меньшей степени, чем остальная растительность, концентрируют никель. Этим, очевидно, объясняется полное отсутствие уродливых форм среди диких злаков, а также заболеваний посевов по всему Южному Уралу, включая серпентинитовые массивы.

В результате изучения домашних и диких животных на Южном Урале, подверженных влиянию повышенных содержаний никеля, были выявлены злокачественные изменения у животных, язвы внутренних органов, нарушения в нормальном развитии печени, изменение состава крови у домашних животных и др. Замеченное в связи с этими исследованиями заболевание кожного покрова у местного населения, не находящее пока объяснения, очевидно, того же происхождения.

Выводы

1. Установлены резко повышенные содержания никеля, кобальта и меди в почвах, растениях и животных в районах распространения никелевых месторождений Южного Урала.

2. Замечены экологические изменения у растений и животных под влиянием повышенных содержаний никеля в окружающей среде, в почвах и водах. На этом основании изученная область охарактеризована как эндемическая биогеохимическая провинция.

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского
Академии наук СССР

Поступило
18 VII 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. И. Вернадский, Биогеохимические очерки 1922—1932, М. — Л., 1940.
² А. П. Виноградов, ДАН, 18, № 4—5 (1938); Изв. АН СССР, сер. географ. и геофиз., 10, № 4, 341 (1946). ³ В. В. Ковальский и В. С. Чебаевская, Докл. ВАСХНИЛ, в. 2, 45 (1949). ⁴ Я. В. Пейве и И. П. Айзупиете, Latvijas PSR Zinatnu Akad. Vestis, № 5 (22), 19 (1949). ⁵ Д. П. Малюга, Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 8, 75 (1946); Природа, № 6, 13 (1947).