

ISSN 0033-8192

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

РАДИОБИОЛОГИЯ

ТОМ
31
ВЫПУСК
4



« НАУКА »

1991

IV ЧТЕНИЯ ПАМЯТИ Н.В.ТИМОФЕЕВА—РЕСОВСКОГО

В этом номере журнала «Радиобиология» помещены доклады, заслушанные на IV Чтениях памяти Н.В.Тимофеева-Ресовского (Обнинск, 18—19 сентября 1990 г.), приуроченных к 90-летию со дня его рождения.

Читателям журнала «Радиобиология» нет нужды разъяснять, кем был Николай Владимирович и каков его вклад в науку, — все успехи современной радиобиологии базируются на принципе попадания и мишени, сформулированном им еще в 1935 г. [1]. Сведения о жизненном пути и деятельности Николая Владимировича приведены в «Природе» [2] — журнале, первым отметившим его 90-летие. Остается напомнить историю самих Чтений.

I Чтения состоялись 25—27 мая 1983 г. в Ереване [3] — городе, который так любил Николай Владимирович и где осталось много его учеников. II Чтения [4] проходили 18—20 апреля 1986 г. в Чернигове, в канун аварии на Чернобыльской АЭС. III Чтения состоялись опять в Армении, в Нор-Амберте, 16—19 мая 1989 г., в тяжелое для этой республики время, переживавшей карабахский кризис и последствия землетрясения, унесшего множество жизней. Труды этих Чтений уже не удалось издать отдельной книжкой, и они вышли в специальном номере «Биологического журнала Армении» [5].

Для участия в IV Чтениях было представлено около 80 заявок на доклады. Все они опубликованы в виде тезисов [6]. Однако учитывая обстоятельства и юбилейный характер этих Чтений, оргкомитет ограничил число докладов теми, которые публикуются ниже, предоставив участникам Чтений больше времени для выступлений с воспоминаниями, для просмотра двух серий кинофильма Е.Е.Саканян, посвященного Николаю Владимировичу («Рядом с Зубром» и «Охота на Зубра»), а также для посещения кладбища, где похоронены Елена Александровна и Николай Владимирович Тимофеевы-Ресовские.

Естественно возникает вопрос: где и когда состоится V Чтения? Сегодня ответить на этот вопрос трудно. Чтения памяти Н.В.Тимофеева-Ресовского будут продолжены как лучший способ почтить память этого замечательного человека и ученого. Но весьма желательно, чтобы труды Чтений публиковались в виде отдельных книг, подобно первым двум, и были доступны широкому кругу читателей. Об этом стоит подумать организаторам следующих Чтений.

Оргкомитет IV Чтений
памяти Н.В.Тимофеева-Ресовского

ЛИТЕРАТУРА

1. *Timofeeff-Ressovsky N.W., Zimmer K.G., Delbrück M.* Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur. Berlin: Weidmannsche Buchhandlung, 1935. S. 189—245.
2. Природа. 1990. № 9. С. 68—104.
3. Чтения памяти Н.В.Тимофеева-Ресовского. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1983. 268 с.
4. Эвристичность радиобиологии. Киев: Наук. думка, 1988. 132 с.
5. Биол. журн. Армении. 1989. Т. 42. Вып. 9—10.
6. Актуальные проблемы радиационной биологии и радиационной генетики. Обнинск: НИИМР АМН СССР, 1990. 143 с.

УДК 574:539.163

© 1991 г.

В.И. Иванов**БИОГЕОХИМИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ЭКОСИСТЕМАХ
(К ИСТОРИИ ВОПРОСА)**

Рассмотрены приоритетные результаты изучения поведения радионуклидов в природных и модельных биогеоценозах (экосистемах), полученные Н.В. Тимофеевым-Ресовским с сотрудниками в период 1947—1968 гг. Приведены разработанные классификации радионуклидов по типам распределения, накопления и миграции в наземных и пресноводных экосистемах, а также предложенные методы биологической очистки радиоактивно загрязненных стоков.

Радиоэкология, радионуклидов распределение, накопление, миграция в экосистемах.

Историю биогеохимии радионуклидов следует, по-видимому, отсчитывать от выхода в свет в 1929 г. небольшой работы В.И. Вернадского «О концентрации радия живыми организмами» [1]. Такая точка отсчета тем более оправдана, что в исследованиях В.И. Вернадского это была не случайная работа, а закономерное звено в развитии и обосновании представлений о ведущей роли «живого вещества» в геохимических процессах [2, 3].

Экологическую (ценологическую) направленность биогеохимическим изысканиям не столько самого В.И. Вернадского, сколько его учеников и последователей в нашей стране, придало учение В.Н. Сукачева о биогеоценозах (в мировой литературе более известное как теория экосистем) как о природных объектах, в которых реально осуществляется круговорот вещества и энергии в земной коре [4, 5].

Однако в период, предшествовавший разработке технологии искусственного получения радиоактивных изотопов химических элементов (теперь более употребим термин «радионуклиды»), нужной материальной базы для развития биогеохимии радионуклидов в экосистемах не существовало. И лишь с появлением достаточно мощных сначала линейных ускорителей, а затем и циклотронов создались реальные предпосылки для проведения таких исследований.

Одним из первых биологов-натуралистов, осознавших возможности «меченых атомов» в исследовании биогеохимических и биогеоценологических процессов, был Н.В. Тимофеев-Ресовский, опубликовавший уже в начале 40-х годов совместно с сотрудниками серию работ по изучению накопления и круговорота радиоактивных веществ в живых системах (см., например, [6, 7]).

С наступлением «атомной эры» вопрос о поведении радиоактивных веществ в экосистемах приобрел чрезвычайную практическую важность и соответствующие экспериментальные работы, начиная со второй половины 40-х годов, стали активно проводиться в лабораториях СССР и США. Однако ввиду «оборонной» направленности этих работ полученные результаты долго не публиковались, и лишь начиная с Женевских конференций по мирному использованию атомной энергии накопленный научный материал сделался постепенно достоянием научной общественности. Поскольку данная статья написана по материалам до-

клада на 90-летнем юбилее Н.В. Тимофеева-Ресовского, то в ней рассмотрены только работы его лаборатории, что никак не умаляет заслуг других исследователей и прежде всего В.М. Клечковского и его школы, работавших над сходными проблемами.

Начиная с 1957 г. Н.В. Тимофеев-Ресовский с сотрудниками опубликовал большую серию работ по радиозологии (радиационной биогеоценологии), начатых в период 1946—1954 гг. и продолжавшихся до 1968 г. Основные итоги этих исследований представлены в обобщающих работах Н.В. Тимофеева-Ресовского и его сотрудников, опубликованных в тот же период [8—14].

В 70-е и в первую половину 80-х годов в радиозологических исследованиях наступило относительное затишье, обусловленное в какой-то мере сравнительным благополучием в эксплуатации атомных реакторов и прекращением ядерных испытаний, кроме подземных. Однако Чернобыльская авария 26 апреля 1986 г. породила новую волну пристального внимания к поведению радионуклидов в природных и экспериментальных экосистемах. В связи с этим представляется актуальным напомнить о подходах к данной проблеме и основных результатах, полученных Н.В. Тимофеевым-Ресовским и его сотрудниками, тем более что часть этих результатов была опубликована в изданиях, мало известных сегодня читателям.

Отличительной чертой работ Н.В. Тимофеева-Ресовского по изучению круговорота радионуклидов (излучателей, по терминологии тех лет) в природных сообществах с самого начала был комплексный, системный биогеохимико-биогеоценологический подход к проблеме (на лабораторном жаргоне Н.В. Тимофеев-Ресовский называл это направление работы «вернадскологией с сукачевским уклоном»). Это определило и круг основных решаемых задач: распределение радионуклидов между компонентами системы, горизонтальная и вертикальная миграция радионуклидов от места внесения, влияние инкорпорированных радионуклидов на растительные, животные и микроорганизмы.

Первые опыты такого рода проводились с растворами «неразделенной смеси осколков деления урана» и дали лишь сугубо ориентировочные результаты о существенной роли биоценозов в определении судьбы таких «излучателей» в месте загрязнения.

В дальнейшем опыты проводили с отдельными радионуклидами различных химических элементов (всего свыше 20), в том числе и практически важных (как компоненты отходов атомной промышленности) радионуклидов стронция, рутения, церия, цезия и др.

Опыты по изучению поведения радионуклидов в водоемах показали, что изученные радионуклиды, а следовательно, и соответствующие химические элементы различным образом распределяются между основными компонентами водоемов — водой, грунтом и биомассой, группируясь в четыре типа: гидротропы (хром, сера, германий), эквитропы (рубидий, стронций, рутений, йод), педотропы (железо, кобальт, цинк, иттрий, цирконий, ниобий и цезий) и биотропы (фосфор, кадмий, церий и ртуть).

Данным типам распределения соответствуют определенные значения «коэффициентов накопления» радионуклидов биомассой. При этом в течение относительно короткого времени (порядка нескольких суток) устанавливается равновесие между биомассой и средой по содержанию радионуклидов, которое в дальнейшем лишь незначительно варьирует. В среднем водные растения обнаруживают большую накопительную способность, чем животные, а среди растений — высшие в среднем уступают водорослям. По отношению к отдельным радионуклидам определенные виды растений, реже животных, проявляют себя как специфические накопители, давая коэффициенты накопления на порядок (или даже на порядки) выше других.

Накопительная способность биомассы и грунтов (особенно мелкодисперсных) может быть использована для биологической очистки (или доочистки) радио-

активно загрязненных вод в каскадах слабопроточных водоемов в сочетании с почвенными фильтрами. Такие очистные установки позволяют прерывать пути миграции радионуклидов в биосфере, в том числе по трофическим цепочкам, доходящим до человека.

В принципе сходные результаты получены и в опытах по локальному внесению радионуклидов в почву наземных биоценозов. При этом установлено, что корневые системы являются главными проводниками горизонтальной миграции многих радионуклидов, особенно элементов биотропов. Естественно, что и в горизонтальной, и в вертикальной миграции любых элементов большое значение имеет поверхностный и внутрпочвенный сток.

За давностью публикации эти выводы, как и экспериментальные данные, на которых они основаны, мало известны современным исследователям, хотя, несомненно, могут быть полезными. В известной мере этот пробел сможет восполнить том избранных научных работ Н.В. Тимофеева-Ресовского, подготавливаемый к публикации издательством «Медицина».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вернадский В.И. О концентрации радия живыми организмами // Докл. АН СССР. Сер. А. 1929. Ж. 2. С. 33—34.
2. Вернадский В.И. Биосфера. Л.: Научхимтехиздат, 1926. 146 с.
3. Вернадский В.И. Биогеохимические очерки: 1922—1932 гг. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 250 с.
4. Сукачев В.Н. Растительные сообщества. Л.—М.: Книга, 1928.
5. Сукачев В.Н. Биогеоценология и фитоценология... // Докл. АН СССР, 1945. Т. 47. Вып. 6.
6. Born H.J., Timoféeff-Ressovsky N.W., Zimmer K.G. Anwendungen der Neutronen und der künstlichen radioaktiven Stoffe in Chemie und Biologie // Die Umschau. 1941. H. 6. S. 2—6.
7. Born H.J., Timoféeff-Ressovsky N.W., Zimmer K.G. Biologische Anwendungen des Zählrohres // Naturwiss. 1942. V. 30. H. 40. S. 600—603.
8. Тимофеев-Ресовский Н.В. Применение излучений и излучателей в экспериментальной биогеоценологии // Бот. журн. 1957. Т. 42. № 2. С. 161—194.
9. Тимофеев-Ресовский Н.В. Некоторые проблемы радиационной биогеоценологии. Свердловск: Ин-т биологии УФ АН СССР, 1962. 53 с.
10. Тимофеев-Ресовский Н.В. О радиоактивных загрязнениях биосферы и о мерах борьбы с этими загрязнениями // Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР. Свердловск, 1962. Вып. 22. С. 7—16.
11. Тимофеев-Ресовский Н.В., Порядкова Н.А., Сокурова Е.Н., Тимофеева-Ресовская Е.А. Работы по экспериментальной биогеоценологии. I. Влияние излучателей на биомассу и структуру наземных и пресноводных биоценозов // Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР: Сб. работ лаб. биофизики. Свердловск, 1957. Вып. 9. С. 202—250.
12. Тимофеева-Ресовская Е.А. Распределение радиоизотопов по основным компонентам пресноводных водоемов // Тр. Ин-та биол. УФ АН СССР. Свердловск, 1963. Вып. 30. С. 78.
13. Абатуров Ю.Д., Махонина Т.И., Молчанова А.В., Тимофеев-Ресовский Н.В., Титлянова А.А., Тюрлюканов А.Н., Чеботина М.Я. Миграция и распределение некоторых радиоизотопов в наземных биогеоценозах // Проблемы ботаники. X. Л.: Наука, 1968. С. 260—273.
14. Иванов В.И., Тимофеева-Ресовская Е.А. Распределение радиоизотопов по основным компонентам пресных водоемов и их накопление гидробионтами // Проблемы ботаники. X. Л.: Наука, 1968. С. 274—285.

Всесоюзный научный медико-генетический центр
АМН СССР, Москва

Поступила в редакцию
23.11.90

V.I. Ivanov

BIOGEOCHEMISTRY OF RADIONUCLIDES IN ECOSYSTEMS (HISTORICAL ASPECT)

All-Union Research Medico-Genetic Center, USSR Academy of Medical Sciences, Moscow

The paper presents the most important results of the study on the radionuclides' behaviour in natural and model biogeocenoses (ecosystems) obtained by N.W. Timoféeff-Ressovsky and co-workers during the period 1947—1968. As early as at that period, radionuclides were classified according to the types of distribution, accumulation and migration within the surface and freshwater ecosystems, and the methods of biological purification of radioactive sewage were proposed.