

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

ПЛЮТИ Костянтина Володимировича

Вугільно-пастовий електрод, модифікований β -циклодекстрином для вольтамперометричного визначення деяких харчових барвників,
подану на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 102 Хімія

Дисертаційну роботу здобувача присвячено створенню нового вольтамперометричного сенсора на основі вугільно-пастового електрода, модифікованого β -циклодекстрином і дослідженню особливостей перебігу на його поверхні редокс-реакцій за участю синтетичних харчових азобарвників (Тартразин, Жовтий «захід сонця», Кармоазин, Понсо 4R, Спеціальний Червоний AG), а також розробці методики вольтамперометричного визначення харчових азобарвників у продуктах харчування.

Актуальність дослідження. В наш час значна увага приділяється контролю синтетичних азобарвників у продуктах харчування, напоях і фармацевтичних препаратах. Для визначення азобарвників, як правило, використовують спектрофотометрію, хроматографію та капілярний електрофорез, проте ці методи мають низку недоліків.

В останні роки до перспективних і ефективних методів визначення синтетичних харчових азобарвників відносяться електрохімічні методи, зокрема вольтамперометричні, що обумовлено їх чутливістю та експресністю. Слід зазначити, що у вольтамперометричному аналізі важлива роль належить вугільно-пастовому електроду, який є простим, дешевим та легким у виготовленні. Модифікування пасти як в об'ємі, так і на поверхні вугільно-пастового електрода відкриває нові можливості в цілеспрямованому регулюванні спорідненості до аналіту.

Таким чином, створення простих, чутливих та селективних, а також економічно рентабельних та експресних методик вольтамперометричного визначення синтетичних харчових азобарвників з використанням модифікованих вугільно-пастових електродів **обумовлює актуальність теми дисертаційного дослідження.**

Дисертаційна робота виконана на кафедрі аналітичної та токсикологічної хімії Одеського національного університету імені І.І. Мечникова відповідно до тем № 145 «Обґрунтування вибору методів концентрування, розділення та визначення мікрокількостей речовин з близькими фізико-хімічними властивостями» (2015-2020 р, номер держ. реєстрації 0115/U001937) та № 323 «Розробка та удосконалення комбінованих методів контролю якості фармацевтичних препаратів, продуктів харчування та об'єктів навколишнього середовища» (2021-2026, номер держ. реєстрації 0122/U00230).

Структура та зміст дисертації. Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, 5 розділів, висновків, списку цитованої літератури, який налічує 211 джерел та містить 33 рисунки, 17 таблиць і 3 додатки. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 173 сторінки машинописного тексту.

У *вступі* дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність обраної теми, встановлено мету та завдання дослідження, відзначено наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

У *першому розділі* дисертаційної роботи викладено огляд публікацій стосовно загальних відомостей о синтетичних харчових азобарвниках, їх використання та токсичності. Описані загальні методи визначення харчових азобарвників, обґрунтовано їх переваги та недоліки. Детально охарактеризовані вольтамперометричні сенсори для визначення харчових азобарвників: висвітлено їх переваги, недоліки та метрологічні характеристики.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячено опису методик та основних етапів експериментальних досліджень.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи описані та узагальненні експериментальні дані стосовно редокс-поведінки харчових азобарвників на поверхні вугільно-пастового електроду, модифікованого β -циклодекстрином.

Четвертий розділ дисертаційної роботи присвячений оптимізації умов вольтамперометричного визначення харчових азобарвників за допомогою вугільно-пастового електроду, модифікованого β -циклодекстрином та визначенню відповідних метрологічних параметрів розробленої методики.

До *п'ятого розділу* дисертаційної роботи увійшли результати апробації розробленої вольтамперометричної методики щодо визначення харчових азобарвників (Тартразин, Жовтий «захід сонця», Кармоазин, Понсо 4R, Спеціальний Червоний AG) у доступних продуктах харчування.

Відомості про дотримання академічної доброчесності. В дисертаційній роботі відсутні ознаки порушення академічної доброчесності.

Ступінь обґрунтованості результатів та їх наукова новизна. Про достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих здобувачем підходів та висновків дисертаційного дослідження свідчить публікація результатів як у вітчизняних фахових виданнях, так і у міжнародних журналах, які індексуються наукометричними базами.

Наукова новизна представленої дисертаційної роботи здобувача полягає у наступному:

1) вперше вивчено особливості редокс-поведінки харчових азобарвників (Тартразин, Жовтий «захід сонця», Кармоазин, Понсо 4R, Спеціальний Червоний AG П4R) на вугільно-пастовому електроді, модифікованому β -циклодекстрином;

2) показано, що досліджені харчові азобарвники окислюються за ES_{it} механізмом з подальшою деструкцією молекули по азогрупі та утворенню нових електроактивних фрагментів. Вперше виявлено зв'язок структури харчових азобарвників зі ступенем зворотності процесу їх окиснення. На основі отриманих даних запропоновано загальний механізм окиснення харчових азобарвників на модифікованих вугільно-пастових електродах;

3) запропоновано підхід до мініатюризації інверсійно-адсорбційної вольтамперометрії, який дозволяє проводити аналіз із використанням однієї краплини розчину (10 мкл розчину), що суттєво зменшує кількість хімічних відходів та витрат аналітичних стандартів;

4) вперше використано запропонований підхід при визначенні харчових азобарвників на вугільно-пастовому електроді, модифікованому β -циклодекстрином, у продуктах харчування;

Щодо практичною значущості одержаних результатів, особливо відмітити

необхідно наступне:

1. Обґрунтовано можливість використання вугільно-пастового електроду, модифікованого β -циклодекстрином у мініатюризованому підході інверсійно-адсорбційної вольтамперометрії, який відповідає принципам «зеленої хімії».

2. Розроблені вольтамперометричні методики апробовано при аналізі зразків харчових продуктів та напоїв й показано, що за своїми аналітичними характеристиками вони не поступаються, а в деяких випадках й перевершують відомі аналоги.

3. Окремі матеріали дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес кафедри аналітичної та токсикологічної хімії ОНУ імені І.І. Мечникова.

Повнота викладення змісту дисертаційної роботи в опублікованих працях. Результати дисертаційної роботи Плюти К.В. повністю відображено в 11 наукових працях серед яких 5 статей у фахових періодичних наукових виданнях (із них 4 індексуються в Scopus), та 6 тез доповідей на конференціях.

До змісту дисертаційної роботи є наступні **зауваження, запитання та побажання:**

1. У дисертаційній роботі для пояснення отриманих результатів з літературних джерел була застосована «гетерогенна константа швидкості...», проте бажано визначити таку константу для досліджених систем.

2. На рис. 3.7, 3.10 та 4.7 доцільно навести похибку вимірювань.

3. На рис. 3.12 є неточності у схемі окиснення (перетворення структури Γ у Π).

4. Доцільно навести результати проміжних розрахунків статистичних критеріїв (розділ 5.4) у Додатку.

5. У розділах, присвячених аналітичним характеристикам сенсору та його апробації, практично не розглядається вплив на визначення азобарвників супутніх компонентів в харчових продуктах, наприклад цукрів, аскорбінової кислоти, білків тощо.

6. В дисертаційній роботі зустрічаються технічні помилки, невдалі вислови тощо: «р» замість «рр.» (стор.7); «2.50мкг/г» відсутній пробіл (стор. 31);

відсутні пояснення величин у рівнянні 3.2 (стор. 97); «ln(v)» у нижньому індексі (стор. 100), «ЖЗСвід» відсутній пробіл (стор. 103), тощо.

Однак, вищезазначені зауваження не є принциповими, не носять систематичний характер і не впливають на основні наукові положення та загальне позитивне враження від роботи, не стосуються і не зменшують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи.

Загальний висновок по дисертаційній роботі. Дисертаційна робота Плюти Костянтина Володимировича «Вугільно-пастовий електрод, модифікований β -циклодекстрином для вольтамперометричного визначення деяких харчових барвників» є завершеною науковою працею. За актуальністю, науковою новизною, обсягом експериментальних досліджень, теоретичним і практичним значенням отриманих результатів, обґрунтованістю наукових висновків, їх достовірністю, якістю оформлення відповідає вимогам нормативних актів щодо дисертацій, зокрема, Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 року № 44 зі змінами внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 21.03.2022 року № 341, а її автор, Плюта Костянтин Володимирович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 102 – Хімія.

Рецензент:

доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, к.х.н., доцент

Людмила СОЛДАТКІНА

