

## ЭКСТРАКЦИОННО-ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АСКОРБИНОВОЙ И СОРБИНОВОЙ КИСЛОТ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НАПИТКАХ

Мокшина Н.Я.<sup>1,2</sup>, Полтева А.В.<sup>2</sup>, Пахомова О.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,  
394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а

<sup>2</sup>Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 399770, Липецкая область,  
г. Елец, ул. Коммунаров, 28  
moksnad@mail.ru

Энергетические напитки – одна из наиболее динамично развивающихся категорий безалкогольной продукции на российском и мировом рынках. В состав энергетиков наряду с тонизирующими агентами включают витамины (аскорбиновую кислоту) и консерванты (сорбиновую и бензойную кислоты, а также их растворимые соли). Доля потребления энергетиков среди лиц 18–35 лет превышает 65 %, средняя частота употребления 2,1 раза в неделю, что создаёт условия для хронического воздействия компонентов напитков на организм.

Комбинированное применение консервантов допускается Техническим регламентом Таможенного союза, однако при совместном присутствии бензоата, аскорбината и ионов переходных металлов под действием света и повышенной температуры образуется бензол. Основным условием применения консервантов является соблюдение установленной дозировки и контроль их содержания в энергетиках с помощью современных методов и способов анализа. Одним из наиболее доступных и научно-обоснованных методов оценки качества различных пищевых объектов является капиллярный электрофорез.

Цель исследования – разработка методики экстракционно-электрофоретического определения аскорбиновой и сорбиновой кислот при совместном присутствии в энергетических напитках. Проанализированы напитки Tornado Energy (Original), Flash Up «Ягодный микс», Drive Me Original, Burn Vitamin (Red), Red Bull (Original), Lit Energy Classic, Monster Energy, SMART ENERGY (апельсин), Evervess Cola. Аскорбиновая и сорбиновая кислоты в щелочных растворах могут находиться в форме анионов, что позволяет использовать для их разделения и определения капиллярный зонный электрофорез.

Для разработки методики определения аскорбиновой и сорбиновой кислот предварительно изучена их экстракция в системах на основе полиэтиленгликоля (ПЭГ), поли-N-винилпирролидона (ПВП) и блок-сополимера «Плуроник». Установлено, что максимальная степень извлечения аскорбиновой кислоты из анализируемых объектов составляет 95-97 % от исходного содержания, сорбиновой – примерно 20-40 %. Для извлечения аналитов лучшим экстрагентом оказался ПВП при соотношении объемов фаз 10:1. Очевидно, что для количественного извлечения аскорбиновой кислоты достаточно однократной экстракции, а для извлечения сорбиновой кислоты требуется двух- или трехкратная экстракция полимерами. Результаты экстракции показали, что для совместного определения аскорбиновой и сорбиновой кислот оптимальной является система на основе ПВП при соотношении фаз 10:1.

После экстракции водная фаза отделялась от органической для дальнейшего электрофоретического анализа. В сухую пробирку типа Эппендорф помещали 1,0 см<sup>3</sup> водной фазы, центрифугировали в течение 10 мин при 5000 об/мин и анализировали в следующих условиях: внутренний диаметр капилляра 75 мкм, полная длина капилляра 60 см, эффективная длина 50 см, ввод пробы при давлении 30 мбар в течение 5 с., напряжение +20 кВ, температура 24 °С. Ведущий электролит содержал 10 ммоль/дм<sup>3</sup> тетраборнокислого натрия, 40 ммоль/дм<sup>3</sup> додецилсульфата натрия, 0,05 моль/дм<sup>3</sup> раствора комплексона III,

детектор – фотометрический. В результате получены электрофореграммы с отчетливыми пиками двух аналитов.

УДК 378

### **ХРОМАТОГРАФИЯ КАК СКВОЗНАЯ STEM-ДИСЦИПЛИНА В СИСТЕМЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «НАНОИНЖЕНЕРИЯ»**

Новикова Е.А., Платонов И.А., Платонов В.И.

*Самарский национальный исследовательский университет им. С. П. Королёва*

Хроматография по своей природе является междисциплинарным предметом, объединяющим физическую химию, аналитическую химию, материаловедение, приборостроение и т.п. Она становится естественной составляющей STEM-образования (Science, Technology, Engineering, Mathematics), где акцент сделан на интеграции науки, технологий, инженерии и математики. В данной работе рассматривается опыт преподавания хроматографии в рамках основной образовательной программы по направлению подготовки «Наноинженерия». Ключевым принципом является постепенное вовлечение студентов в предмет – от общего представления до профессиональной деятельности и инженерных разработок.

Знакомство с хроматографией начинается на первом курсе в рамках дисциплины «Введение в наноинженерию», в которой хроматограф рассматривается как объект профессиональной деятельности наноинженера.

При изучении дисциплины «Метода анализа веществ и материалов» на втором курсе хроматографические методы анализа осваиваются как конкретный инструмент определения состава материалов и сред. В курсе физической химии рассматриваются теоретические основы хроматографии, кинетика и термодинамика сорбции. На третьем и четвертом курсах изучение хроматографии реализуется по двум параллельным траекториям: исследовательская деятельность, в которой хроматография выступает как ключевой аналитический инструмент в реальных научно-исследовательских проектах, и развитие хроматографического приборостроения.

Предложенная модель постепенного погружения в хроматографию в рамках STEM-подхода позволяет сформировать у будущего наноинженера целостное представление о хроматографе – от принципов работы до модернизации и проектирования новых инженерных решений.

УДК 621.31:543.544

### **КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОТНИКОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ ПО ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДАМ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Танеева А.В., Новиков В.Ф.

*Казанский государственный энергетический университет,  
г. Казань, Красносельская, 51*

В настоящее время на энергетических предприятиях России созданы хроматографические испытательные лаборатории, которые осуществляют аналитический контроль состояния маслонаполненного электрооборудования с целью его диагностики. В энергетических маслах методом адсорбционной газовой хроматографии определяют состав газообразных продуктов, образующихся в трансформаторном масле в процессе его эксплуатации. По соотношению газообразных продуктов, выделяющихся из трансформаторного масла, проводят техническую диагностику вида неисправности энергетического оборудования, связанного с термическим или электрическим дефектом.