

**О. В. Буйко, С. И. Метелица, Р. В. Алоференко, Т. С. Кондратьева,
А. И. Зыкова, Н. С. Кузьмин**

Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

ПОСЛОЙНО МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ, ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой некоторых регионов Российской Федерации и Красноярского края в частности, актуальна проблема экспрессного определения приоритетных загрязнителей в объектах окружающей среды и пищевых продуктах. Поэтому перспективным является разработка новых тест-систем и сорбционно-спектроскопических методик определения неорганических и органических загрязнителей окружающей среды. Такие тест-системы позволят внелабораторно, непосредственно в «полевых» условиях определять концентрации ионов тяжелых и цветных металлов, полиароматических углеводородов, а также синтетических красителей.

В качестве сорбентов использованы неорганические оксиды (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2), последовательно модифицированные полимерными полиаминами (полигексаметиленгуанидин (ПГМГ), поли-(4,9-диоксадодекан-1,12-гуанидина) (ПДДГ), гексадиметринбромид (ПБ)) и сульфопроизводными органических реагентов, селективными к выделяемому компоненту. Достаточно прочное закрепление реагентов на поверхности неорганических оксидов в диапазоне pH 2-9 происходит за счет образования большого количества межмолекулярных связей (водородных, электростатических и др.).

На основе полученных данных разработаны сорбционно-фотометрические, сорбционно-люминесцентные и тест-методики определения ряда ионов тяжелых и цветных металлов и синтетических пищевых красителей в объектах окружающей среды и пищевых продуктах.

С использованием кремнезема, модифицированного полигексаметиленгуанидином, ферроном и 2,2'-дипиридилем разработаны методики сорбционно-фотометрического и тест определения Fe(II) и Fe(III) и сорбционно-люминесцентного определения Zn(II) и Cd(II).

Пределы обнаружения железа, цинка(II) и кадмия(II) сорбционно-фотометрическим и сорбционно-люминесцентным методами составляют 3 мкг/л (Fe(III)) и 0,5 мкг/л (Fe(II)), 4 мкг/л Zn(II) и 5 мкг/л Cd(II) соответственно. Полученные значения сопоставимы с пределами обнаружения, достигаемыми современным атомно-эмиссионным методом с индуктивно связанной плазмой. Визуально минимально определяемые концентрации Fe(III) в варианте цветовых шкал с использованием разработанных сорбентов составляют 50 мкг/л, а Fe(II) – 5 мкг/л и сопоставимы с пределом обнаружения, достигаемым атомно-абсорбционным методом с пламенным атомизатором. Разработанные методики позволяют определять отдельно различные формы элементов, такие как Fe(II) и Fe(III), что невозможно сделать с использованием современных спектроскопических методов анализа.

Сорбционно-фотометрическому определению Fe(II) и Fe(III) и сорбционно-люминесцентного определения Zn(II) и Cd(II) не мешают 1000-кратные избытки основных компонентов природных вод Na(I), K(I), Ca(II), Mg(II), Sr(II) и солевой фон до 2 г/л по NaCl.

Разработанные сорбционно-фотометрические и тест-методики определения Fe(III), сорбционно-люминесцентная методика Zn(II) использованы при их определении в речных водах Красноярского края - Базаиха, Кача, Чулым и минеральной воде «Загорье». Правильность полученных результатов подтверждена независимым атомно-эмиссионным с ИСП методом.

Полученные при исследовании способов закрепления сульфопроизводных органических реагентов результаты были использованы при разработке сорбционно-фотометрических и тест-методик определения синтетических пищевых красителей, также имеющих в своем составе сульфогруппы. Поэтому для сорбции синтетических пищевых красителей в качестве сорбентов использовали неорганические оксиды, модифицированные только полиаминами. Данные сорбенты не имеют собственной окраски, поэтому в процессе сорбции пищевых красителей из водных растворов сорбент окрашивается в соответствующий цвет красителя.

Показано, что синтетические пищевые красители количественно (95-99 %) извлекаются неорганическими оксидами, модифицированными полиаминами, из водных растворов в широком диапазоне pH 2-9 в течение 3-15 мин.

Сопоставление спектров поглощения красителей в растворе со спектрами диффузного отражения на поверхности свидетельствует о сохранении хромофорных свойств и указывает на нековалентный характер закрепления красителей на поверхности сорбентов.

Для экспрессного внелабораторного определения синтетических пищевых красителей в продуктах питания разработаны тест шкалы на основе сорбента SiO₂-ПГМГ. Визуально минимально определяемые концентрации для синтетических пищевых красителей желтый «солнечный закат» FCF, понсо 4R, кармуазин, синий блестящий FCF составляет 0,3; 0,3; 0,2; 0,1 мг/л соответственно.

Показано, что сорбционно-фотометрическому и тест-определению синтетических пищевых красителей в преобладающих количествах (2-50 г/л) не мешают сахара, лимонная и бензойные кислоты, а также другие консерванты и стабилизаторы.

Разработанные сорбционно-фотометрические и тест-методики определения синтетических пищевых красителей в варианте цветовых шкал с использованием оксидов алюминия и кремнезема, модифицированных полигексаметиленгуанидином использованы при определении синтетических пищевых красителей желтый «солнечный закат» FCF, понсо 4R, кармуазин, синий блестящий FCF в газированных напитках «Миринда Refreshing», «Fanta Mango», желе «Снеговичок» и алкогольном напитке аперитив «KV 14».

Синтезированы и исследованы новые сорбционные материалы на основе SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, ZrO₂, послойно модифицированных полиаминами и сульфопроизводными органических реагентов. Исследованы свойства полученных сорбентов по отношению к Cd(II), Zn(II), Fe(II), Fe(III) и пищевым красителям желтый «солнечный закат», понсо 4R, кармуазин, синий блестящий, тартразин и кармуазин. На основе полученных зависимостей разработан ряд сорбционно-спектроскопических методик определения цветных и тяжелых металлов, синтетических пищевых красителей в природных водах Красноярского края и различных продуктах питания. Для экспрессного внелабораторного анализа разработан ряд тест-методик определения ионов цветных, тяжелых металлов и пищевых красителей.