

ОЦІНКА БІОДОСТУПНОСТІ СПОЛУК АЛЮМІНІЮ У ПРИРОДНИХ ВОДАХ

¹Сухарев С.М., ²Марійчук Р.Т., ³Бабіля Т.С., ¹Сухарева О.Ю.

¹ДВНЗ «Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

e-mail: serhii.sukharev@uzhnu.edu.ua

²Пряшівський університет, м. Пряшів, Словацька Республіка

³Закарпатський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України,
м. Ужгород, Україна

Сполуки алюмінію є поширеними у природі, проте деякі з них є достатньо токсичні для живих організмів. Серед об'єктів довкілля, у яких сполуки алюмінію можуть знаходитися у різних формах, особливої уваги заслуговують природні води. В них алюміній може перебувати у різному дисперсно-фазовому стані, переважно у вигляді малотоксичних полігідроксиформ. Така суспендована форма є практично біологічно недоступна, проте у природних водах можуть існувати і розчинні форми алюмінію, серед яких найбільш токсичними і біодоступними є аквакомплекси $[Al(H_2O)_6]^{3+}$. На їх частку, із валового вмісту алюмінію у природних водах, може припадати лише незначна кількість, тому актуальною проблемою моніторингу природних вод є визначення вмісту у водах біодоступних сполук алюмінію.

З огляду на те, що вміст аквакомплексів алюмінію (біодоступна форма) у природних водах є незначним, виникає проблема визначення мікро- і нанокількостей таких сполук. Сучасні методи визначення алюмінію, серед яких найбільшого значення мають атомно-абсорбційна спектроскопія, спектрофотометрія та люмінесценція, передбачають визначення валового вмісту алюмінію, що є малоінформативним для оцінки біодоступності, а відтак і токсичності, сполук алюмінію. Тому виникають дві головні проблеми – це розділення сполук алюмінію (відділення суспендованих і сорбованих форм) з виділенням розчинних форм та визначення вмісту мікро- і нанокількостей розчинних сполук алюмінію.

Якщо перша проблема вирішується послідовним застосуванням мікропористих скловолкнистих і мембранних фільтрів, то друга – потребує концентрування сполук алюмінію і підбір методу аналізу, який би відповідав моніторинговим вимогам за метрологічними параметрами, експресністю та можливістю проведення масових досліджень.

В даній роботі нами запропонована методика визначення вмісту біодоступних (токсичних) форм сполук алюмінію у природних водах. Методика була апробована на річкових водах за різних гідрологічних режимів та морських водах.

Методика включає кілька стадій: перша – відділення водорозчинних сполук алюмінію з послідовним використанням мікропористих фільтрів (16-24 мкм та 0,45 мкм); друга – рідинно-рідинна мікроекстракція (концентрування) водорозчинних сполук алюмінію у вигляді іонних асоціатів з ацилгідрозонами саліцилового альдегіду та додецилсульфатом натрію з використанням вортекс-змішувача; третя – атомно-абсорбційне визначення алюмінію (електротермічний варіант). Перша стадія запропонованої методики є стандартною і використовується для визначення у природних водах різних органічних та неорганічних сполук. Друга і третя стадія – оригінальне дослідження авторів. Вибір мікроекстракції для концентрування сполук алюмінію

визначається тим, що це один із простіших та експресних методів концентрування та розділення аналітів, який відповідає вимогам «зеленої» хімії. Вибір екстракційної системи базувався на тому, що іонні асоціати алюмінію з гідразонами є ефективними аналітичними екстракційними формами [1], які використовуються і як хімічні модифікатори в атомно-абсорбційній спектроскопії [2, 3].

Дослідження показали, що рідинно-рідинна мікроекстракція з використанням вортекс-змішувача дозволяє забезпечити високий фактор концентрування (50:1) при невеликих витратах екстрагенту (100 мкл), а також відділити деякі заважаючі компоненти (зокрема хлориди натрію та магнію з морської води). Мікроекстракт безпосередньо використовується для атомно-абсорбційного визначення алюмінію. Застосування електротермічної атомно-абсорбційної спектроскопії (з включенням стадії піролізу перед стадією атомізації) у поєднанні з хімічними модифікаторами (реагенти екстракційної системи) забезпечує високу чутливість визначення алюмінію. Апробація запропонованої методики визначення біодоступних форм алюмінію у природних водах (річкових і морських) показала її ефективність. Методика має задовільні метрологічні характеристики.

Робота підтримана програмою SAIA, National Scholarship Program for the Supports of Mobility of University Students, PhD Students, University Teachers, Researchers and Artists, ID 35598.

Література.

1. Sukhareva O., Mariychuk R., Sukharev S., Delegan-Kokaiko S., Kushtan S. Application of microextraction techniques for indirect spectrophotometric determination of fluorides in river waters. *Journal of Environmental Management*. 2021, 280, 111702.
2. Sukharev S.N., Delegan-Kokaiko S.V., Sukhareva O.Yu. Atomic-absorption determination of aluminum in waters. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2010, 32, 223-226.
3. Сухарев С.М., Сухарева О.Ю. Визначення алюмінію у природних водах методом електротермічної атомно-абсорбційної спектроскопії. *Методы и объекты химического анализа*. 2013, 8(3), 143-149.