

Е.О. Ливенцова, канд. хим. наук, ассист. (*ОНАПТ, Одесса*)

С.В. Бельтюкова, д-р хим. наук, проф. (*ОНАПТ, Одесса*)

О.И. Теслюк, канд. хим. наук, доц. (*ФХИ им. О.В. Богатского
НАН Украины, Одесса*)

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ СЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОФЕИНА

Люминесцентные сенсоры на основе комплексов ионов Eu(III) и Tb(III) с органическими лигандами находят широкое применение для высокочувствительного определения широкого круга биологически-активных веществ. Высокая чувствительность люминесцентных сенсоров обусловлена использованием f-f люминесценции лантанидов и процессами внутримолекулярной передачи энергии возбуждения от лигандов к центральному иону. В этом случае возможно как увеличение интенсивности люминесценции лантанидов, так и ее тушение в присутствии второго лиганда.

Кофеин является биологически активным соединением, алкалоидом, содержащимся в кофейных зернах, листьях чая. Его широко используют в качестве пищевой добавки при изготовлении различных напитков, лекарственных препаратов. Кофеин способствует сужению сосудов, ускоряет процессы метаболизма, имеет мочегонный эффект, в избыточных количествах вызывает угнетение центральной нервной системы. В связи с этим контроль содержания кофеина в кофе, чае, энерготониках и других напитках является весьма актуальной задачей.

Существующие методы определения кофеина (ВЭЖХ, спектрофотометрический) требуют длительной пробоподготовки, длительны во времени и весьма сложны в аппаратном оформлении.

Целью данной работы являлась разработка простой и чувствительной методики количественного определения кофеина в энергетических напитках.

Спектры люминесценции иона Tb(III) регистрировали в области 500-600 нм с помощью спектрометра ИСП-51 с фотоэлектрической приставкой ФЭП-1. Люминесценцию возбуждали ртутно-кварцевой лампой ДРШ-250 со светофильтром УФС-2. Все измерения проводили при комнатной температуре (19-21 °С). pH растворов измеряли стеклянным электродом на pH метре ОР-2Н/1 (Radelkies, Венгрия).

Для выделения кофеина из экстракта использовали метод тонкослойной хроматографии. С целью выбора оптимальных условий

и режимов хроматографирования исследован ряд неподвижных фаз, различающихся по своим свойствам (пластинки Silufol, Sorbfil, СТХ – 1А, марки Merch). Наилучшим оказалось применение хроматографических пластинок марки Merch TLC Aluminium Plates.

Подвижная фаза при хроматографировании выбрана экспериментально, наибольшая подвижность кофеина R_f 0,58 обнаруживается при использовании смесей органических растворителей бензол: метанол: уксусная кислота в соотношении 10:5:1.

В качестве проявляющих использовали растворы хлорида Tb (III), 1,10-фенантролина и β -циклодекстрина. $I_{\text{люм}}$ сорбата комплекса Tb (III) – 1,10 – фенантролин в 5-7 раз возрастает в присутствии β -циклодекстрина. Циклодекстрины являются наиболее известными и широко используемыми представителями природных молекул – рецептов, которые имеют объемную гидрофобную полость и способны образовывать супрамолекулярные комплексы включения «гость-хозяин». Образование комплексов включения Tb (III) – 1,10 – фенантролин – β -циклодекстрин способствует вытеснению молекул воды из внутренней сферы комплекса, что обуславливает уменьшение безызлучательных потерь энергии возбуждения и соответственно приводит к увеличению интенсивности люминесценции сенсора. В оптимальных условиях люминесценции предлагаемого сенсора в спектре люминесценции сорбата комплекса наиболее интенсивной является полоса, соответствующая сверхчувствительному переходу $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ ($\lambda_{\text{излуч}} = 545$ нм).

В присутствии кофеина наблюдается тушение люминесценции в люминесцентном сенсоре Tb (III) – 1,10 – фенантролин – β -циклодекстрин на поверхности тонкого слоя сорбента в интервале pH 3,0...9,5, максимальное тушение обнаруживается при pH 6,8...7,2.

На основании проведенных исследований разработана методика определения кофеина в чае, кофе и энергетических напитках. Идентификацию кофеина проводили при облучении УФ-светом ртутно-кварцевой лампы при длине волны возбуждения $\lambda_{\text{возб}} = 365$ нм. При визуально-тестовом определении кофеина сравнивают тушение $I_{\text{люм}}$ сенсора Tb(III)–1,10-фенантролин– β -циклодекстрин, при $\lambda_{\text{люм}} = 545$ нм анализируемой пробы с тушением $I_{\text{люм}}$ стандартных образцов. Количественное определение кофеина проводят по градуировочному графику. Предел обнаружения кофеина составляет 0,02 мкг/мл. Точность и достоверность определения проверена путем статистической обработки результатов определения. Относительное стандартное отклонение составляет 0,05...0,07.