

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПИЩЕВЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ В КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОЙ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ

А.А. Дудкина, Т.Н. Волгина, М.А. Гавриленко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [glenke@tpu.ru](mailto:glenke@tpu.ru)

## DETERMINATION OF FOOD SYNTHETIC DYES IN ACID-DAIRY PRODUCTS BY THE METHOD OF SOLID-PHASE SPECTROPHOTOMETRY

A.A. Dudkina, T.N. Volgina, N.A. Gavrilenko

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [glenke@tpu.ru](mailto:glenke@tpu.ru)

***Annotation.** Solid-phase extraction was studied for food synthetic dyes Tartrazine E102, Yellow "Sunset" E110, Ponso 4R E124 and the Patented Blue E131 from yoghurts and biokefirs in a transparent polymethylmethacrylate matrix as a solid extractant. The effectiveness of the proposed approach is shown to identify and determine the content of 2 food-grade synthetic dyes by visual and spectrophotometric methods. The optimal conditions for the analysis correspond to  $pH < 3$ , the duration of dye extraction into the polymer matrix is 20 min, the range of detected concentrations is 0.2–40.0 mg / kg with a detection limit of 0.05 mg/kg, and an excess of sweeteners and preservatives does not significantly affect the results of the analysis.*

В мировой практике производства продуктов питания широко применяют синтетические красители (СК) вследствие их устойчивости к изменениям температуры и pH среды, стабильности при действии света и дешевле натуральных красителей. При этом выявлен ряд возможных негативных последствий для здоровья человека, к которым приводит их употребление, что привело к разработке и введения в практику контроля качества продуктов перечня красителей и нормативов их содержаний. Синтетические красители могут быть использованы индивидуально или в комбинации, но индивидуальная концентрация не может превышать определенный уровень, который для большинства красителей варьируется от 2 до 100 мг/кг [1, 2]. В регламентируемом диапазоне концентраций и ниже его, актуальным является разработка новых и адаптация существующих аналитических методик для пищевых продуктов со сложными матрицами.

Перспективным методом является твердофазная спектрофотометрия, позволяющая сочетать сорбционное концентрирование и последующее фотометрическое определение непосредственно на поверхности или в объеме сорбента. В практике анализа наиболее удобны сенсоры, основанные на оптических прозрачных полимерных матрицах, которые позволяют визуально наблюдать изменение окраски [3]. Преимуществом таких матриц является комбинирование гидрофобного полимерного каркаса полиметакрилата, полиакриламида или полидивинилбензола, позволяющего удерживать экстрагируемое вещество в твердой фазе, с гидрофильными полимерными цепями полиэтиленгликоля, обеспечивающих равномерное распределение экстрагируемого вещества в объеме полимера с сохранением его прозрачности [4, 5].

Целью данной работы является разработка полиметилметакрилатного оптода для твердофазной экстракции синтетических пищевых красителей Тартразин E102, Желтый «Солнечный закат» E110, Понсо 4R E124 и Патентованный синий E131 для их визуального или спектрофотометрического определения.

Использование пищевых синтетических красителей в молочной продукции связано с взаимодействием между их серу- и азотсодержащими группами и белками молочной основы. Для разрушения связей ассоциатов использован один из вариантов жидкостной экстракции cloud point extraction (CPE) метод, заключающийся в добавлении к образцу раствора ПАВ в гидрофильном растворителе [6]. Пробоподготовка методом CPE позволяет отделить красители от белковой матрицы и количественно перевести красители в надосадочную жидкость. В противном случае коагуляции белковых матриц приводит к потерям при выделении анализируемых компонентов.

При исследовании влияния рН среды на молочные продукты выявлено, что сдвиг кислотности среды до рН <3 привел к конгломерации белков с хорошо заметным визуальным переходом красителей в надосадочную жидкость. Низкое рН 1-3 анализируемого раствора позволяет без ограничений использовать экстракционный потенциал ПММ и получить максимальный аналитический сигнал после ТФЭ.

При увеличении рН среды происходит диссоциация сульфогрупп, что приводит к образованию протонированной формы красителей, ближе к нейтральной среде наблюдается депротонизация аммонийных атомов азота, все перечисленное ведет к снижению эффективности ТФЭ. Кроме рН раствора на интенсивность окраски влияет время экстракции, оптимальное значение которого по экспериментальным данным составляет 20 минут. Эмульгаторы и подсластители, входящие в состав кисломолочных продуктов не обладают собственной окраской и не мешают определению СК.

Методика апробирована при определении СК в йогуртах и биокефирах, где их содержание регламентируется требованиями по применению пищевых добавок [1, 2]. Содержание красителей в анализируемых объектах находили прямой спектрофотометрией пластинок ПММ по градуировочным зависимостям, построенным с использованием стандартных растворов, а также по методу добавок. Результаты и метрологические характеристики определения красителей E122, E124, E124 и E133 свидетельствуют о том, что предлагаемая твердофазно-спектрофотометрическая методика с использованием ПММ применима для определения СК в молочной продукции в диапазоне 0.2–40.0 мг/кг с пределом обнаружения 0.05 мг/кг. Определению указанных красителей не мешают компоненты пищевой матрицы и наличие взвешенных частиц в объекте анализа.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. European Parliament and Council Directive № 95/2/EC of 20 February 1995. On food additive other than colours and sweeteners. // Official journal. – 1995. – vol 61. – 63 p.
2. Commission Directive 1999/21/EC of 25 March 1999 on dietary foods for special medical purposes // Official journal. – 1999. – vol 91. – 35 p.
3. Dudkina A.A., Volgina T.N., Saranchina N.V., Gavrilenko N.A., Gavrilenko M.A. Colorimetric determination of food colourants using solid phase extraction into polymethacrylate matrix // Talanta. – 2019. – vol. 202. – Pp. 186–189.
4. Candish E., Khodabandeh A., Gaborieau M., Rodemann T., Shellie R.A., Gooley A.A., Hilder E.F. Poly(ethylene glycol) functionalization of monolithic poly(divinyl benzene) for improved miniaturized solid phase extraction of protein-rich samples // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2017. – vol. 409. – no. 8. – Pp. 2189–2199.
5. Wang T.-T., Chen Y.-H., Ma J.-F., Hu M.-J., Li Y., Fang J.-H., Gao H.-Q. A novel ionic liquid-modified organic-polymer monolith as the sorbent for in-tube solid-phase microextraction of acidic food additives // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2014. – vol. 406. – № 20. – Pp. 4955–4963.
6. Heidarizadi E., Tabaraki R. Simultaneous spectrophotometric determination of synthetic dyes in food samples after cloud point extraction using multiple response optimizations // Talanta. – 2016. – vol. 148. – Pp. 237–246.