

УДК 631.445.24:631.416:546.22

## МАСШТАБЫ НАКОПЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ СЕРЫ В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

А. Д. ФОКИН, Н. В. ЕВДОКИМОВА, Н. М. ГРАЧЕВА  
(Почвенно-агрономический музей им. В. Р. Вильямса)

Изучение особенностей накопления и поведения в почвах различных загрязняющих веществ в последние годы становится все более актуальным [1, 5, 6]. Важнейшими направлениями в исследовании данной проблемы являются: определение содержания в почвах загрязняющих веществ; изучение интенсивности их поступления в растения и влияния техногенных загрязнений на растения и свойства почв; исследование трансформации и миграции загрязнителей в почвах; прогнозирование поведения и накопления загрязняющих веществ в почвах и др. Для решения этих вопросов используют теоретические (физико-математическое моделирование) и экспериментальные подходы и методы. В модельных опытах можно создавать разнообразные условия, меняя тип и свойства почвы, химические формы загрязняющего вещества, их дозы и т. д. Однако возможности регулирования одного из важнейших факторов — времени — крайне ограничены, особенно если необходимо исследовать поведение и накопление загрязняющих веществ за длительные промежутки времени — десятки и сотни лет.

Значительную ценность для выяснения характера накопления и распределения в почвах загрязняющих веществ за длительный период представляют образцы почв и почвенные монолиты, отобранные десятки лет назад с точным указанием места и сроков отбора.

В числе экспонатов Почвенно-агрономического музея им. В. Р. Вильямса имеется ряд уникальных монолитов и образцов, отобранных в конце прошлого — начале нынешнего века. С их помощью возможно изучать направление естественной и антропогенной эволюции почв, в том числе определять накопление в них загрязнителей. Кроме того, сравнение содержания последних и их распределения по почвенному профилю в известном временном интервале позволит осуществлять надежную проверку различных эмпирических и теоретических моделей, прогнозирующих поведение вещества в почвах и биогеоценозах за длительный срок.

В настоящем сообщении приводятся результаты сравнительного изучения особенностей накопления и распределения серы

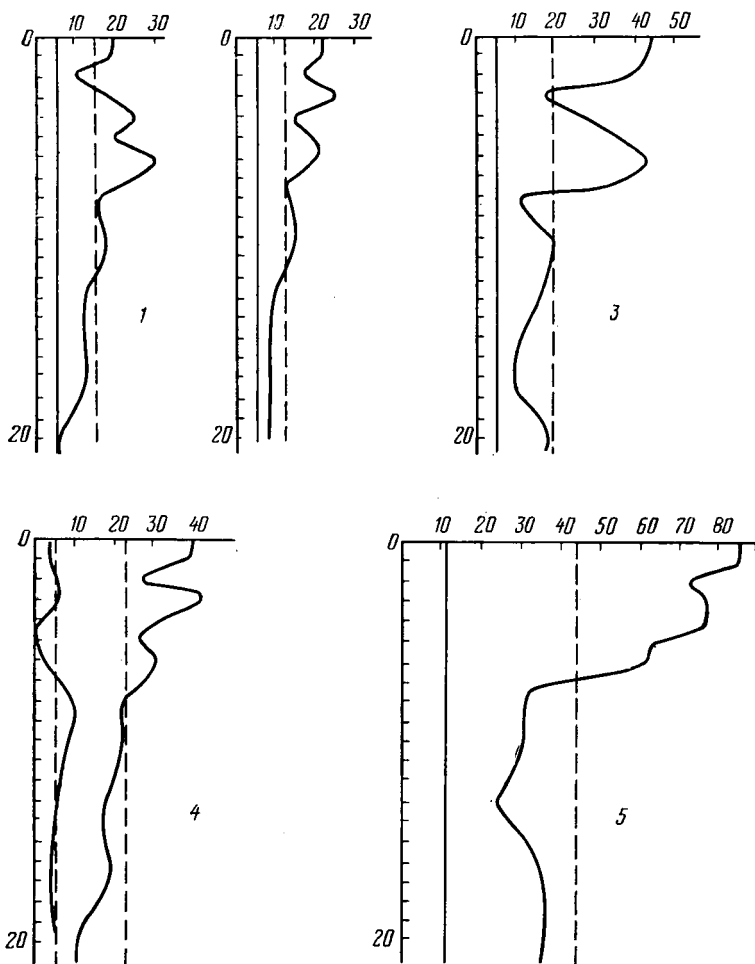
сульфатов в нескольких почвах подзолистого типа Нечерноземной зоны РСФСР.

Сера, как известно, является необходимым элементом минерального питания растений. Валовое содержание ее в почвах подзолистого типа (горизонты  $A_1$ ,  $A_{1/A_2}$ ,  $A_{\text{пах}}$ ) варьирует в очень широких пределах — от 0,01 до 0,10 % [2—4, 10]. Содержание экстрагируемых в разные вытяжки сульфатов составляет 0,5—10 мг S на 100 г, или 15—300 кг/га при умеренных антропогенных поступлениях.

В современных условиях дополнительное количество серы, преимущественно сульфатов, поступает из двух основных источников — минеральных удобрений и атмосферы. При внесении обычных доз таких удобрений, как суперфосфат, сульфаты калия и аммония, в пахотные почвы попадает десятки килограммов серы в расчете на гектар. В ряде районов нашей страны аэральное поступление ее на поверхность почвы также может достигать десятков [8] и даже сотен килограммов на гектар в год. Столь высокое накопление сульфатов уже сейчас может привести к неблагоприятным последствиям, в частности к дополнительному подкислению почвы, образованию токсичных количеств сульфата закисного железа (железного купороса), при содержании которого 40—50 кг/га погибает ряд мхов, лишайников, водорослей, полезных микроорганизмов [9], что может отрицательно сказаться на экологической обстановке.

Накопление сульфатов в почвах за счет внешних источников определяется интенсивностью не только поступления серы, но и ее вымывания с нисходящим, внутрипочвенным и поверхностным стоком. Можно считать, что в условиях постоянного поступления серы в почву уровень ее содержания зависит от интенсивностей этого поступления и «выхода» из определенного слоя почвы. Уровень атмосферного поступления серы на поверхность почвы контролируется гидрометеослужбой СССР [8]. Интенсивность и пути вымывания серы из почвы изучены гораздо слабее.

Таким образом, практическая важность проблемы и недостаточность данных для надежного теоретического прогнозирования



Вертикальное распределение сульфатов в слое почвы 0—20 см ( $\text{SO}_4^{2-}$  мг на 100 г).

Пунктиром показан средний уровень содержания сульфатов в слое 0—20 см.

1—5 — соответственно образцы почв.

накопления серы обуславливают необходимость определения ее содержания в почве в каждом конкретном случае.

Для сравнительного изучения были взяты следующие образцы дерново-подзолистых почв и монолиты:

- 1-й — легкопелеватосуглинистая почва, Смоленская область, Дорогобужский район, д. Болотово; 2-й — то же д. Пустынная; 3-й — то же, д. Шульгино; 4-й — легкосуглинистая, целинная на моренном суглинке, Лесная опытная дача ТСХА, 6 квартал; 5-й — та же почва, 14 квартал в 200—300 м севернее Рижской ж. д.

В Смоленской области почвенные образцы из пахотного горизонта отобраны в 1892 г. М. Н. Грюнером. Образцы почвы и монолит на Лесной опытной даче взяты в 1910 г. В. П. Бушинским. Образцы «современных почв» были отобраны авторами в

1979—1980 гг. в тех же местах, где исходные.

При поступлении серы аэральным путем на целинных почвах можно ожидать ее аккумуляции в 1—2-сантиметровом слое. На характер распределения этого элемента оказывают влияние также неравномерность его выпадений и миграционные факторы. Поэтому содержание серы во всех образцах по возможности определялось послойно с интервалами по глубине от 1 до 4 см. Такой способ отбора и анализа образцов позволял получать более подробную информацию о распределении серы внутри генетического горизонта. Все определения проводились до глубины 20 см, т. е. в основном корнеобитающем слое почвы. Повторность отбора образцов на каждом участке 3-кратная.

Сульфаты экстрагировали 0,25 н. раство-

**Среднее содержание и накопление сульфатов (кг/га) в слое 0—20 см исследуемых почв**

Образец почвы	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Накопление S за 70—80 лет
	1892—1910 гг.	1979—1980 гг.	
1-й	160	430	90
2-й	180	370	64
3-й	180	570	130
4-й	160	640	160
5-й	370	1330	320

ром KCl при соотношении почва : раствор 1 : 5, повторность определений 3-кратная.

Исходные уровни содержания сульфатов составляли 6—13 мг SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> на 100 г (рисунок), причем их содержание было наиболее высоким в почве Лесной опытной дачи ТСХА (5-й образец). К 1979—1980 гг. среднее содержание сульфатов возросло в 2—4 раза. На площадках Лесной опытной дачи ТСХА это увеличение обусловлено только аэральными выпадениями, так как серосодержащие удобрения там не вносили.

Накопление сульфатов в сельской местности и крупном промышленном городе резко различно. Особенно велико их накопление (таблица) на площадках, расположенных вблизи железной дороги (5-й образец). Отмеченные различия в накоплении сульфатов обусловлены, как уже отмечалось, исключительно различиями в интенсивности их аэральных выпадений.

Мы не располагаем точными сведениями об уровнях аэральных выпадений серы на изучаемых площадках. Исследования мигра-

ции и выноса сульфатов из почвы подзолистого типа показывают [10], что в верхнем горизонте мощностью 20 см может накапливаться 2—3 годовые дозы поступления серы в почву. На основании этих данных можно в первом приближении оценить уровень ежегодного поступления серы сульфатов в анализируемые нами почвы, которые для Смоленской области составят 20—30 кг/га, для городского лесопарка на территории Москвы — 50—80 и там же вблизи железной дороги — 100—160 кг/га.

Распределение сульфатов в слое 0—20 см неравномерное, максимум их содержится в поверхностном слое, что, очевидно, свидетельствует об аэральном попадании серы.

Сульфаты, выпавшие на поверхность, могут частично вымываться с поверхностным стоком, а также мигрировать в нижние горизонты. Как видно на рисунке, кривые распределения серы в 20-см слое почвы носят волнообразный характер, что можно объяснить значительными различиями по годам и сезонам интенсивности поверхностного стока и вертикальной миграции влаги.

### Выводы

1. В образцах почв подзолистого типа с 1892—1910 по 1979—1980 гг. в слое 0—20 см в условиях сельской местности (Смоленская область) накопилось около 60 кг S, на Лесной опытной даче ТСХА (Москва) — 160 кг и там же, но вблизи железной дороги, — 320 кг на 1 га.

2. На основании исследования интенсивности вымывания серы сульфатов из почв подзолистого типа и ее накопления в почве можно в первом приближении оценить ежегодные поступления этого элемента в исследуемые почвы: для Смоленской области они составили 20—30 кг/га, для лесопарка Москвы — от 50—80 до 100—160 кг/га.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Биогеохимические циклы в биосфере. М.: Наука, 1976. — 2. Важен И. Г. Песчаные и супесчаные подзолистые почвы Северного Предуралья и их плодородие. — Тр. Соликамск. с.-х. опытн. станции, 1975, вып. 4, с. 9—35. — 3. Вольников И. У., Мишин А. М. Формы серы в почвах Среднего Поволжья. — Агрохимия, 1974, № 12, с. 112—118. — 4. Григорьев А. А. Содержание различных форм серы в дерново-подзолистых почвах Горьковской области. — Тр. Горьк. сельск. ин-та, 1977, вып. 110, с. 106—112. — 5. Загрязнение природных сред. — Тр. ин-та эксперимент. метеорол. М., 1976, вып. 4 (56). — 6. Ковда В. А. Биосфера, почвы и их использование (докл. на I-м пленар. засед. при открытии X Конгр. почвоведов 12 авг. 1974 г.). — Почвоведение, 1975, № 1, с. 3—16. — 7. Реймон-Чайковская М. К. во-

просу о содержании и формах соединений серы в почвах. Перев. № 27996 ВИНИТЭИСХ СХ (с польского). М., 1973. — 8. Селезнева Е. С. Поступление в почву связанного азота и серы с атмосферными осадками в различных районах СССР. — Тр. Науч. метод. совещ. ВНИИ удобрений и агропочвовед., 1973, вып. 22, с. 80—85. — 9. Справочник по пестицидам (под ред. Л. И. Медведева). Киев: Урожай, 1974. — 10. Янишевский Ф. В., Фомина О. Г., Фомин П. И., Прокошев В. В. Баланс серы в полевом севообороте и фракционный состав серосодержащих соединений дерново-подзолистой почвы при многолетнем применении удобрений. — Агрохимия, 1977, № 4, с. 45—50.

Статья поступила 24 апреля 1981 г.

### SUMMARY

The amount of sulphate sulphur in the samples of soils of podzolic type collected in 1892—1910 and in 1979—1980 was compared. It is shown that in the 0—20 cm layer in the countryside (Smolensky region) about 60 kg of S per 1 ha was accumulated,

at the Experimental Forestry of the Timiryazev Academy—160 kg of S, and at the same place, but near the railroad—320 kg of S. On the basis of the data on the intensiveness of leaching sulphate sulphur from the soil and of its accumulation in the latter it is possible to estimate at a first approximation the intensiveness of annual entries of this element into the soils investigated: for Smolensky region they made 20—30 kg/ha, for Moscow forest-parks—from 50—80 to 100—160 kg/ha.