

Экспериментальная часть

Использование флуоресцентного анализа для определения бактериальной загрязненности природных вод основано на измерении интенсивности сигнала от внутриклеточного метаболита никотинамидадениндинуклеотид (NADH), которая напрямую зависит от количества микроорганизмов в объекте. Определяя по градуировочной зависимости количество бактерий, можно сделать вывод о степени бактериальной загрязненности исследуемой воды [2].

Для анализа была взята проба воды из р. Ушайка. Условия регистрации спектров флуоресценции были выбраны в соответствии с ранее проведенными исследованиями [3]. На рисунке 1 представлен спектр регистрации флуоресценции анализируемого образца.

Интенсивность флуоресцентного сигнала составляет 0,1 отн.ед. При пересчете по градуировочной зависимости в количественную характеристику, получили содержание бактерий $3 \cdot 10^6$ КОЕ, что соответствует умеренно-загрязненной воде.

Список литературы

1. Алексеев Л.С. Контроль качества воды: Учебник.– 3-е изд., перераб. и доп.– М.: ИНФРА-М, 2004.– 154 с.
2. ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков».
3. E.V. Bulycheva et al. Fluorescence Analysis of E. coli Bacteria in Water // Procedia Chemistry 10 (2014) 179–183.

Изотопная масс-спектрометрия биогенных элементов при анализе объектов окружающей среды

П.А. Акулов^{1,2}, О.В. Ветрова², В.Н. Мелков²
Научный руководитель – к.т.н., с.н.с. Г.В. Симонова²

¹Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, pitakul@mail.ru

²Институт мониторинга климатических и экологических систем
Сибирского отделения Российской академии наук
634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, vetrova.o.v@mail.ru

Основной принцип масс-спектрометрии – перевод нейтральных частиц в заряженные ионы, которые разделяются по величине отношения массы к заряду (m/z). На основании общей картины распределения ионов по их массам (масс-спектр) можно идентифицировать химические

соединения.

Важная информация заключается также в изотопном составе химических элементов. Эту информацию можно извлечь с помощью масс-спектрометрии изотопных отношений. В этом методе определяется отклонение изотопного отношения элементов изучаемого образца по отношению к стандарту. Например, для углерода измеряется отклонение $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ образца относительно стандарта, ископаемого моллюска *Belemnitella americana*.

Глобальный геохимический цикл и природные процессы регулируют реакции изотопного обогащения органических и неорганических соединений в природе, при этом важную роль в природных процессах играют биогенные элементы (C, O, H, N, S) [1].

Различие в массах молекул, построенных из разных изотопов того или иного элемента, приводит к различию их физических и физико-химических свойств. Например, при испарении воды с поверхности океана происходит обогащение атмосферной влаги легкими изотопами. Состав воды, выпадающей в качестве осадков, и состав грунтовых вод зависит от удалённости места суши от океана. Интерпретация изотопных отношений кислорода и водорода служит прекрасным средством индикации параметров окружающей среды [2]. Изотопный состав углерода является важным показателем, позволяющим изучить глобальный геохимический цикл этого элемента [3]. Нефть, уголь и, особенно, природный газ содержат относительно небольшое количество тяжелого изотопа ^{13}C . Живые организмы также имеют специфический изотопный состав. Например, в растениях в процессе фотосинтеза происходит их обогащение легким изотопом ^{12}C . При этом изотопный состав углерода тесно связан с видовой принадлежностью растения [4].

Изотопный анализ выполняется с помощью специального масс-спектрометра изотопных отношений. Комбинация его с газовым хроматографом увеличивает аналитические возможности метода. Инструментальным воплощением метода является изотопный хромато-масс-спектрометрический комплекс.

Практические применения изотопной масс-спектрометрии очень многообразны (геология, геохимия, экология, нефтехимия, археология, палеоклиматология, биология, медицина, криминалистика).

Конкретный пример возможностей данного метода – исследование изотопного состава гуминовых кислот, выделенных из образцов луговых почв (с. Киреевск).

Изотопное отношение было определено на изотопном масс-спектрометре (IRMS, Finnigan Delta V Advantage, Thermo Fisher Scientific),

соединенном с элементным анализатором (Flash EA 2000, Thermo Fisher Scientific). Элементный анализатор соединен с IRMS через систему Conflo IV (Thermo), которая дозирует образцы и газы сравнения. Данный тандем позволяет анализировать $\delta(^{13}\text{C})$ и $\delta(^{15}\text{N})$ одновременно.

Результаты анализов, полученные нами, с помощью изотопного масс-спектрометра, а также радиоуглеродные даты дают возможность судить о биогеохимических процессах, протекающих в почвах, осадках и могут быть полезны в построении палеоэкологических и палеоклиматических реконструкций.

Список литературы

1. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды.– М.: Техносфера, 2013.– 632 с.
2. Севастьянов В.С. Проблемы аналитической химии.– Т.15.: Изотопная масс-спектрометрия легких газообразующих элементов.– М.: Физматлит, 2001.– 240 с.
3. Токарев М.И., Файнберг В.С., Ходеев Ю.С. Современные возможности и перспективы масс-спектрометрии легких элементов // Масс-спектрометрия, 2004.– Т.1(3).– С.179–190.
4. Glaser B. Compound-specific stable-isotope ($\delta^{13}\text{C}$) analysis in soil science // Journal of plant nutrition and soil science, 2005.– V.168.– P.633–648.

Вольтамперометрическое исследование электрохимических свойств малахитового зелёного

Д.А. Вишенкова

Научный руководитель – д.х.н., профессор Е.И. Короткова

*Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, vishenkova_darya@mail.ru*

Малахитовый зелёный (МЗ) катионный *n*-метилированный диаминотрифенилметановый краситель [1], используемый для окраски шелка, хлопка, кожи и бумаги, окрашивания микроскопических препаратов, как кислотно-основной индикатор, в криминалистике – для обнаружения пятен крови. Кроме того, соединение обладает мощными антигрибковыми, антибактериальными и антипаразитарными свойствами, в частности, демонстрируя эффективность в отношении ихтиофтириоза и грибка сапролегнии, поражающего икру рыб. Однако, несмотря на ряд положительных свойств МЗ токсичен и опасен для многих живых организмов, включая млекопитающих, способен вызывать поражение пече-