

Определение синтетического пищевого красителя индигокармина в фармацевтических препаратах методом флуориметрии

А. А. Николаева, А. А. Иванов, Е. И. Короткова, д. х. н.
Томский политехнический университет, Томск
ivanovaaa@tpu.ru

УДК: 543.426

Статья поступила в редакцию 29.08.2019

Статья принята к публикации 7.10.2019

Предложен новый метод флуориметрического определения синтетического пищевого красителя индигокармина (Е132). Изучены спектры люминесценции исследуемого лейкосоединения индигокармина. С помощью синхронного сканирования найдена оптимальная длина волны возбуждения лейкосоединения индигокармина 270 нм, при которой наблюдается наиболее интенсивная люминесценция на длине волны 410 нм, рассчитано время жизни сигнала люминесценции. Разработанная методика успешно применена для количественного определения синтетического красителя индигокармина (Е132), апробирована на лекарственных препаратах и витаминах для детей. Метод имеет хорошую сходимость с результатами хроматографического прямого определения Е132 в водном растворе в исследуемых объектах и может быть использован для контроля качества и безопасности фармацевтических препаратов.

ВВЕДЕНИЕ

Современная органическая химия обладает большим количеством инструментов для синтеза различных пищевых красителей, дешевых и устойчивых к любым видам технологических обработок (нагревание, замораживание и др.) [1].

Выгодные для промышленности синтетические красители, к сожалению, как правило, токсичны и вредны для здоровья человека, в особенности детей [2], поэтому требуется строгий контроль за их применением. Например, чаще остальных синих синтетических красителей в фармацевтической индустрии применяется индигокармин. Однако он исследован меньше всех, так как наименее стабилен по сравнению с другими.

Разработаны различные методы анализа синтетических красителей [3]. Самые распространенные и недорогие в аппаратном оформлении – спектрофотометрические [4, 5], но они не позволяют одновременно определять несколько красителей. Поэтому их применяют для анализа достаточно простых веществ, не требующих сложной пробоподготовки (например, напитки).

Вполне приемлемы электрохимические методы исследования [6], но их пока применяют не часто, и среди работ по определению синтетических пищевых красителей индигокармин не упоминается [6–9].

Капиллярный электрофорез применяют для анализа смеси нескольких красителей. Известны публикации по определению индигокармина [10], но сам метод характеризуется длительностью пробоподготовки и анализа, а также низкой чувствительностью.

Лучше всего для определения красителей как отдельно, так и в смеси подходят хроматографические методы анализа [9–14]. Индигокармин идентифицируют на пятой минуте анализа [14]. Недостатки хроматографических методов – содержание в составе подвижных фаз токсичных органических растворителей и высокая стоимость аппаратного оформления.

В литературе также встречаются немногочисленные работы [15] по определению синтетических пищевых красителей методом флуориметрии, но все они носят перспективный характер, результаты имеют хорошую точность

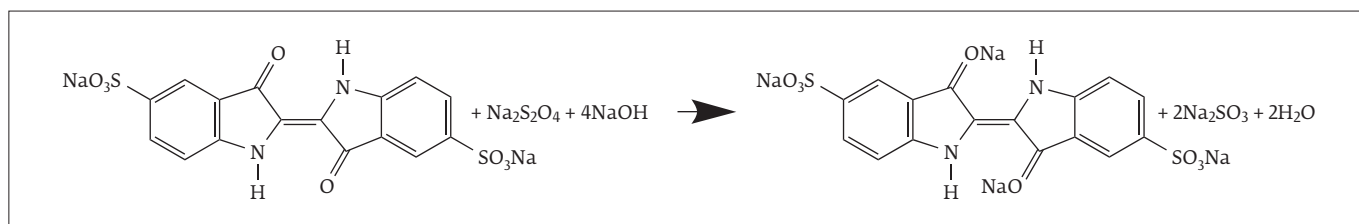


Рис. 1. Реакция образования лейкосоединения индигокармина в щелочной среде

и воспроизводимость, высокую чувствительность и широкий диапазон определяемых концентраций [16].

Кроме того, большинство методов определения синтетических пищевых красителей разработано и апробировано, в основном, на продуктах питания, анализ фармацевтических препаратов встречается гораздо реже. Но, по сравнению с пищевыми продуктами, содержание синтетических красителей в лекарственных препаратах регламентируется жестче. Поэтому исследования в данной области особенно актуальны.

Цель работы – разработка флуориметрической методики определения синтетического пищевого красителя индигокармина (Е132) в фармацевтических препаратах.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В качестве объектов исследования выбраны: таблетки (антибактериальное средство) «Левомецетин Актитаб», производитель – «Оболенское ФП», Россия; витамины для детей «Пиковит» – производитель АО «КРКА», Словения.

Исследования проводили на анализаторе жидкости «Флюорат-02-Панорама» (изготовитель ООО «Люмэкс-маркетинг», Санкт-Петербург).

Рабочие растворы красителя индигокармина (мг/л) готовили с использованием стандартного красителя с содержанием основного красящего вещества не менее 99,5% (ЗАО «Вектон», Санкт-Петербург).

Пробоподготовка исследуемых пищевых объектов заключалась в растворении исходной пробы (таблетки и конфеты) в растворе щелочи (1М NaOH) с добавлением 150 мкл 5%-ного раствора дитионита натрия и последующим центрифугированием в течение 10 мин, частота вращения центрифуги – 14 000 об/мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Синтетический пищевой краситель синего цвета индигокармин также известен как кислотно-основной индикатор [17]. Он относится к классу индигоидных красителей, основным свойством которых является способность восстановления до водорастворимого бесцветного лейкосоединения (рис. 1) в щелочной среде [18].

Сам краситель Е132 в водном растворе не люминесцирует, но при растворении в щелочи обнаружена люминесценция образующегося лейкосоединения индигокармина, что

и явилось идеей определения индигокармина в фармацевтических препаратах методом флуориметрии.

Для полученного лейкосоединения была найдена оптимальная длина волны возбуждения – 270 нм, при которой наблюдали наиболее интенсивную люминесценцию на длине волны 410 нм (рис. 2).

Для увеличения чувствительности и точности определения Е132 в исследуемых объектах подбирали параметры строба – время задержки (зависимость интенсивности сигнала от времени) и длительности сигнала (время регистрации на одной длине волны) (рис. 3).

При изучении зависимости интенсивности люминесценции от задержки и длительности сигнала установлены оптимальные значения: задержка сигнала – 0,75 мкс, длительность – 5,00 мкс. При этих параметрах строба наблюдается наибольшая интенсивность люминесценции индигокармина в 1М растворе NaOH.

Для установления природы сигнала [19] с помощью полученной кривой затухания (зависимость интенсивности от времени) (рис. 3–1) высчитывали среднее время жизни люминесценции через площадь под кривой затухания (определенный интеграл от 0 до 4 мкс для функции):

$$\int_0^4 (-0,000002x^6 + 0,00008x^5 - 0,001x^4 + 0,0064x^3 - 0,0182x^2 + 0,0153x + 0,0141)dx.$$

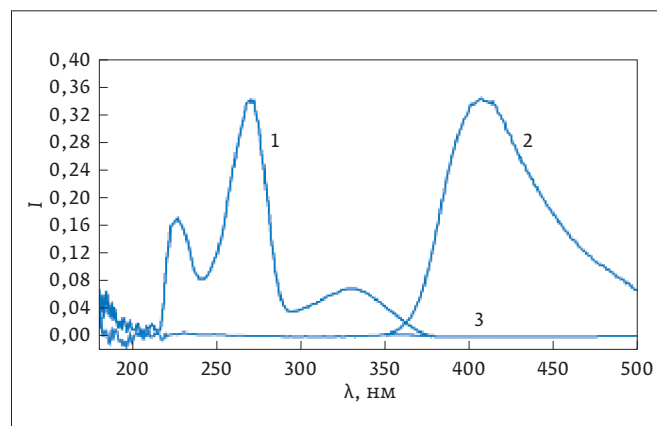


Рис. 2. Спектры возбуждения (1) и люминесценции (2) лейкосоединения синтетического пищевого красителя индигокармина, 3 – NaOH

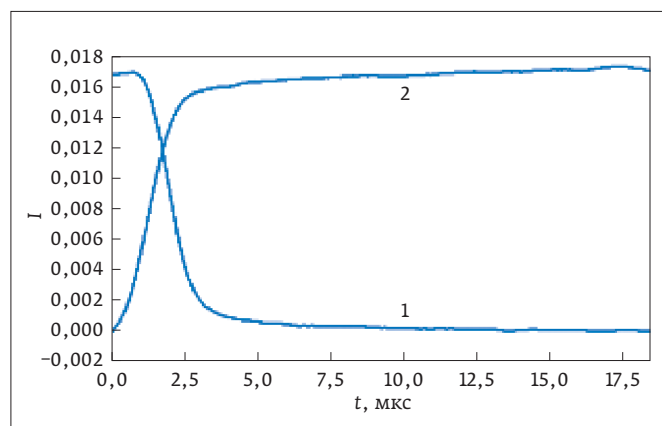


Рис. 3. Зависимость интенсивности сигнала люминесценции лейкосоединения индигокармина от параметров строга: 1 – задержка сигнала, 2 – длительность сигнала

Время жизни составило $4,3 \cdot 10^{-7}$ с, из чего можно сделать вывод о том, что для раствора индигокармина в 1М NaOH характерен процесс флуоресценции.

Для количественного определения E132 строили градуировочный график зависимости интенсивности люминесцентного сигнала от концентрации лейкосоединения в 1М NaOH при средней чувствительности прибора (табл. 1).

Для оценки правильности результатов разрабатываемой флуориметрической методики использовали метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с детектированием на 610 нм, где наблюдается максимум поглощения E132 [20]. Среднее время удерживания составило 5,101 мин. Для метода сравнения строили градуировочную зависимость площади пика от концентрации водного раствора красителя индигокармина (рис. 4б, табл. 1).

Результаты исследований представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, наблюдается хорошая сходимость результатов разрабатываемого флуориметрического и арбитражного хроматографического методов определения фармацевтических объектов на наличие синтетического красителя индигокармина (E132).

Для оценки селективности разрабатываемой методики определяли содержание исследуемого пищевого красителя индигокармина (по сигналу люминесценции его лейкосоединения в щелочи) в присутствии других красителей. Результаты исследований представлены в табл. 3. Для оценки селективности метода был выбран распространенный синтетический краситель такого же синего цвета, как и индигокармин, а также желтый краситель, который наиболее часто применяется в смеси с индигокармином для получения зеленого цвета.

Как видно из табл. 3, другие синтетические красители практически не влияют на флуориметрическое определение индигокармина, так как не способны образовывать в щелочной среде люминесцирующие лейкосоединения.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты показывают возможность применения флуориметрического метода анализа для качественного и количественного определения синтетического пищевого красителя индигокармина (E132) в фармацевтических препаратах по сигналу люминесценции образующегося в щелочной среде лейкосоединения E132 без использования сложной и длительной пробоподготовки. Предел обнаружения был рассчитан как минимальный аналитический сигнал, значимо превышающий сигнал фона по формуле:

$$C_{\min} = 3S_0 / S,$$

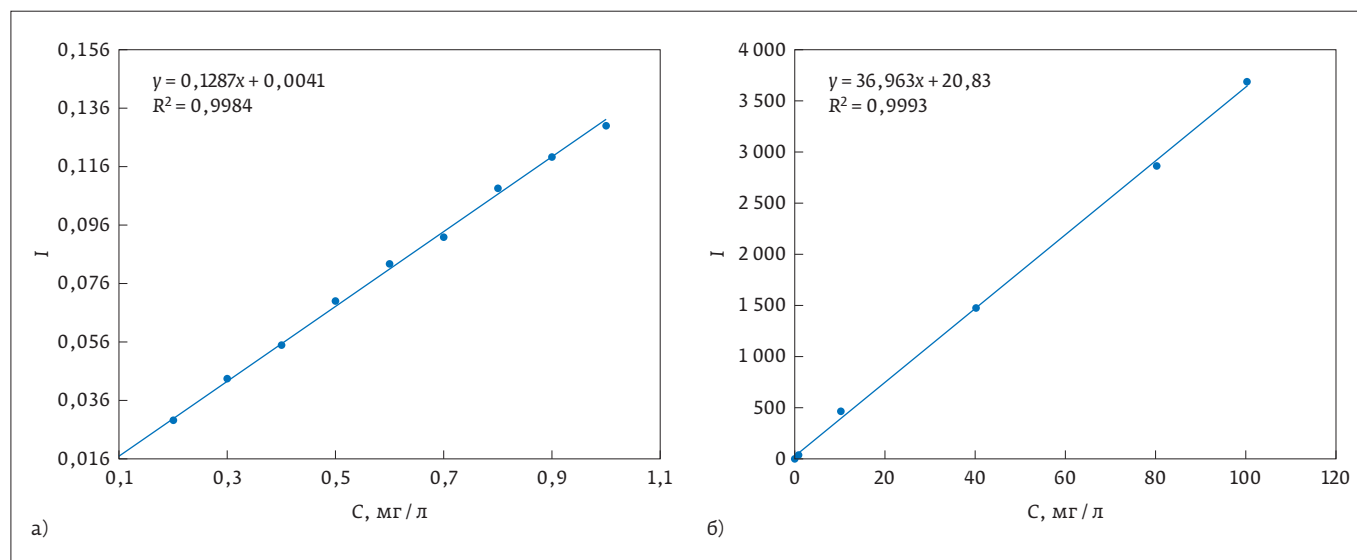


Рис. 4. Градуировочные графики определения индигокармина флуориметрическим (а) и хроматографическим (б) методами

где S_0 – стандартное отклонение для серии значений сигнала контрольного опыта (фоновый раствор 1 М NaOH ($n=10$)), S – коэффициент чувствительности (тангенс угла наклона градуировочной прямой, взятый из уравнения регрессии), который составил 0,1287.

Полученный предел обнаружения 0,0031 мг/л – ниже, чем в ряде работ по определению индигокармина [5, 7, 9, 10, 13, 14].

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта № 4.5752.2017 Государственного задания «Наука» РФ. Исследования проводились с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Физико-химические методы анализа» Томского политехнического университета.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Zyablov A. N., Khalzova S. A., Selemenov V. F.** Sorption of red food coloring polymers with molecular imprints. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2017. V. 60. N 7. P. 42–47.
2. **Feketea G., Tsadouri S.** Common food colorants and allergic reactions in children: Myth or reality? // *J. Food Chem.* 2017. V. 230. P. 578–588.
3. **Yamjala K., Nainar M. S., Ramiseti N. R.** Methods for the analysis of azo dyes employed in food industry—a review // *Food Chem.* 2016. V. 192. P. 813–824.
4. **Kaur A. D., Gupta U.** The Review on Spectrophotometric Determination of Synthetic Food Dyes and Lakes // *Gazi University J of Science.* 2012. V. 25. P. 579–588.
5. **Altinöz, S., Toptan, S.** Simultaneous determination of Indigotin and Ponceau-4R in food samples by using Vierordt's method, ratio spectra first order derivative and derivative UV spectrophotometry // *Journal of Food Composition and Analysis.* 2003. V. 16. P. 517–530.
6. **Lipskikh O. I., Korotkova E. I., Nikolaeva A. A.** Sensors for voltammetric determination of food azo dyes – A critical review // *Electrochim. Acta.* 2018. V. 260. P. 974–985.
7. **Chanlon S., Joly-Pottuz L., Chatelut M., Vittori O., Cretier J. L.** Determination of Carmoisine, Allura red and Ponceau 4R in sweets and soft drinks by differential pulse polarography // *J Food Comp Anal.* 2005. V. 18. N 6. P. 503–515.
8. **Alghamdi A. H.** Applications of stripping voltammetric techniques in food analysis // *Arab J Chem.* 2010. V. 3. N 1. P. 1–7.
9. **Abu Shawish H. M., Abu Ghalwa N., Saadeh S. M., El Harazeen H.** Development of novel potentiometric sensors for determination of tartrazine dye concentration in foodstuff products // *Food Chem.* 2013. V. 138. N 1. P. 126–132.
10. **Komissarchik S., Nyanikova G.** Test systems and a method for express detection of synthetic food dyes in drinks // *LWT – Food Sci and Technol.* 2014. V. 58. P. 315–320. doi:10.1016/j.lwt.2014.03.038.

Таблица 1. Параметры градуировочных графиков

Метод	Интервал концентраций, мг/л	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции, R^2
Флуориметрия	0,1–1,0	$y=0,1287x+0,0041$	0,9984
Хроматография	0,10–100	$y=36,963x+20,83$	0,9993

Таблица 2. Результаты определения содержания E132 в фармацевтических препаратах методом флуориметрии и ВЭЖХ ($n=3$, $p=0,95$, $t_{\text{табл}}=2,78$)

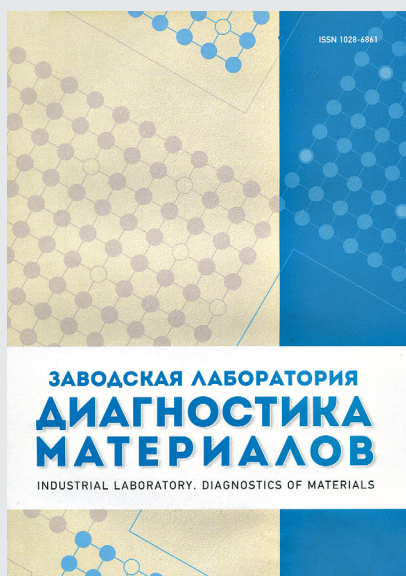
Объект анализа	Флуориметрическая методика, мг/л	Sr	Хроматографическая методика, мг/л	Sr	$t_{\text{эсп}}$
Таблетки «Левомецетин»	$0,01573 \pm 0,00090$	0,022	$0,01642 \pm 0,00050$	0,012	1,3
Витамины «Пиковит»	$0,00482 \pm 0,00020$	0,014	$0,00491 \pm 0,00011$	0,0089	0,78

Таблица 3. Исследование мешающего влияния других синтетических красителей на флуориметрическое определение индигокармина ($n=3$, $p=0,95$)

Введено индигокармина, мг/л	Сопутствующий компонент	Содержание сопутствующего компонента, мг/л	Найдено индигокармина, мг/л
1,000	Краситель синий патентованный (E131)	1,000	$1,031 \pm 0,070$
1,000	Краситель хинолиновый желтый (E104)	1,000	$0,982 \pm 0,020$

11. **Kucharska M., Grabka J.** A review of chromatographic methods for determination of synthetic food dyes // *Talanta.* 2010. V. 80. P. 1045–1051.
12. **Korzun T., Munhenzva, I., Escobedo J. O., Strongin R. M.** Synthetic food dyes in electronic cigarettes // *Dyes Pigment.* 2018. V. 160. P. 509–513.
13. **Mathiyalagan S., Mandal B. K., Ling Y.-C.** Determination of synthetic and natural colorants in selected green colored foodstuffs through reverse phase-high performance liquid chromatography // *Food Chem.* 2018. V. 278. P. 381–387. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.077.
14. **Yoshioka N., Ichihashi K.** Determination of 40 synthetic food colors in drinks and candies by high-performance liquid chromatography using a short column with photodiode array detection // *Talanta.* 2008. V. 74. N 5. P. 1408–1413. doi:10.1016/j.talanta.2007.09.015.
15. **Chen G.-Q., Wu Y. M., Liu H.-J.** Determination and identification of synthetic food colors based on fluorescence spectroscopy and radial basis function neural networks [et al.] // *Spectrosc Spectral Anal.* 2010. V. 30. P. 706–709.
16. **Antina E. V., Berezin M. B., Guseva G. B., Bumagina N. A., Antina L. A., Vyugin A. I.** New colorimetric and fluorescent chemosensors based on dipyrromethene dyes. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2016. V. 59. N 6. P. 16–21.
17. **Safarik I., Mullerova S., Pospiskova K.** Semiquantitative determination of food acid dyes by magnetic textile solid phase extraction followed by image analysis. // *Food Chem.* 2019. V. 274. P. 215–219. doi:10.1016/j.foodchem.2018.08.125.

18. Власова Е. А., Вашурина И. Ю., Калинин Ю. А. Сравнение эффективности каталитического действия торфяных гумусовых кислот и синтетических катализаторов, традиционно используемых в технологиях колорирования текстильных материалов кубовыми красителями // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2008. Т. 51. № 3. С. 62–65.
Vlasova E.A., Vashurina I.Ju., Kalinnikov Ju.A. Comparison of the effectiveness of the catalytic effect of peat humic acids and synthetic catalysts traditionally used in the technology of coloring textile materials with vat dyes // Russian journal of chemistry and chemical technology. 2008. T. 51. N 3. PP. 62–65.
19. Пацаева С. В., Южаков В. И. Спецпрактикум «Электронные спектры сложных молекул». – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, 2010. 34 с.
Pacaeva S.V., Juzhakov V.I. Special workshop "Electronic spectra of complex molecules. – M.: MGU imeni M.V. Lomonosova, 2010, 34 p.
20. ГОСТ 34229-2017. Продукция соковая. Определение синтетических красителей методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. – М.: Стандартиформ 2018, 19 с.
GOST 34229-2017 Juice products. Determination of synthetic dyes by high performance liquid chromatography, Moscow, Standartinform – M.: Standartinform, 2018, 19 p.



Вышел в свет очередной номер журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», 2019, т. 85, № 7, 8, 9, ISSN1028-6861.

Научно-технический журнал «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» (старое название «Заводская лаборатория») учрежден в 1932 году. Он информирует читателей о главных параметрах качества любых веществ и материалов – химическом составе, строении и свойстве. Журнал выходит ежемесячно. Главный редактор: академик Карпов Юрий Александрович.

Содержание выпуска № 7:

Орлов А. И.

Роль методологии в математических методах исследования

Коркина Д. А., Делятинчук Н. Н., Гринштейн И. Л.

Прямое высокочувствительное определение элементов в бензине, керосине и растворах минеральных масел методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой

Мубаракова Л. Р., Будников Г. К.

Определение δ -гексадекансульфоната натрия и жидких моющих средствах методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии

Аликина Е. Н., Погорельцев Э. В.

Определение ароматических аминов в сточных водах методом капиллярного электрофореза

Скупов А. А., Щербаков А. В., Сбитнева С. В., Лукина Е. А.

Исследование влияния термической обработки на структуру и механические свойства сварных соединений алюминиево-литиевых сплавов В-1461 и В-1469

Кадошников В. И.,

Куликова Е. В.,

Андросенко М. В., Дема Р. Р.,

Нефедьев С. П., Латыпов О. Р.,

Романенко Е. Ф.

Исследование структуры покрытия сталебронной проволоки, полученного методом «намораживания»

Сулимина Я. В., Яковлев Н. О., Ерасов В. С., Ампилогов А. Ю., Поляков А. Н., Автаев В. В., Смагин Е. И., Щиглик О. И.

Современные методики испытаний металлических материалов на смятие

Нестеренко Г. И., Кулемин А. В., Ким А. С., Басов В. Н., Нестеренко Б. Г.

Сравнительное исследование характеристик современных алюминевых сплавов

Андронов И. Н., Чурилина И. В., Крючков С. В., Богданов Н. П.

Влияние предварительного термоциклирования под нагрузкой на величины деформаций, обусловленных эффектом памяти формы

Гадолина И. В., Лисаченко Н. Г., Свирский Ю. А., Дубин Д. А.

Выбор частоты дискретизации и оптимальный способ цифровой обработки сигналов в задачах рассмотрения случайного процесса нагружения для оценки долговечности

Толчеев В. О.

Проведение и анализ результатов экспертного опроса

Содержание выпуска № 8:

Фридлянд Я. М., Махутов Н. А.
Развитие комплексных лабораторных исследований и натурных испытаний магистральных нефтепроводов

Терентьев А. Г., Дудкин А. В., Морозик Ю. И.
Получение аналитической информации о соединении для проведения структурно-группового анализа по масс-спектрам отрицательных ионов

Барковский Н. В.
Методы идентификации Bi(V) и необычных валентных форм кислорода в BaBiO_3 и сверхпроводящих оксидах системы K–Ba–Bi–O

Грибков В. А., Боровицкая И. В., Демин А. С., Масляев С. А., Морозов Е. В., Пименов В. Н., Бондаренко Г. Г., Гайдар А. И.
Исследование повреждаемости материалов с использованием установки типа плазменный фокус «Вихрь»

Андреев П. В., Сметанина К. Е., Ланцев Е. А.
Рентгеновское исследование фазового состава мелкозернистых керамических материалов на основе карбида вольфрама

Лупачев А. В., Павлюк С. К.
Определение электродных потенциалов на локальных поверхностях металлов и сварных соединений

Махутов Н. А., Зацаринный В. В.
Исследование эффектов концентрации и вариации механических свойств

Григорьев А. В., Лепов В. В.
Оценка надежности металлоконструкций из стали 09Г2С, эксплуатируемых в условиях Севера и Арктики

Шашкова Л. В., Манаков Н. А., Козик Е. С., Свиденко Е. В.
Влияние диффузионно-подвижного и связанного водород на водородную хрупкость стали

О пересмотре международной системы единиц (SI)

Гусарова С. Н., Ерохина Ю. М., Кузьмичева О. В.
Применение риск-ориентированного мышления в испытательных лабораториях

Титова Т. И.
140 лет на службе качества

Содержание выпуска № 9:

Кулапина Е. Г., Дубасова А. Е., Кулапина О. И.
Модифицированные твердотактные сенсоры для определения цефуроксима и цефалексина в лекарственных средствах и ротовой жидкости

Турусова Е. В., Лышиков А. Н., Насакин О. Е., Андреева Е. В.
Образование ионных ассоциатов с пирогаллоловыми комплексами сурьмы (III) и их применение для ее спектрофотометрического определения

Ельцова Н. О., Будко Е. В.
Применение методов матричного анализа и графического ранжирования массива экспериментальных данных

ИК-спектроскопии для изучения межкомпонентных процессов в смесях фенирамина малеата

Красавин В. В., Красавин А. В.
Исследование упругих свойств монокристаллов гексагональных металлов

Афонин Н. Н., Логачева В. А.
Моделирование реакционной взаимодиффузии в поликристаллических системах с ограниченной растворимостью компонентов

Атлуханова Л. Б., Козлов Г. В., Долбин И. В.
Оценка структурного состояния углеродных нанотрубок в полимерной матрице нанокомпозитов

Степаненко А. В.
Исследование анизотропии свойств поликристалла на основе текстурных данных

Гладштейн В. И., Любимов А. А.
Оценка ресурса высокотемпературных элементов роторов турбин путем моделирования уменьшения сплошности металла

Махутов Н. А.
Обобщенные закономерности повреждаемости и сплошности при оценках долговечности в условиях переменности режимов нагружения

Голубовский Е. Р., Волков М. Е., Эммаусский Н. М.
Метод определения границ стадии устойчивого роста трещины усталости и параметров уравнения Пэриса



Вышел в свет очередной номер журнала «Аналитика и контроль», 2019, т. 23, № 3, ISSN: 2073-1450.

Научный журнал по аналитической химии и аналитическому контролю издается регулярно с осени 1997 года один раз в квартал. Главный редактор: профессор, д. х. н. Пупышев Александр Алексеевич.

Читайте в новом номере:

Васильева И. Е., Шабанова Е. В.
Определение микроэлементов в растениях методом дуговой атомно-эмиссионной спектроскопии

Вершинин В. И., Белова Е. В.
Определение суммарного содержания фенольных антиоксидантов в модельных смесях по методу Фолина-Чокальтеу и по методу FRAP

Темердашев З. А., Павленко Л. Ф., Ермакова Я. С., Корпакова И. Г., Елецкий Б. Д.
Экстракционно-флуориметрическое определение хлорофилла «а» в природных водах

Николаева А. А., Иванов А. А., Короткова Е. И.
Определение хинина в безалкогольных напитках методом флуориметрии

Поликарпова Д. А., Макеева Д. В., Карцова Л. А., Даванков В. А., Павлова Л. А.
Поли-4-винилпиридиниевые наногубки в качестве модификаторов электрофоретических систем для разделения заряженных аналитов

Шайдарова Л. Г., Челнокова И. А., Гафиатова И. А., Гедмина А. В., Будников Г. К.
Амперометрическое определение мочевой кислоты, креатинина и холестерина на планарных электродах, модифицированных частицами золота, в проточноинжекционной системе

Шелковников В. В., Новолоков К. Ю.
Вольтамперометрический сенсор для определения малатиона и диазинона

Грузнов В. М., Балдин М. Н., Малышева А. О.
Ввод пробы ароматических соединений с концентраторов в поликапиллярную колонку методом термической десорбции

Карцова Л. А., Деев В. А., Бессонова Е. А., Белоус О. Г., Платонова Н. Б.
Определение полифенольных антиоксидантов в образцах зеленого чая. Характеристические хроматографические профили

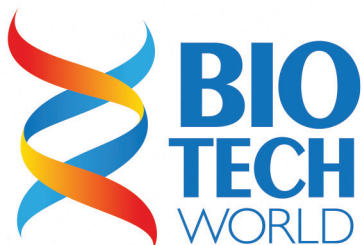
Зенкевич И. Г., Олисов Д. А., Шафигулин Р. В., Буланова А. В.
Новый подход к хроматографическому определению растворимости кверцетина в воде

Куликовский А. В., Вострикова Н. Л., Кузнецова О. А., Семенова А. А., Иванкин А. Н.
Аналитический контроль пищевых систем на содержание акриламида методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием

Лещев С. М., Генарова Т. Н., Савчин В. В., Левкина В. В.
Экстракционная пробоподготовка пиролизного масла отработанных автомобильных шин при его компонентном и количественном ГХ-МС анализе

Зенкевич И. Г., Лукина В. М.
Хроматомасс-спектрометрическая характеристика диэтилкеталей алифатических карбонильных соединений

Зенкевич И. Г., Пушкарева Т. И., Каракашев Г. В.
Особенности характеристики триалкилтиофосфатов индексами удерживания в обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией



XVIII МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

БИОТЕХПРОМ & АНАЛИТИКА

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- Аналитика
- БИОФарма
- Функциональные продукты питания
- БИОЛаб
- БИОСофт
- БИОМед
- БИОАгро
- БИОВенчур, БИОФранчайзинг, Стартапы, Кластеры, Технопарки
- Промышленная биотехнология
- Лабораторная мебель БИОЛабДрайв

XVIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

БИОТЕХНОЛОГИЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

ОСНОВНЫЕ ПОТОКИ ФОРУМА

- Фундаментальные вопросы биотехнологии
- Геномная инженерия
- Биотехнология и медицина
- Биофарма
- Биоинформатика
- Сельское хозяйство
- Life science

БИО
ТЕХ
ПРОМ
&
АНА
ЛИТИКА

27-29 МАЯ
МОСКВА
ГОСТИНЫЙ ДВОР



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

RED
GROUP

+7 (495) 780-41-09
+7 (495) 722-20-74

info@biomos.ru
www.biomos.ru