

СЕРА В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗЕРА СВЯТОЕ (АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Титова К.В., Кокрятская Н.М.

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск

ksyu_sev@mail.ru

Геохимические процессы, наряду с микробиологическими, активно протекают в донных отложениях пресноводных озер. Источники поступления химических элементов в эти водоемы различны, но в основном это «смывы» с водосборных площадей, атмосферные осадки и грунтовые воды. В основе происходящих в донных осадках геохимических преобразований лежат реакции окислительно-восстановительные и образования термодинамически устойчивых соединений. Сера, обладая возможностью существовать во многих степенях окисления, участвует в редокс процессах. Одним из наиболее важных биогеохимических процессов, отражающих эту специфику серы, служит сульфатредукция. Восстановление сульфатов приводит к образованию свободного сероводорода и сульфидов. Результат окисления последних – образование элементной серы и ряда соединений и, в конечном итоге, сульфатов.

Целью данной работы и было рассмотрение распределения соединений серы в донных отложениях озера Святого (юг Архангельской области). Осадки отобраны послойно в период зимней (март) и летней (июль) межени на двух станциях, расположенных в глубоководной (16 м) и мелководной (4 м) частях озера.

Отобранные в этом водоеме илистые донные осадки, значительно обогащены органическим веществом (ОВ). Усредненное количество органического углерода в них составляло 10 % (в расчете на сухой осадок). Для данных отложений отмечена большая влажность 82 %. Среднее значение общего содержания серы в осадках исследуемого озера составляет 0.50 %. На долю соединений восстановленной серы ($\sum S_{H_2S}$) приходится 50-60 %. Эти формы представлены в основном органической составляющей, пиритом, кислоторастворимыми сульфидами и элементной серой. Концентрации сульфатов составляют в среднем 0.22 %. Среди соединений восстановленной серы основную роль играет сера органических веществ S_{org} – 71-73% от $\sum S_{H_2S}$, доля сульфидных форм – 23 %, среди которых доминирующим является пирит.

Для глубоководной станции озера в поверхностных горизонтах отложений, наиболее обогащенных влагой (влажность 88 %), где большая часть сульфатов находится в жидкой фазе, наблюдается активизация процесса сульфатредукции в оба сезона, что сопровождается увеличением концентрации пирита (среднее значение 0,07% (и его доли в $\sum S_{H_2S}$ до 20 %) и сульфидов в осадке. Летнюю активизацию можно связать с поступлением большого количества ОВ (в среднем 10% органического углерода), хотя и частично окисленного в аэробных условиях водной толщи. Зимняя активизация восстановления сульфатов, скорее всего, обусловлена разложением органических веществ, происходящим в анаэробных условиях донных отложений. В поверхностных горизонтах осадков сокращение ОВ сопровождается незначительным повышением содержания сульфидных форм серы, предположительно, органика также расходуется на восстановительные процессы железа и других элементов. В толще осадков для горизонтов ниже 30 см наблюдается увеличение содержания общей восстановленной серы в 2 и более раз по сравнению с вышележащими слоями отложений, сопровождающееся сокращением содержания органического углерода на 2-3 %. Относительно постоянное содержание органической составляющей формы серы, при некотором снижении, вероятно, в толще отложений, вероятно, связано с трудноминерализуемой частью ОВ осадков

или частичным образованием $S_{\text{орг}}$ при взаимодействии продуктов разложения ОВ и сульфидов и элементарной серы, на что косвенно указывает некоторое снижение содержания сульфатов.

Для осадков мелководной станции озера Святого отмечены сходные тенденции в распределении соединений восстановленной серы в толще осадков. Возникающие в придонных горизонтах водной толщи этой станции анаэробные условия, прежде всего, в зимний подледный период, вызваны наибольшей антропогенной нагрузкой северной части озера, обусловленной расположением здесь населенных пунктов и небольшого маслозавода, стоки которого поступают и в озеро.

Для толщи отложений озера Святого характерна особенность. Отмечено, что в его нижних горизонтах увеличивается содержание сульфатов, причем наиболее отчетливо в зимний период, и наблюдается развитие процесса сульфатредукции – $\Sigma S_{\text{H}_2\text{S}}$ изменяется от 0.20 до 0.52 %. Так при общем количестве соединений восстановленной серы 0.20 % (без органической составляющей) концентрация пирита достигала 0.18 % для станции мелководной станции в марте.

Подводя итог вышесказанному можно отметить, что анаэробный процесс сульфатредукции протекает в донных отложениях озера Святое в поверхностных горизонтах осадков (до 10 см) и более явно выражен в их толще (глубина более 30 см), что характерно для обеих станций в оба периода исследований. Активизация восстановления сульфатов микроорганизмами в верхних слоях осадков при прочих равных условиях предположительно связана с наличием в них доступного органического вещества, а развитие процесса в нижних горизонтах обусловлено, скорее всего, поступлением сульфатов с грунтовыми водами из подстилающих пород.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ-Север №11-05-98802; Проекта УрО РАН № 12-У-5-1014.