

ший из патрона раствор собирали порциями по 10,0 см<sup>3</sup>. Содержание переходных и щелочноземельных металлов в растворах до и после сорбции определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре iCAP 6500.

По результатам проведенных исследований установлено, что сульфоэтилированный полиаллиламин со степенью модифицирования 0,5 селективно извлекает ионы меди (II) и серебра (I) из растворов сложного состава в динамических условиях. Сорбция остальных ионов металлов незначительна. Анализируя значения динамической емкости СЭПАА по ионам меди (II) и серебра (I) можно сделать вывод, что исследуемый сорбент имеет большее сродство по отношению к ионам серебра (I).

Также установлено, что при обработке сорбента 1 моль/дм<sup>3</sup> раствором азотной кислоты объемом 80,0 см<sup>3</sup> после проведения сорбции достигается полная регенерация СЭПАА 0,5 (табл. 1).

Определенный интерес представляет сравнение полученных данных с аналогичными результатами, полученными для сорбентов на основе сульфоэтилированного хитозана с аналогичной степенью замещения (СЭХ 0,5) [1]. Полученные для них значения динамической

**Таблица 1.** Результаты исследования десорбции меди (II) и серебра (I) с поверхности СЭПАА 0,5

Металл	Сорбировано на СЭПАА 0,5, мкмоль/г	Десорбировано с СЭПАА 0,5, мкмоль/г
Ag (I)	16,2	16,1
Cu (II)	3,2	3,2

обменной емкости (ДОЕ) для серебра (I) и меди (II) составили 90,0 и 31,4 мкмоль/г соответственно. В случае СЭПАА реализуются меньшие значения ДОЕ, что может объясняться различной степенью сшивки рассматриваемых сорбентов. Отдельно нужно отметить, что относительно низкая динамическая емкость исследуемого сорбента является благоприятным фактором для достижения высокой селективности сорбции.

Обработка динамических выходных кривых сорбции меди (II) и серебра (I) моделями Юна-Нельсона, Томаса и Адамса-Бохарта позволила рассчитать значения динамической обменной емкости сорбента, константы скорости сорбции и время, необходимое для выхода из колонки 50% сорбата.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-33-00110 мол\_а.

### Список литературы

- Petrova Yu.S., Pestov A.V., Neudachina L.K. // Removal of metal ions in fixed bed from multicomponent solutions using N-(2-sulfoethyl) chitosan-based sorbents // Separ. Sci. Technol., 2016.– Vol.51.– P.1437–1445.*

## ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХОЛЕСТЕРИНА

К.В. Дёрина

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

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, derinaksenia@yandex.ru

Холестерин выполняет в организме человека ряд важных функций: формирует клеточные мембраны, регулирует текучесть плазматических мембран, участвует в сигнальных путях в организме человека. Играет важную роль в пренатальном развитии. Кроме того, холестерин является одним из маркеров сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ).

На данный момент смертность от ССЗ составляет 31% от всех смертей в мире. Особен-

ностью данной группы заболеваний является внезапная смертность. В связи с чем, бурно развиваются методы анализа холестерина в биологических объектах. Наибольшее распространение получили методики ферментативного определения. Тем не менее, применение ферментов жестко лимитировано, поскольку в силу свое природы данный вид распознающего агента требователен к условиям определения и хранения.

**Таблица 1.** Результаты определения холестерина (мМ) в сыворотке крови человека на модифицированном электроде (I) и флуориметрическим методом (II) ( $n=6$ ,  $p=0,95$ ,  $t_{\text{таб}}=2,57$ )

пациент	Пол	Найдено (I)	$S_r$	Найдено (II)	$S_r$	$t_{\text{эсп}}$
1	мужской	$3,62 \pm 0,02$	0,08	$3,84 \pm 0,08$	0,05	1,55
2	тот же	$5,12 \pm 0,04$	0,05	$6,03 \pm 0,06$	0,08	2,17
3	тот же	$3,86 \pm 0,06$	0,04	$3,44 \pm 0,08$	0,03	1,63
4	тот же	$3,68 \pm 0,02$	0,06	$4,01 \pm 0,06$	0,05	2,03
5	женский	$3,92 \pm 0,04$	0,01	$3,72 \pm 0,02$	0,02	1,83
6	тот же	$3,56 \pm 0,02$	0,03	$3,84 \pm 0,04$	0,07	2,11
7	тот же	$3,74 \pm 0,02$	0,05	$3,54 \pm 0,08$	0,02	1,74
8	тот же	$4,48 \pm 0,04$	0,04	$6,01 \pm 0,10$	0,04	2,04

В связи с чем, перспективным выглядит применение вольтамперометрии для определения холестерина. Большинство вольтамперометрических методик определения органических соединений основано на применении модификаторов электродной поверхности, позволяющих снизить потенциал их окисления или восстановления. В данной работе в качестве модификатора применяли 2,6-диN,N'-4,4'-(2-аминотиазолил)-4,8-диацетил-2,4,6,8-тетраазо-би-цикло[3.3.0]октан-3,7-дион (ДАТДАГУД). Модификатор электродной поверхности предоставлен кафедрой органической химии и полимеров Карагандинского государственного университета им. Е.А. Букетова.

Целью настоящего исследования явилась разработка методики вольтамперометрического определения холестерина в сыворотке крови человека с применением модифицированного углеродсодержащего электрода с обновляемой поверхностью. В качестве метода сравнения использовали флуориметрический метод определения холестерина по реакции Златкиса-Зака.

Электрохимические исследования проводились с применением вольтамперометрического анализатора «TA-Lab» (производства ООО «Томьаналит», Томск). Использовали трехэлектродную ячейку. Применяли модифицированный

углеродсодержащий электрод в качестве рабочего электрода, представляющий собой композит, состоящий из 70% полиэтилена высокого давления и 30% технического углерода. В качестве электрода сравнения и вспомогательного электрода применяли хлоридсеребряные электроды.

Выбраны рабочие условия определения холестерина: фоновый электролит – фосфатный буферный раствор с рН 6,86,  $W=50$  мВ/с, форма развертки потенциала – ступенчатая. В качестве рабочего электрода применялся органо-модифицированный электрод. Пик наблюдается при +0,98 В. Зависимость тока электроокисления холестерина от его концентрации линейна в интервале 0,1–50 мкМ/дм<sup>3</sup> с пределом обнаружения 0,01 мкМ/дм<sup>3</sup>. Результаты представлены в таблице 1.

Таким образом, разработанный метод определения холестерина показал высокую сходимость с известным методом. Однако погрешность определения в случае флуориметрической методики несколько выше, чем в случае вольтамперометрической. Предположительно, заниженные результаты флуориметрического определения обусловлены нестабильностью получаемого в реакции окрашенного триенового радикала.

Данная работа поддержана грантом РФФИ «Мой первый грант» № 16-33-00319 мол\_а.