

УДК 543.554.6

¹Савчук Т.І., к.х.н., доц.; ¹Кормош А.Ж., асп.; ¹Корольчук С.І., к.х.н., доц.;
¹Кормош Ж.О., к.х.н., проф.; ²Затулівітер О.І., ст. експерт

СЕНСОР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРЧОВОЇ ДОБАВКИ E954 НА ОСНОВІ РОДАМІН В САХАРИНАТУ

¹Східноєвропейський національний університеті мені Лесі Українки,
43021, м. Луцьк, пр. Волі, 13, e-mail: kormosh@eenu.edu.ua

²Науково-дослідний експертно-криміналістичний центр при УМВС України
в Кіровоградській області, 25002, м. Кіровоград, вул. Жовтневої Революції, 58

Останнім часом зріс інтерес до такої групи речовин, як підсолоджувачі або замінники цукру. Виникає багато суперечок на рахунок користі чи шкоди даних речовин. На даний момент, для використання в харчовій промисловості у світі затверджено 5 підсолоджувачів без енергетичної цінності. Також встановлено рекомендовану денну норму (РДН) прийому кожного з цих підсолоджувачів. РДН – це кількість харчової добавки, що допускається для щоденного вживання в їжу без ймовірності нанесення шкоди здоров'ю людини на основі існуючих на даний момент наукових фактів. До вищевказаних п'яти підсолоджувачів відносяться: сахарин (РДН - 5 мг/кг власної ваги), аспартам (РДН - 50 мг/кг власної ваги), ацесульфам калію (РДН - 15 мг/кг власної ваги), сукралоза (РДН - 5 мг/кг власної ваги) і неотам (РДН - 18 мг/кг власної ваги) [1].

Сахарин (імід орто-сульфобензойної кислоти, імід 2-сульфобензойної кислоти, орто-сульфобензімід) – безбарвні кристали солодкого смаку, малорозчинні у воді. Продажний «сахарин» є кристалогідратом натрієвої солі, яка в 300-500 разів солодша від цукру. Сахарин не засвоюється організмом (виводиться з сечею). Сахарин застосовують замість цукру при захворюванні на діабет, а також, як сурогат цукру. У харчовій промисловості сахарин зареєстрований в якості харчової добавки E954, як підсолоджувач. Як і інші підсолоджувачі, сахарин не володіє поживними властивостями і є типовим ксенобіотиком. У даний час харчове використання сахарину дещо скорочено, хоча

випускаються аналоги такі як Сукразит. У напоях і деяких інших продуктах використовують суміші підсолоджувачів, оскільки сахарин по собі дає не дуже приємний металевий присмак. Також похідні іміди 2-сульфобензойної кислоти використовуються як фунгіциди, гербіциди та антибактеріальні препарати. Імід 2-сульфобензойної кислоти, а також його кальцієві і цинкові солі входять до складу композицій, що використовуються для виготовлення тонерів лазерних принтерів і копіювальних апаратів. У 1960-х роках з'явилися повідомлення про те, що сахарин нібито є канцерогеном. Дослідження, проведені в 1977 році, показали збільшення показника захворюваності на рак сечового міхура серед лабораторних щурів, яких годували великими дозами сахарину. У тому ж році американська FDA запропонувала заборонити використання сахарину в харчовій промисловості, як це зробили Канада і СРСР. Однак Конгрес США замість заборони наклав вимогу, щоб всі продукти, що містять сахарин, містили на упаковці попередження про можливість захворювання на рак [2].

Широке застосування сахарину спонукає створенню нових експресних методів його визначення. Мета нашої роботи – створення потенціометричного сенсора на основі іонного асоціату (ІА) родамін В сахаринату для визначення харчової добавки E954.

Експериментальна частина

Вихідні розчини. Для виконання експерименту готували вихідний стандарт-

ний розчин сахарину з концентрацією 2×10^{-1} моль/л. Робочі розчини $1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-7}$ моль/л готували послідовним розведенням вихідного розчину в день експерименту. Іонну силу підтримували 0,1 моль/л розчином КСІ. Кислотність середовища регулювали за допомогою універсального буферного розчину [3] із відповідним значенням рН, яке контролювали потенціометрично скляним електродом.

Методика експерименту

Для моделювання складу мембрани як матрицю використовували ПВХ; досліджені мембрани, пластифіковані дибутілфталатом (ДБФ), диоктилфталатом (ДОФ), динонілфталатом (ДНФ), дибутілсебацінатом (ДБС), трикрезилфосфатом (ТКФ), диетилфталат (ДЕФ).

ІА синтезовано за такою методикою: спочатку приготували 1×10^{-2} моль/л розчини родаміну С та сахарину. Тоді по краплях, при постійному перемішуванні, до розчину барвника додавали розчин сахарину 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 [4] так: зважували 0,2 г ПВХ, відповідну кількість виділеного ІА (електродоактивної речовини – ЕАР) (щоб концентрація складала 5-10% 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 ДЕФ та ДОФ

(табл. 1). Задовільні результати дають мембрани пластифіковані ДНФ, ДБС, ТКФ. Для мембран пластифікованих ДОФ та ДЕФ крутизна електродної функції сягає 28-30 мВ/рС. Межа виявлення цих сенсорів складає $n \times 10^{-5}$ моль/л (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив природи пластифікатора в ПВХ мембрані на електроаналітичні характеристики сахаринат-чутливих сенсорів

Пластиф.	S, мВ/рС	a, моль/л	C _{мін} , моль/л
ДОФ, 35%	27 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$6 \cdot 10^{-5}$
ДОФ, 45%	26 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-5}$
ДОФ, 55%	28 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$7 \cdot 10^{-5}$
ДОФ, 65%	21 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$7 \cdot 10^{-5}$
ДЕФ, 35%	24 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-5}$
ДЕФ, 45%	30 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-5}$
ДЕФ, 55%	31 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$4 \cdot 10^{-5}$
ДЕФ, 65%	30 ± 1	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-5}$

Встановлено, що природа пластифікатора дещо впливає на крутизну і в деякій мірі на межу виявлення сахаринат-чутливих сенсорів. Кількість пластифікатора для виготовлення мембрани змінювали у межах 35% - 65% стосовно кількості внесеного ПВХ, а вміст ЕАР складав 9%. Із табл. 1 слідує, що вміст пластифікатора в межах 45-65% суттєво не впливає на електроаналітичні характеристики для сахаринат-чутливих сенсорів. При всіх вмістах пластифікатора сенсори показали 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 розроблених сенсорів, становить 6 місяців.

Установлено, що нахил градувальних кривих зберігає постійне значення в широкому інтервалі рН 2-10.

Селективність розроблених сенсорів практично не залежить від природи пластифікатора, що входить до складу мембрани сахаринат-чутливих сенсорів. Для усіх досліджуваних мембран селективність приблизно однакова. Розроблені сенсори селективні до Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Na^+ , K^+ ,

тартат-, цитрат-, бензоат-, саліцилат-, оксалат-, фталат-іонів, глюкози, гліцину, гістидину, аспірину.

Розроблені сенсори були використані при потенціометричному визначенні харчової добавки Е954 у різних безалкогольних напоях (табл. 2).

Таблиця 2. Результати визначення харчової добавки Е954 у напоях ($n = 5$; $P = 0,95$)

№	Назва продукту	Виробник	Знайдено сахарину, ммоль/л
1	«Фрутс. Шеррі-кола»	ТОВ «Аквапласт», Дніпропетровськ	$4,8 \pm 0,2$
2	«Scheppes. Original Bitter Lemon»	ІП «Кока-кола Беверіджис Україна Лімітед», м. Бровари	$8,1 \pm 0,2$
3	«Ми. 3 ароматом дюшесу»	ТзОВ СП «Галпласт» с. Лучинці, Рогатинський р-он, Івано-Франківська обл.	$3,0 \pm 0,2$

Висновки

1. Розроблено сахаринат-чутливі сенсори. Оптимізовано їх склад.
2. Встановлено, що природа пластифікатора, в незначній мірі впливає на крутизну та межу виявлення розроблених сенсорів.
3. Показано, що селективність практично не залежить від природи пластифікатора, що входить до складу мембрани.
4. Час життя розроблених сенсорів, становить 5-6 місяців.
5. Розроблені мембранні сахаринат-чутливі сенсори придатні для потенціометричного визначення харчової добавки Е954 у різних напоях.

Список використаної джерел

1. Підсолджувачі. *Вікіпедія – вільна енциклопедія*. Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Підсолджувачі>.
2. Сахарин. *Вікіпедія – вільна енциклопедія*. Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/Сахарин>.
3. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. М.: *Химия*, 1989. С. 447.
4. Камман К. Работа с ионоселективными электродами. М.: *Мир*, 1980. С. 283.

Стаття надійшла до редакції: 17.11.2015.

SENSOR FOR E954 FOOD ADDITIVES DETERMINATION ON THE BASE OF RHODAMINE B SACCHARINATE

Savchuk T., Kormosh A., Korolchuk S., Kormosh Zh., Zatuliviter O.

The saccharinate-selective sensor with a PVC membrane containing ion pair of rodamine B saccharinate as electro-active substance was developed. The operating pH range of the saccharinate sensor is 2 – 10. The linearity ranges of saccharinate sensor function are 1×10^{-4} – 1×10^{-1} mol/l, the sensor slope are 28 – 31 mV/decade. The efficiency of the use of sensor for E954 food additives determination was shown by potentiometric methods.