

2. I.Z. Ismagilov, E.V. Matus, V.V. Kuznetsov, N. Mota, R.M. Navarro, M.A. Kerzhentsev, Z.R. Ismagilov, J.L.G. Fierro, Nanoscale control during synthesis of Me/La₂O₃, Me/Ce_xGd_{1-x}O_y and Me/Ce_xZr_{1-x}O_y (Me = Ni, Pt, Pd, Rh) catalysts for autothermal reforming of methane, *Catalysis Today* 210 (2013) 10-18.
3. I.Z. Ismagilov, E.V. Matus, V.V. Kuznetsov, M.A. Kerzhentsev, S.A. Yashnik, I.P. Prosvirin, N. Mota, R.M. Navarro, J.L.G. Fierro, Z.R. Ismagilov, Hydrogen production by autothermal reforming of methane over NiPd catalysts: Effect of support composition and preparation mode, *International Journal of Hydrogen Energy* 39 (2014) 20992-21006.
4. М.А. Керженцев, Е.В. Матус, И.А. Рундау, В.В. Кузнецов, И.З. Исмагилов, В.А. Ушаков, С.А. Яшник, З.Р. Исмагилов, Разработка Ni-Pd/CeZrO₂/Al₂O₃-катализатора для эффективной переработки метана в водородсодержащий газ, *Кинетика и катализ* 58(5) (2017) 614-622.
5. S. Tikhov, T. Minyukova, K. Valeev, S. Cherepanova, A. Salanov, V. Kaichev, A. Saraev, A. Andreev, O. Lapina, V. Sadykov, Design of micro-shell Cu-Al porous ceramometals as catalysts for the water-gas shift reaction, *RSC Advances* 7 (2017) 42443-42454.

УДК 543.257.2

Ю.В. Матвейчук, доцент, к.х.н.
(БГУ, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ ИОНОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА В АНАЛИЗЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Сульфиты широко применяются в кожевенной, химической, фармацевтической, легкой промышленности, в пищевой промышленности в качестве дезинфектанта, консерванта (E221) и др. Для определения сульфитов применяют титриметрические, флуориметрические, гравиметрические, спектрофотометрические методики и др. Широкое распространение получили различные тест-наборы для определения сульфитов, которые предполагают проведение их ферментативного определения с помощью спектрофотометрии или обратной иодометрии.

Ионометрическое определение сульфитов не относится к распространенным методам их анализа, хотя и является простым в аппаратурном плане и экспрессным. Известны немногочисленные SO₃²⁻-селективные электроды (ИСЭ) на основе дитиокарбаматных комплексов ртути (II), на основе гуанидиния, гексадецилпиридиния [1, 2] и др.

Цель данной работы – разработка методик определения сульфитов в виноматериале и сухофруктах с помощью пленочного SO_3^{2-} -СЭ на основе высших четвертичных аммониевых солей (ЧАС).

Экспериментальная часть. Потенциал исследуемой электрохимической ячейки измеряли с помощью иономера И-160.1МП при $20 \pm 1^\circ\text{C}$. В качестве электрода сравнения использовали хлоридсеребряный электрод ЭВЛ-1МЗ.1, для определения рН – стеклянный электрод ЭСЛ-43-07СР.

Для приготовления растворов использовали $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ч., амиак водный х.ч., фармакопейную аскорбиновую кислоту.

Оптимизация состава мембран SO_3^{2-} -СЭ была проведена в предыдущих исследованиях [3], результаты которой представлены в таблице 1.

Электрод позволяет селективно определять сульфит-ионы в присутствии сульфат- и хлорид-ионов. Выбранные для анализа продукты содержат следовые количества сульфат-, хлорид-, нитрат- и др. ионов, которые из приэлектродного слоя поглощаются мембраной и не мешают определению сульфитов.

В качестве референтного метода определения сульфитов использовали иодометрическое титрование [4].

Таблица 1. Основные характеристики SO_3^{2-} -СЭ

Характеристика	Значение
НПО, моль/л	$7,5 \cdot 10^{-6}$
Наклон, мВ/декада	$29,0 \pm 0,4$
$\lg K^{Pot}(\text{SO}_3^{2-}, \text{SO}_4^{2-})$	$-0,9 \pm 0,2$
$\lg K^{Pot}(\text{SO}_3^{2-}, \text{Cl}^-)$	$-0,5 \pm 0,1$

¹ (оксиэтил)₂ТМ – 3,4,5-трис-додецилоксибензил (оксиэтил)₂триметиламмоний, ДБФ – дибутилфталат, ГЭ *n*-ТФАБК – гептиловый эфир *n*-трифторацетилбензойной кислоты.

Методика определения сульфитов в сухофруктах. Навески сухофруктов по $100,0 \pm 0,1$ г замачивали в течение 40 минут в свежeproкипяченной дистиллированной воде комнатной температуры при периодическом перемешивании. Полученные водные вытяжки отфильтровывали, фильтраты переносили в мерные колбы объемом 250,0 мл. Сухофрукты дополнительно промывали двумя порциями дистиллированной воды, промывные воды также отфильтровывали, а полученные фильтраты объединяли. Для потенциометрического определения сульфитов отбирали аликвоты по 10,0 мл полученных водных вытяжек, переносили их в мерные колбы объемом 100,0 мл и доводили до метки 0,01 моль/л раствором ас-

корбиновой кислоты, предварительно нейтрализованной раствором аммиака до $pH=7,5\pm 0,1$. Определение сульфитов проводили методом градуировочного графика (таблица 2).

Таблица 2. Результаты определения сульфитов в сухофруктах

Способ определения	SO ₃ ²⁻ , мг/кг	S _r , %	SO ₃ ²⁻ , мг/кг	S _r , %
	Курага		Изюм	
SO ₃ ²⁻ -СЭ	1280±120	8,7	1600±120	6,8
Иодометрия	1200±50	3,6	1880±70	2,9

Согласно [5] максимально допустимый уровень содержания сернистых соединений в сухофруктах составляет 500–2000 мг/кг.

Методика определения сульфитов в белом купажированном виноматериале. К 250,0 мл белого виноматериала добавляли по каплям раствор гидроксида натрия до $pH=7,6\pm 0,1$. Затем отбирали аликвоты по 50,0 мл и переносили в мерные колбы объемом 100,0 мл, доводя до метки 0,01 моль/л раствором аскорбиновой кислоты, предварительно нейтрализованной раствором аммиака до $pH=7,55\pm 0,05$. В полученном растворе измеряли электродный потенциал. Определение сульфитов проводили методом градуировочного графика.

Содержание сульфитов в купажированном белом виноматериале, определенное методом прямой потенциометрии, составляет 85 ± 5 мг/л ($n=5$, $S_r=8,8\%$). Содержание сульфитов в таком же образце, определенное иодометрическим методом, составляет 88 ± 2 мг/л ($n=5$, $S_r=2,0\%$).

Предложенные методики могут быть рекомендованы для экспресс-контроля сульфитов в пищевых продуктах, т.к. характеризуются простотой исполнения, исключает использование дорогостоящего оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Badr I.H.A., Meyerhoff M.E., Hassan S.S.M. // Anal. Chim. Acta. 1995. Vol. 310. P. 211.
1. Nezamzadeh-Ejehieh A., Mirzaeyan E. // Mat. Sci. Eng. C. 2013. P.2.
3. Матвейчук Ю.В., Рахманько Е.М., Окаев Е.Б., Семашко А.С. // Аналитика РБ-2017: сб. тез. докл. Пятой республиканской конф. по аналит. химии с междунар. участием. Минск: Изд. центр БГУ, 2017. С. 40.
4. Williams W.J. Handbook of anion determination. Butterworth-Heinemann, 1979. 640 p.
5. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. М.: ДеЛи принт, 2003. 436 с.