

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
УРАЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ

ТРУДЫ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ

Вып. 12

СБОРНИК РАБОТ
ЛАБОРАТОРИИ БИОФИЗИКИ

II

ПРОБЛЕМЫ БИОФИЗИКИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1960

Ответственный редактор
В. Н. ПЕТРИ

Н. В. ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАССЕЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПО КОМПОНЕНТАМ ВОДОЕМОВ

1. НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ

1. За первые два десятилетия нашего века, в основном под влиянием замечательных работ и идей В. И. Вернадского, сформировалась новая отрасль естествознания — геохимия как особая наука об истории и судьбе химических элементов в земной коре. Эта судьба определяется, как известно, двумя основными группами факторов: внутренними и внешними геологическими процессами. При этом внутренние геологические процессы, главным образом горообразование и вулканизм в широком смысле слова, являются в основном поставщиками магматического материала на поверхность земного шара и в земную кору. На дальнейшую судьбу и распределение химических элементов в земной коре, гидросфере и атмосфере они влияют лишь косвенно, частично определяя интенсивность и направление денудационных процессов. В дальнейшем распределение, рассеяние и концентрация химических элементов в земной коре в значительной мере определяются внешними геологическими процессами денудационного характера, в которых принимают участие воздух, вода и живые организмы в связи с колебаниями общеклиматических факторов, изменениями интенсивности и направления стока и вариациями в распределении биомассы на поверхности земли. Наряду с этим большое значение в судьбе элементов имеет, как особенно ясно было показано А. Е. Ферсманом и В. М. Гольдшмитом, строение атомов и ионные радиусы различных химических элементов; ими определяются процессы сорбции и изоморфизма, играющие весьма существенную роль как в образовании пород, так и в миграции, в том числе и биогенной, элементов в биосфере.

2. Начиная с конца второго десятилетия текущего века В. И. Вернадский особенно много внимания уделял роли живых организмов в геохимических процессах. К 1926 г. им было сформулировано общее учение о биосфере. Сохранив старый зюсовский термин, он вложил в него совершенно новое содержание. Биосфера, в понимании В. И. Вернадского, обнимает ту часть поверхности земли, в которой основную геохимическую роль играют живые организмы. В нее входит, таким образом, не только собственно пленка живых организмов (выделяемая Е. М. Лавренко в отношении растений в понятие фитосферы), но и вся тропосфера, гидросфера и большая часть толщи осадочных пород и продуктов денудации, имеющих преимущественно или частично биогенное происхождение; эту часть общей биосферы В. И. Вернадский иногда называет остатками былых биосфер.

3. В связи с большой и специфической ролью, которую играют живые организмы в геохимии биосферы, В. И. Вернадским была сформулирована особая дисциплина — биогеохимия. Основной ее задачей является изучение участия живых организмов в энергетических процессах биосферы, круговороте, миграции и концентрации химических элементов, денудационных процессах, формировании почв, природных вод и осадочных пород.

4. При этом биогеохимия является дисциплиной геохимической и изучает живые организмы лишь в качестве одного из геохимических факторов. На современном этапе развития биогеохимия неизбежно является наукой «больших масштабов». Ее хронологическая проекция, установление и изучение биогеохимических провинций, также должна являться пока районированием в рамках общего изучения геохимических ландшафтов.

5. Однако наряду с биогеохимией уже сейчас возможно и необходимо развитие «встречной» биологической дисциплины. Биогеохимия изучает в сравнительно больших масштабах преимущественно результат биогеохимической деятельности живых организмов, естественно концентрируя свое внимание на общих геохимических закономерностях и частной геохимии отдельных элементов. Задачей же соответствующей биологической дисциплины должно являться детальное изучение отдельных элементарных биоценозов в тесной связи со всеми косными компонентами занимаемой ими территории; при этом необходимо охватить круговорот энергии и элементов, перераспределение элементов в пределах занимаемого биоценозом участка земной поверхности и его связи с соседними. Эта биологическая дисциплина будет вскрывать конкретные механизмы геохимической деятельности отдельных видов и определенных сообществ живых организмов. Эта новая дисциплина будет находиться в таких же отношениях с биогеохимией, в каких изучение микроразволюционных процессов находится с общим изучением макроэволюции (Тимофеев-Ресовский, 1938, 1940; Бауэр и Тимофеев-Ресовский, 1943).

6. Такая биологическая дисциплина уже создана и названа В. Н. Сукачевым биогеоценологией (Сукачев, 1945, 1947, 1948, 1949; Сукачев и др., 1950). Большинство школ и направлений классической биоценологии занимается в сущности лишь процессами формирования и перестроек сообществ живых организмов, вынося, так сказать, за скобки, как само собой разумеющуюся, связь биоценоза с биотопом. Биогеоценология в понимании В. Н. Сукачева естественно устраняет разрыв между биоценозом и соответствующим биотопом, объединяя их в общее понятие биогеоценоза; при этом исследовательская задача ставится в «геохимическом стиле В. И. Вернадского». Задачей биогеоценологии, согласно В. Н. Сукачеву, является изучение баланса энергии и химических элементов живых и косных компонентов в пределах биогеоценоза.

7. Биогеоценология ставит себе, таким образом, важные и актуальные задачи: она в сущности должна явиться главной основой будущего рационального изучения и использования человеком естественных биологических продуктивных сил Земли. В частности, велика будет и ее роль в получении человеком, путем накопления определенными живыми организмами, некоторых редких и рассеянных элементов в сверхкларковых концентрациях. Конечно, для создания при помощи биогеоценологических исследований рациональных основ освоения и изучения биологических производительных сил Земли и нахождения конкретных биогеохимических механизмов необходимо скорейшее развитие комплексных стационарных работ по изучению биогеоценозов.

8. Наряду с таким изучением природных биогеоценозов, их классификацией и биогеоценологическим анализом природных ландшафтов, совершенно необходимо развитие экспериментальной биогеоценологии (Тимо-

феев-Ресовский, Порядкова, Сокурова и Тимофеева-Ресовская, 1957). Задачей этой дисциплины должно являться создание «искусственных биогеоценозов» или выделение мелких природных участков точно известного биогеоценологического состава, которые можно в целях эксперимента подвергать определенным энергетическим воздействиям, вносить в них точно контролируемые вещества или производить качественные и количественные изменения в сообществах живых организмов. Такие эксперименты полностью соответствуют задачам и целям биогеоценологических исследований. Развитие экспериментальной биогеоценологии может сильно ускорить накопление и уточнение соответствующих данных и тем заметно облегчить работу в области как общей биогеоценологии, так и биогеохимии.

9. Помимо чисто теоретических, экспериментальная биогеоценология может разрешать и ряд практических задач, непосредственно связанных с агрономией в широком смысле слова, использованием природных ресурсов и изучением воздействия человека, в особенности через современную промышленность, на биологические ресурсы и протекание биогеохимических процессов в природе.

10. Из геологии хорошо известна большая разница в пластах, образовавшихся на суше и в водоемах. В морских и пресноводных водоемах механизм осадкообразования, геохимические процессы, условия миграции и концентрации элементов, а также характер участия во всех этих процессах живых организмов иные, чем на суше. Суша и водоем различаются и по столь мощному фактору перераспределения элементов, каким является сток. Поэтому совершенно законно говорить о геохимии моря (Виноградов, 1935, 1937, 1944), о геохимии почв (Виноградов, 1950) или о геохимических ландшафтах суши (Перельман, 1955). В экспериментальной биогеоценологии вся методика работ с водоемами также весьма резко отличается от таковой при работе с наземными биоценозами. Следует ожидать, что в водоемах ведущими будут иные биогеохимические механизмы, чем на суше. Совершенно ясно, например, что на суше особую роль играет почвообразование и взаимоотношение между почвами и стоком; в водоемах же морского и озерного типа особую роль играет концентрация элементов в донных отложениях в зависимости от условий втока, климата и от характера биологической продуктивности и состава биоценозов водоема.

11. Биогеоценологическое исследование водоемов имеет особое значение и в связи с чисто практическими вопросами. Как известно, промышленная деятельность человека связана с образованием весьма больших масс сточных вод, часто в очень сильной степени загрязненных продуктами отхода различных производств; в последнее время среди таких продуктов все более важное место начинают занимать радиоактивные изотопы. В связи с этим перед экспериментальной биогеоценологией водоемов встают специальные задачи, связанные с радиоактивным загрязнением природных вод и возможными методами их биологической очистки и дезактивации.

12. В нашей лаборатории в течение последних лет проводятся опыты по экспериментальной биогеоценологии с применением метода меченых атомов и воздействия на сообщества живых организмов ионизирующими излучениями (Тимофеев-Ресовский, Порядкова, Сокурова и Тимофеева-Ресовская, 1957). В части этих опытов используются специальные грядки и большие ящики, засеянные определенными фитоценозами; в них изучается как действие излучений и излучателей на биомассу и структуру фитоценозов, так и влияние растительного покрова на миграцию элементов в почве. Другая же часть опытов производится в пресноводных водоемах разных размеров, от аквариумов до небольших прудов. В этих

опытах изучаются действие излучений и излучателей на пресноводные организмы и некоторые пресноводные биоценозы (например, перифитон), коэффициенты накопления некоторых химических элементов из водных растворов различными грунтами и видами водных организмов. сорбция и десорбция элементов из воды грунтами и мутями, распределение рассеянных и микроэлементов по косным и живым компонентам водоемов и степень очистки и дезактивации воды, проходящей через слабо проточные водоемы. Принимая во внимание теоретические и практические соображения, упомянутые в пунктах 10 и 11 настоящей статьи, исследования, связанные с биогеоценологическим изучением водоемов, будут публиковаться в особой серии. В этой серии будут напечатаны упомянутые работы по сорбции и десорбции элементов грунтами и мутями, определение коэффициентов накопления различных элементов разными видами пресноводных организмов, по распределению и балансу вносимых в водоем элементов и по биологической очистке и дезактивации слабо проточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

- Бауер Х и Тимофеев-Ресовский Н. В. (Timoféeff-Ressovsky N. W. u. Bauer H.). Genetik- und Evolutionsforschung bei Tieren. Die Evolution der Organismen, verl. G. Fischer. Jena, 1943.
- Берг Л. С. Фауны, географические аспекты и географические зоны. Изв. ВГО, 1945, т. 7.
- Вернадский В. И. Химические элементы и механизм земной коры. «Природа», 1922, т. 11, № 3—5.
- Вернадский В. И. Ход жизни в биосфере. «Природа», 1925, т. 14, № 10—12.
- Вернадский В. И. Биосфера. Л., Н. X—Т., 1926.
- Вернадский В. И. Очерки геохимии. Л., Гос. н.-т. изд-во, 1934.
- Вернадский В. И. О некоторых основных проблемах биогеохимии. Изв. АН СССР, серия геол., 1938, т. 18.
- Вернадский В. И. Биогеохимические очерки. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1940.
- Вернадский В. И. О геологических оболочках Земли, как планеты. Изв. АН СССР, серия геогр., 1942, т. 6.
- Вернадский В. И. Несколько слов о неосфере. «Успехи совр. биол.», 1944, т. 8.
- Виноградов А. П. Геохимия живого вещества. Л., Изд-во АН СССР, 1933.
- Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов моря, ч. 1—3. Тр. Биогеохимической лаборатории АН СССР, 1935—1944, т. 3, 4 и 5.
- Виноградов А. П. Геохимия и биогеохимия. «Успехи химии», 1938, т. 7.
- Виноградов А. П. Изучение биогеохимических провинций, Вестн. АН СССР, 1939, № 10.
- Виноградов А. П. Геохимия рассеянных элементов в морской воде. «Успехи химии», 1944, т. 13.
- Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М., Изд-во АН СССР, 1950.
- Гептнер В. Г. Общая зоогеография. М., Биомедгиз, 1936.
- Зенкевич Л. А. Фауна и биологическая продуктивность моря. М., Изд-во «Сов. наука», 1947—1951, т. 1, 2.
- Зенкевич Л. А. Моря СССР, их фауна и флора. М., Изд-во «Сов. наука», 1950.
- Зенкевич Л. А. Комплексный метод в изучении биологических процессов в водоемах. Тр. Всес. гидробиол. об-ва, 1953, т. 5.
- Зернов С. А. Общая гидробиология. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.
- Исаченко А. Г. Основные вопросы физической географии. Л., Изд. ЛГУ, 1953.
- Лавренко Е. М. О фитогеосфере. «Вопросы географии», 1949, сб. 15.
- Мурaveйский С. Д. Роль географических факторов в формировании географических комплексов. «Вопросы географии», 1948, сб. 9.
- Перельман А. И. Очерки геохимии ландшафта. М., Географгиз, 1955.
- Полынов Б. Б. Геохимические ландшафты. «Вопросы геохимии и петрогр.». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946.
- Сукачев В. Н. Растительные сообщества. Л., 1928.
- Сукачев В. Н. О принципах генетической классификации в биогеоценологии. Журн. общ. биол., 1944, т. 5.
- Сукачев В. Н. Биогеоценология и фитоценология. ДАН СССР, 1945, т. 47.
- Сукачев В. Н. Основы теории биогеоценологии. Юбилейный сб. «30-летие Вел. Окт. революции». Л., Изд-во АН СССР, 1947, т. 2.

- Сукачев В. Н. Фитоценология, биогеоценология и биогеография. Тр. 2-го Всес. геогр. съезда, 1948, т. 1.
- Сукачев В. Н. О соотношении понятий географический ландшафт и биогеоценоз. «Вопросы географии», 1949, сб. 16.
- Сукачев В. Н. (руков.) и др. Предварительные программы стационарных комплексных биогеоценологических исследований. «Землеведение», 1950, Нов. серия, т. 3.
- Тимофеев-Ресовский Н. В. (Timoféeff-Ressovsky N. W.). Genetik und Evolution. Z. ind. Abst. Vererbl., 1938.
- Тимофеев-Ресовский Н. В. (Timoféeff-Ressovsky N. W.). Mutations and Geographical variation. The New Systematics. Oxford, 1940.
- Тимофеев-Ресовский Н. В., Порядкова Н. А., Сокурова Е. Н. и Тимофеева-Ресовская Е. А. Работы по экспериментальной биогеоценологии. 1. Влияние излучателей на биомассу и структуру наземных, почвенных и пресноводных биоценозов. Тр. Ин-та биол. УФАН СССР, вып. 9. Свердловск, 1957.
- Титов И. А. Взаимодействие растительных сообществ и условий среды. М., Изд-во «Сов. наука», 1952.
- Ферсман А. Е. Геохимия, т. 1—4. Изд. ОНТИ, 1933—1939.
-