

Научная статья
УДК 543.3+633.1

ВЫБОР ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Екатерина Юрьевна Патракова¹, Алеся Валерьевна Вураско², Инна Геннадьевна Первова³

^{1,2,3} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ patrakova_98@list.ru

² vuraskoav@m.usfeu.ru

³ pervovaig@m.usfeu.ru

Аннотация. Исследованы возможности применения целлюлозосодержащих матриц, полученных из рисовой шелухи и отличающихся содержанием диоксида кремния, для разработки твердофазных индикаторных тест-систем различного типа для обнаружения металлов –токсикантов в водных растворах.

Ключевые слова: тест-системы, формазаны, целлюлозосодержащие матрицы

Благодарности: работа выполнена в рамках исполнения госбюджетной темы № FEUG-2020-0013

Scientific article

TEST SYSTEM SELECTION FOR THE METAL DETECTION IN AQUEOUS SOLUTIONS

Ekaterina Y. Patrakova¹, Alesya V. Vurasko², Inna G. Pervova³

^{1,2,3} Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ patrakova_98@list.ru

² vuraskoav@m.usfeu.ru

³ pervovaig@m.usfeu.ru

Abstract. Studies have been conducted to assess the possibility of using cellulose-containing matrices derived from rice husks and differing in the content of silicon dioxide to develop solid-phase indicator test systems of various types for the detection of toxic metals in aqueous solutions.

Keywords: test systems, formazanes, cellulose-containing matrices

Acknowledgment: the work was carried out within the framework of the implementation of the state budgetary theme № FEUG-2020-0013

В настоящее время загрязнение природных водоемов является актуальной проблемой. Среди широкого спектра загрязнителей водных экосистем наиболее опасными являются тяжелые металлы, обладающие канцерогенными, мутагенными и патогенными свойствами даже при низких концентрациях. В качестве доступного и эффективного средства экологического мониторинга определения металлов в водных растворах могут быть применены тест-системы на основе целлюлозосодержащих матриц-носителей. Данные тест-системы позволяют не только экономить время на определение содержания металла, но также обеспечить экспрессность метода за счет визуального эффекта изменения окраски реагента.

В нашем исследовании в качестве матрицы-носителя применены целлюлозосодержащие отливки, полученные в результате окислительно-органосольвентной варки сельхозотхода – шелухи риса. Особенность компонентного состава шелухи риса заключается в высокой зольности (от 8 до 32 %), причем в составе золы преобладает диоксид кремния в виде аморфного диоксида опаловой структуры*. Для проверки способности такой матрицы служить твердофазной основой для тест-систем были синтезированы три варианта матриц с различным процентным содержанием минеральной составляющей (SiO_2): 19 %, 22,4 % и 32,5 %, соответственно.

В качестве реагентов были выбраны органические реагенты класса формазапов, отличающиеся основностью гетероциклического фрагмента и составом функциональных групп: 1-фенилсульфонил-3-фенил-5-(бензилбензимидазоллил-2) формазан(Ф1) и 1-бромфенил-3-(4-оксиметилфенил)-5-(2,4-дифенилпиримидинил-2)формазан (Ф2). Характерной особенностью таких реагентов является контрастная с точки зрения изменения окраски реакция комплексообразования с ионами токсичных металлов.

Особую роль при разработке твердофазных реактивных индикаторных систем (или тест-систем) играет выбор способа и последовательности взаимодействия трёх компонентов: целлюлозосодержащей матрицы, реагента и ионов определяемого металла. Снижение подвижности реагента и перераспределение электронной плотности в молекуле лиганда при иммобилизации на матрицу может привести к изменению его комплексообразующей способности и (или) повышению селективности при визуальном полуколичественном обнаружении ионов металлов.

В исследовании реализованы следующие подходы создания тест-систем для обнаружения в водных растворах ионов меди(II) и цинка(II):

1) тест-системы первого типа на основе иммобилизованных на целлюлозосодержащую матрицу выбранных гетарилформазапов;

* Материалы из нетрадиционных видов волокон: технологии получения, свойства, перспективы применения : моногр. / Под ред. А. В. Вураско. Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. С. 151–159.

2) тест-системы второго типа, основанные на предварительном концентрировании матрицей определяемого иона-токсиканта с последующей его «проявкой» формазаном (метод «проявки»);

3) тест-системы третьего типа, основанные на сорбции матрицей сформированных в растворе формазанатов металлов.

При исследовании тест-систем первого типа выявлено, что обработку матрицы из шелухи риса раствором реагента достаточно проводить в течение 1 часа, поскольку дальнейшее увеличение длительности иммобилизации формазана не влияет на интенсивность и окрас получаемой тест-системы. После нахождения матрицы-носителя (изначально белого цвета) в растворе формазана Ф1 фиксируется окрашивание в бордовый цвет, в случае Ф2 – в оранжевый. Окрашивание довольно устойчивое, поскольку после промывки в дистиллированной воде цвет и интенсивность не изменились. Далее тест-системы помещали в раствор соли меди или цинка и наблюдали визуальный эффект смены окраски за счет реакции комплексообразования: с ионами Cu(II) матрица изменяла цвет на зеленый, а при контакте с ионами Zn(II) окраска тест-системы с формазаном Ф1 стала намного темнее, в то время как интенсивность оранжевой окраски системы с Ф2 уменьшилась. Стоит отметить, что наличие минеральной составляющей в целлюлозосодержащей матрице, полученной из рисовой шелухи, определило неравномерность окраски, что визуально достаточно заметно. Лучшее себя показала матрица с 22,4 %-м содержанием минеральной составляющей.

При втором способе создания тест-систем матрицу сначала помещали в раствор металла для его концентрирования (при этом цвет матрицы не менялся, оставался белым). После контакта растворов реагентов Ф1 и Ф2 с матрицей, сорбционно насыщенной ионами меди (II), фиксировалось окрашивание в зеленый цвет комплекса, но более неравномерное, чем для тест-систем первого типа. В случае контакта реагентов с матрицей, насыщенной ионами Zn(II) , формировалась окраска исходных реагентов, что позволяет рекомендовать тест-системы второго типа для обнаружения меди в присутствии ионов цинка.

Изучение тест-систем третьего типа позволило установить, что при иммобилизации уже сформированного в растворе металлокомплекса, полученного при добавлении соответствующего реагента к водному раствору, содержащему ионы меди(II) или цинка(II), матрица окрашивается более равномерно в цвет комплекса как в случае использования формазана Ф1 (зеленая окраска), так и Ф2 (серая окраска). Следовательно, тест-системы третьего типа успешно можно применять для полного извлечения микроколичеств токсикантов.

Все три типа тест-систем по окончании сорбции сохраняют свою окраску после промывки дистиллированной водой. Кроме того необходимо учесть при разработке метода определения металлов в водных раство-

рах тот факт, что матрицы в мокром состоянии имеют более насыщенный и интенсивный окрас и равномерное распределение цвета в отличие от высушенного состояния.

Таким образом показано, что целлюлозосодержащие матрицы, полученные в результате окислительно-органосольвентной варки сельхозотхода – шелухи риса, могут быть успешно применены для разработки тест-систем различного типа, отличающиеся чувствительностью и избирательностью при обнаружении ионов металлов.

Научная статья
УДК 674.817-41

ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

Виктория Максимовна Первушина¹, Ирина Валерьевна Яцун²

^{1,2} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ tarantul98@mail.ru

² yatsuniv@m.usfeu.ru

Аннотация. В статье рассмотрены некоторые аспекты из истории появления природных красителей, приведены преимущества применения данных материалов в сравнении с синтетическими красителями. Рассмотрены вопросы технологии формирования покрытия на древесных материалах на основе природных красителей.

Ключевые слова: лакокрасочные покрытия, природные красители, красильные растения

Scientific article

FORMATION OF COATINGS ON WOOD WITH THE USE OF NATURAL DYES

Viktoriya M. Pervushina¹, Irina V. Yatsun²

^{1,2} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ tarantul98@mail.ru

² yatsuniv@m.usfeu.ru

Abstract. The article discusses some aspects of the history of the appearance of natural dyes, shows the advantages of using these materials in compari-