

ТЕОРЕТИЧНИЙ ОПИС ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД СУКРАЛОЗИ НА ЕЛЕКТРОДІ, МОДИФІКОВАНОМУ ПРОВІДНИМ ПОЛІМЕРОМ ІЗ ПІРИДИНОВИМИ АТОМАМИ НІТРОГЕНУ

Володимир В. Ткач^{1,2}, Наталія М. Сторощук¹, Сілвіо С. де Олівейра², Лусінда В. душ Рейш³, Яна Г. Іванушко⁴, Адріано О. да Сілва⁵, Петро І. Ягодинець¹, Жолт О. Кормош⁶, Ольга В. Луганська⁷

¹Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Україна

²Федеральний університет штату Мату-Гроссу-ду-Сул, Бразилія

³Університет Траз-уж-Монтіш і Алту-Доуру, Португалія

⁴Буковинський державний медичний університет, Україна

⁵Федеральний університет Заходу штату Пара, Бразилія

⁶Волинський національний університет ім. Лесі Українки, Україна

⁷Запорізький національний університет, Україна

Одним із поширених на даний час синтетичних підсолоджувачів є сукралоза. Це є похідна галактосахарози, в якій три гідроксильні групи заміщені атомами Хлору, згідно формули (Рис. 1)

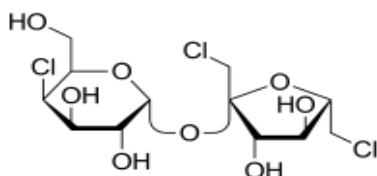


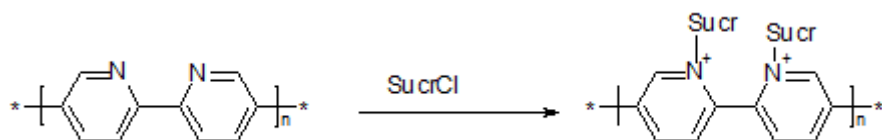
Рис. 1. Сукралоза

Вважається, що сукралоза переважає за солодкістю всі відомі цукрозамінні засоби, будучи вдвічі солодшою за сахарин, втричі – за аспартам і у 600 – 1000 разів – за цукор.

Застосовують сукралозу в харчовій промисловості для надання солодкого смаку напоям, кондитерським виробам. Використання цієї речовини, сприяє здешевленню виробництва цих товарів через невисоку (порівняно з цукром та найпоширенішими цукрозамінниками) їх собівартість.

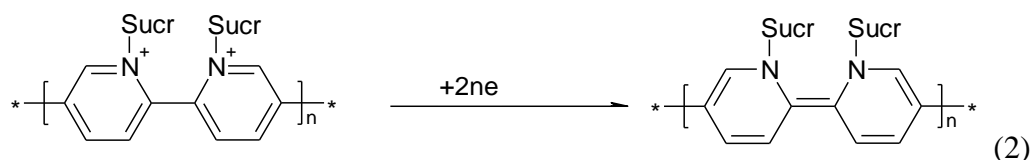
Однак у ряді робіт вже було показано, що інтенсивне використання цієї речовини укупі із складністю її метаболізму призводить до її накопичення у навколишньому середовищі. Окрім цього, її метаболізм в деяких водних організмах призводить до утворення високотоксичних хлороорганічних похідних Відтак, розробка методу очищення природних та стічних вод від сукралози в різних формах – дійсно актуальне завдання.

У даній роботі розглядається теоретична можливість електрохімічного перетворення сукралози на електроді, модифікованому провідним полімером із піридиновим атомом Нітрогену. В цьому разі при взаємодії піридинового Нітрогену із сукралозою утворюється спершу сіль (1):



(1)

Після чого на електрохімічній стадії відбувається зміна у спряженій системі простих і подвійних зв'язків (2):



Утворений полімер може надалі відновлюватися електрохімічно, причому його провідність спершу зростає під час реакції (1), а потім спадає під час реакції (2) і з подальшим відновленням утвореного полімеру. Що ж до реакції (1) може йти по будь-якому із трьох атомів Хлору, присутніх у сукралозі, однак найактивнішими є хлорметильні групи. Надалі залишкові атоми хлору замінюються на атоми Гідрогену з допомогою електрохімічного дегалогенування. В результаті утворюється більш біодоступний полімер.

Таким чином, поведінка системи може описуватися системою трьох диференціальних рівнянь (3):

$$\begin{cases}
 \frac{ds}{dt} = \frac{2}{\delta} \left(\frac{\Delta}{\delta} (s_0 - s) - r_s \right) \\
 \frac{dp}{dt} = \frac{1}{p} (r_s - r_{r1}) \\
 \frac{dq}{dt} = \frac{1}{Q} (r_{r1} - r_{r2} - r_d)
 \end{cases} \quad (3)$$

Аналіз даної системи рівнянь підтверджує, що провідний полімер із піридиновими атомами Нітрогену може бути ефективним модифікатором електроду для електрохімічного очищення стічних та природних вод від сукралози в нейтральному та кислому середовищі. Що ж до осциляторної поведінки, то вона більш імовірна в даній системі, ніж у подібних, з огляду на перетворення йонних форм та зміну провідності полімеру на хімічній та електрохімічних стадіях.