

АНАЛИЗ АНИОННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГУБКАХ ОЗЕРА БАЙКАЛ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОДХОДОВ

Дылгерова С.Д.^(1,2,3), Чиндявская А.Н.^(1,2), Никонова А.А.⁽²⁾,
Пашкова Г.В.^(1,3), Шабалина О.В.⁽¹⁾, Баженов Б.Н.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, д. 1

⁽²⁾ Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 3

⁽³⁾ Институт земной коры СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128

Анионные синтетические поверхностно-активные вещества производятся во всем мире как технический продукт. Среди них наиболее распространены алкилбензолсульфонаты натрия (АБС). Попадая в водные экосистемы, они способны вызывать хронические состояния и гибель организмов. Тяжелые металлы являются основными неорганическими загрязнителями. И те и другие вещества инициируют свободно-радикальные процессы в живых клетках, вызывая окислительный стресс.

В 2023 г. впервые сообщается об окислительном стрессе губок *Lubomirskia baikalensis* – животных-фильтраторов воды озера Байкал – самого древнего (25 млн. лет) и глубокого (1442 м) озера мира, содержащего 1/5 пресных вод суши. Причины стресса не установлены. Ранее нами показана низкая антиоксидантная активность (0,00031–0,00077 тролокс эквивалентов) губок и их высокая чувствительность к действию АБС *in vitro* с полной гибелью за 72 ч при $C_{\text{АБС}}$ в воде 20 мкг/л и с появлением окислительного стресса в течение 14 дней при 10 мкг/л.

Целью данного исследования была разработка принципиально новой чувствительной, селективной, эффективной методики, использующей принципы зеленой химии, для определения АБС в байкальских губках. В работе впервые предложен способ эстерификации нелетучих АБС с получением летучих метиловых эфиров алкилбензолсульфоокислот (МЭ АБСК), отличающийся эффективностью (выход 98 %), простотой (20 мин, 24 °С), использующий малотоксичный реагент триметилортоформиат $\text{HC}(\text{OCH}_3)_3$ (125 мкл). Впервые проведено разделение МЭ АБСК методом ВЭЖХ-УФ и скоростной ГХ-МС. Впервые показано присутствие данных токсикантов в байкальской губке *Lubomirskia baikalensis* (280 мкг/г сухой массы, отбор 30.05.2022, район мыса Уланово, оз. Байкал, глубина отбора 5 м). Методом рентгено-флуоресцентного анализа с полным внешним отражением (РФА ПВО) как более эффективным, проведено определение тяжелых металлов в губках. Показано высокое содержание меди (до 550 мкг/г сухой массы), что выше такового в 1950-х гг. до трех раз (190 мкг/г). Аккумуляция данных токсикантов губкой может приводить к стрессовым состояниям и массовой гибели данных организмов.

Работа выполнена в рамках госзадания Министерства науки и ВО РФ № 0279-2021-0005 «Исследование трансформации водоемов...» ЛИИ СО РАН.