

УДК 543.554.6

Савчук Т.І., к.х.н., доц.

СЕНСОР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ Е-315

Східноєвропейський національний університеті мені Лесі Українки,
43021, м. Луцьк, пр. Волі, 13, e-mail: tan-savchuk@yandex.ru

Широке застосування аскорбінової кислоти в медичній практиці і харчовій промисловості зумовлює виникнення різноманітних методів визначення цієї речовини. Загальновідома значимість вітаміну С для укріплення імунної системи людини і для профілактики різноманітних захворювань. Тому аскорбінову кислоту вводять до складу полівітамінів, деяких фармацевтичних препаратів, додають у продукти харчування, соки і напої в якості антиоксиданту і як харчову добавку Е-315 [3,5].

Аскорбінова кислота відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах у людському організмі, сприяє підвищенню його опору захворюванням. Крім того вона входить до складу багатьох фруктів, овочів та інших продуктів харчування як природний компонент. Тому визначення аскорбінової кислоти – одне із наважливіших завдань аналізу, що підтверджується численними публікаціями про методики її визначення в різноманітних продуктах харчування і в синтетичних фармацевтичних препаратах.

Мета нашої роботи – дослідження та вивчення умов утворення та осадження іонних асоціатів (ІА) основних барвників, створення на їх основі потенціометричних сенсорів, а також нових аналітичних форм і методів потенціометричного визначення харчової добавки Е-315.

Експериментальна частина

Вихідні розчини. Для виконання експерименту готували вихідний стандартний розчин I_3^- з концентрацією $1 \cdot 10^{-1}$ моль/л. Для цього точну наважку йоду розчиняли у 0,2 моль/л розчині КВг. Робочі розчини йодброміду $1 \cdot 10^{-1}$ – $1 \cdot 10^{-7}$ моль/л готували послідовним розведенням вихідного розчину у 0,2 моль/л розчині КВг в день експерименту. Іонну силу підтримували 0,2 М розчином КВг. Кислотність середовища регулювали за допомогою універсального буферного

розчину [2] із відповідним значенням рН, яке контролювали потенціометрично на іономірі зі скляним електродом.

Методика експерименту. Для моделювання складу мембрани як матрицю використовували ПВХ; досліджені мембрани, пластифіковані дибутилфталатом (ДБФ), диоктилфталатом (ДОФ), динонілфталатом (ДНФ), дибутилсебацінатом (ДБС), трикрезилфосфатом (ТКФ).

ІА синтезовано за такою методикою: спочатку приготували $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л розчини родаміну С та йодброміду. Тоді по краплях, при постійному перемішуванні, до розчину барвника додавали розчин йодброміду і суміш залишали при кімнатній температурі до наступного дня для відстоювання. Осад, що випав, фільтрували та декілька разів промивали холодною дистильованою водою, після чого сушили при кімнатній температурі на повітрі протягом 48 год.

Пластифіковані полівінілхлоридні мембрани готували згідно з рекомендаціями [1] так: зважували 0,2 г ПВХ, відповідну кількість виділеного ІА (електродоактивної речовини – ЕАР) (щоб концентрація складала 5 – 15% від загальної маси мембрани), а потім суміш ретельно перемішували для гомогенізації. Після цього вводили певну кількість пластифікатора, 0,8 мл розчинника пластифікатора (тетрагідрофурану). Отриманий розчин переносили в форму (кільце діаметром 1,7 см), попередньо приклеєну до скляної пластини, і сушили на повітрі протягом 2–4 діб.

Результати та їх обговорення

Досліджено вплив природи пластифікатора на крутизну електродної функції, її лінійність та межу виявлення. Кращими пластифікаторами виявилися ТКФ, ДБФ та ДОФ (табл. 1). Задовільні результати дають

мембрани пластифіковані ДНФ, ДБС. Для мембран пластифікованих ТКФ, ДОФ та ДБФ крутизна електродної функції становить 60 – 69 мВ/рС. Межа виявлення цих сенсорів складає $n \cdot 10^{-5}$ моль/л. Для мембран пластифікованих ДНФ та ДБС межа виявлення становить $n \cdot 10^{-5}$ моль/л з кутом нахилу градувальної кривої 42 – 43 мВ/рС (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив природи пластифікатора в ПВХ мембрані на електроаналітичні характеристики йодбромідних сенсорів

Пластиф.	S, мВ/рС	a, моль/л	C _{min} , моль/л
ТКФ, 45 %	60 ± 1	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$
ДОФ, 45 %	69 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$
ДНФ, 45 %	42 ± 1	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$
ДБФ, 45 %	63 ± 1	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
ДБС, 45 %	43 ± 1	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$

Встановлено, що природа пластифікатора впливає на крутизну і в деякій мірі на межу виявлення йодбромідних сенсорів, що є важливим під час обрання оптимальних умов для досліджуваних сенсорів. Кількість пластифікатора для виготовлення мембрани змінювали від 35 % - 65 % стосовно кількості внесеного ПВХ, а вміст ЕАР складав 10 %. Із табл. 2 слідує, що вміст пластифікатора суттєво не впливає на електроаналітичні характеристики для йодбромідних сенсорів. При всіх вмістах пластифікатора сенсори дали задовільні результати. Із вмістом пластифікатора пов'язується і час життя сенсорів. Він визначається частотою їх використання. Сенсори з більшим вмістом пластифікатора працюють довший час, ніж із меншим вмістом. Втрата еластичності та обмеження часу життя сенсорів напряму пов'язано із тим, що вміст розчинника у мембрані зменшується і порушується структура. Час життя йодбромідних сенсорів, становить 5-6 місяців.

Установлено, що нахил градувальних кривих зберігає постійне значення в широкому інтервалі рН 2 – 10 (рис. 1).

Установлено, що селективність практично не залежить від природи пластифікатора, що входить до складу мембрани йодбромідних сенсорів. Для усіх досліджуваних мембран селективність приблизно однакова. Розроблені сенсори селективні до

Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, Na⁺, K⁺, тартат, цитрат-, бензоат-, саліцилат-, оксалат-, фталат-іонів, глюкози, гліцину, гістидину, аспірину.

Таблиця 2. Вплив вмісту пластифікатора в ПВХ мембрані на електроаналітичні характеристики йодбромідних сенсорів

Вміст пластиф. ТКФ	S, мВ/рС	a, моль/л	C _{min} , моль/л
35 %	64 ± 1	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$
45 %	60 ± 1	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$
55 %	52 ± 1	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$8,7 \cdot 10^{-6}$
65 %	56 ± 1	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-1}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$

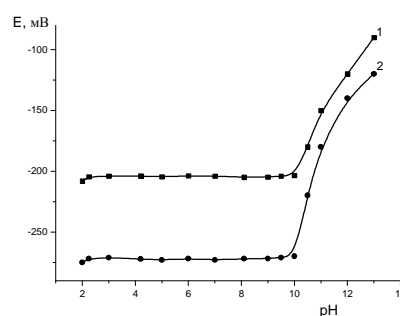


Рис. 1. Вплив рН на електродний потенціал мембран: 1 – рС(I₂Br) = 4, 2 – рС(I₂Br) = 3 (10 % ІА (PC⁺)(I₂Br)); 55 % ТКФ; 0,2 М КВr).

Розроблені потенціометричні сенсори були використанні при потенціометричному титруванні харчової добавки Е-315, яка міститься у напоях «Fanta». Для дослідження відбирали різні аліквоти напоїв, а в якості тиранта слугував $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л KI₂Br. Титрант додавали при постійному перемішуванні порціями по 0,02 мл, а поблизу точки еквівалентності по 0,01 мл. При встановленні постійного потенціалу (2-3 с) знімали покази іоніміра. Методом порівнянь слугував метод титрування зразків розчином 2,6-дихлорфеноліндофеноляту натрію за ДСТУ № 24556-89 [4].

Як бачимо з рис. 2 на кривих титрування спостерігається чітке фіксування точки еквівалентності, що дає можливість кількісно визначати харчову добавку Е-315. Результати визначення подано у табл. 3.

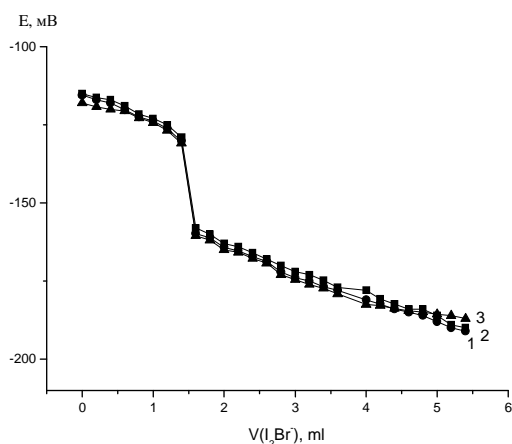


Рис. 2. Криві титрування харчової добавки Е-315 розчином $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л KI_2Br : 1 – перше титрування, 2 – друге титрування, 3 – третє титрування.

Таблиця 3. Результати визначення харчової добавки Е-315 у напоях ($n = 3$; $P = 0,95$)

Знайдено, мг							
Потенціометричне титрування					Метод порівняння [4]		
\bar{X}	Δx	S^2	F^*	t^*	\bar{X}	Δx	S^2
7,4	1,1	0,724	1,851	0,79	7,7	1,5	0,544

Як бачимо з табл. 3, що $F^*_{\text{tabl}} = 9,28 > F^*$; $t^*_{\text{tabl}} = 3,18 > t^*$, розроблений нами метод характеризується добрими метрологічними характеристиками і дає можливість визначати харчові добавки у продуктах харчування [6, 7].

Стаття надійшла до редакції: 24.10.2014

SENSOR FOR E-315 FOOD ADDITIVES DETERMINATION

Savchuk T.

The iodinebromide-selective sensor with a PVC membrane containing ion pair of rodamine C iodinebromide as electro-active substance was developed. The operating pH range of the triiodide sensor is 2–10. The linearity ranges of iodinebromide sensor function are 1×10^{-5} – 1×10^{-1} M, the sensor super Nernstian slope are 69 mV/decade. The efficiency of the use of sensor for E-315 food additives determination was shown by potentiometric titration methods.

Висновки

1. Досліджено вплив вмісту та природи пластифікатора на основні електроаналітичні характеристики йодбромідних сенсорів.
2. Встановлено, що природа пластифікатора, тобто його полярність, впливає на крутизну та межу виявлення йодбромідних сенсорів.
3. Показано, що селективність практично не залежить від природи пластифікатора, що входить до складу мембрани йодбромідних сенсорів.
4. Час життя розроблених йодбромідних сенсорів, становить 5-6 місяців.
5. Розроблені мембранні йодбромідні сенсори придатні для використання як індикаторні при потенціометричному визначенні харчової добавки Е-315 у напоях.

Список використаної джерел

1. Камман К. Работа с ионоселективными электродами. М.: Мир, 1980. С. 283.
2. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия, 1989. С. 447.
3. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: энциклопедия. М.: Гиорд, 2004. С. 808.
4. Сіль йодована. Технічні умови: ДСТУ 4307:2004. Чинний з 01.07.2005.
5. Петрухина А. Из чего мы состоим? Из того, что мы едим. Наука и жизнь. 2009, 1, 26-29.
6. Дерффель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994. С. 268.
7. Чариков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. Л.: Химия, 1984. С. 168.