

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии диссертационного совета ДС.ТПУ.08 на базе
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский Томский
политехнический университет» по предварительному рассмотрению
диссертации Сакиб Мухаммада

«Новые электроды на основе восстановленного лазером оксида графена для
вольтамперометрического определения карбаматных пестицидов в продуктах питания»,
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук
по специальности 1.4.2 – «Аналитическая химия»

«15» 04 2024 г.

Комиссия диссертационного совета ДС.ТПУ.08, сформированная в соответствии с
распоряжением № 92-1/р от 01.04.2024 в составе:

Председатель: Короткова Елена Ивановна – д.х.н., доцент, руководитель отделения
химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов, Национальный
исследовательский Томский политехнический университет.

Члены комиссии:

Слепченко Галина Борисовна – д.х.н., профессор, профессор отделения химической
инженерии Инженерной школы природных ресурсов, Национальный исследовательский
Томский политехнический университет;

Дорожко Елена Владимировна – к.х.н., доцент отделения химической инженерии
Инженерной школы природных ресурсов, Национальный исследовательский Томский
политехнический университет;

Ивашкина Елена Николаевна – д.т.н., профессор, профессор отделения химической
инженерии Инженерной школы природных ресурсов, Национальный исследовательский
Томский политехнический университет;

Пестряков Алексей Николаевич – д.х.н., профессор Исследовательской школы
химических и биомедицинских технологий, Национальный исследовательский Томский
политехнический университет;

рассмотрели диссертационную работу Сакиб Мухаммада «Новые электроды на основе
восстановленного лазером оксида графена для вольтамперометрического определения
карбаматных пестицидов в продуктах питания», выполненную в отделении химической
инженерии Инженерной школы природных ресурсов Национального исследовательского
Томского политехнического университета.

Комиссия провела проверку и установила идентичность текста диссертации,
представленной в диссертационный совет на бумажном носителе, тексту диссертации в
электронном варианте в формате *.pdf. В диссертации отсутствуют недостоверные
сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены
основные научные результаты.

Комиссия, предварительно рассмотрев диссертацию Сакиб Мухаммада «Новые
электроды на основе восстановленного лазером оксида графена для
вольтамперометрического определения карбаматных пестицидов в продуктах питания»,
пришла к выводу о соответствии указанной диссертации требованиям п. 2 Порядка
присуждения ученых степеней, утвержденного приказом Национального
исследовательского Томского политехнического университета от 28.12.2021 г. N 362-1/од,
предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Цель исследования является разработка новых электродов на основе на основе восстановленного лазером оксида графена (ВЛОГ) для вольтамперометрического определения карбаматных пестицидов в продуктах питания.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие **задачи**:

1. Разработать электроды плоской и сетчатой форм на основе ВЛОГ с использованием ПЭТ в качестве подложки. Исследовать свойства электродов физико-химическими методами (циклическая вольтамперометрия, спектроскопия электрохимического импеданса, рамановская спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия);
2. Подобрать рабочие вольтамперометрические условия определения карбарила в модельных растворах на электродах из ВЛОГ;
3. Разработать вольтамперометрическую методику определения карбарила в продуктах питания на электродах из ВЛОГ и провести оценку основных метрологических характеристик методики;
4. Модифицировать электроды на основе ВЛОГ наночастицами серебра химическим способом для высокочувствительного определения карбосульфана в модельных растворах;
5. Подобрать рабочие вольтамперометрические условия определения карбосульфана в модельных растворах на модифицированных наночастицами серебра электродах из ВЛОГ (ВЛОГ/НЧ Ag);
6. Разработать вольтамперометрическую методику определения карбосульфана в продуктах питания на электродах из ВЛОГ/НЧ Ag и провести оценку основных метрологических характеристик разработанной методики.

Научная новизна работы

1. Впервые исследованы электрохимические свойства карбарила на новых электродах, созданных на основе ВЛОГ с использованием подложки из полиэтилентерефталата (ПЭТ) с улучшенными токопроводящими свойствами. Показано, что карбарил окисляется на электроде из ВЛОГ необратимо, с образованием нафтола-1 и метиламина. Установлен адсорбционный характер электроокисления карбарила на электродах из ВЛОГ.
2. Предложен способ модификации электродов из ВЛОГ наночастицами серебра химическим способом с использованием метола в качестве восстановителя.
3. Впервые исследованы физико-химические закономерности восстановления карбосульфана на электроде из ВЛОГ/НЧ Ag. Показано, что карбосульфан селективно восстанавливается на электроде из ВЛОГ/НЧ Ag по сравнению с другими карбаматами. Установлен адсорбционный характер электровосстановления карбосульфана на электродах из ВЛОГ/НЧ Ag. Предел обнаружения карбосульфана с использованием новых электродов из ВЛОГ/НЧ Ag составил $2,0 \cdot 10^{-12}$ моль/дм³.
4. Впервые разработаны вольтамперометрические методики определения карбарила на электродах из ВЛОГ и карбосульфана на электродах из ВЛОГ/НЧ Ag в продуктах питания, отличающиеся селективностью, чувствительностью, точностью и удобством применения.

Практическая значимость работы

Разработаны и охарактеризованы физико-химическими методами новые электроды на основе ВЛОГ, в том числе модифицированные НЧ Ag на подложке из ПЭТ для высокочувствительного определения карбарила и селективного определения карбосульфана. Практическая значимость работы заключается в применении

разработанных вольтамперометрических методик определения карбарила и карбосульфана в продуктах питания и возможной интеграции данного подхода в аналитические лаборатории контроля качества сельскохозяйственной продукции и продуктов питания. Разработанные методики являются более экономически доступными по сравнению с существующими аналогами, не требуют наличия сложного и дорогостоящего оборудования. Разработанные новые электроды могут быть применены для чувствительного определения других пестицидов карбаматной природы в пищевых продуктах.

По тематике, объектам и области исследования, разработанным автором новым научным положениям, научной и практической значимости представленная диссертация соответствует научной специальности 1.4.2 – «Аналитическая химия», согласно следующим пунктам паспорта:

- п.2 Методы химического анализа (химические, физико-химические, атомная и молекулярная спектроскопия, хроматография, рентгеновская спектроскопия, масс-спектрометрия, ядерно-физические методы и др);
- п.10 Анализ органических веществ и материалов;
- п.13 Анализ пищевых продуктов.

Основные результаты работы опубликованы в журналах, рекомендуемых ВАК РФ и в изданиях, входящих в международную систему Web of Science и Scopus:

1. **Saqib, M.**, Solomonenko, A. N., Barek, J., Dorozhko, E. V., Korotkova, E. I., & Aljasar, S. A. Graphene derivatives-based electrodes for the electrochemical determination of carbamate pesticides in food products: A review. *Analytica Chimica Acta*, 341449, 2023. (Scopus Q1).
2. **Saqib, M.**; Dorozhko, E.; Barek, J.; Vyskocil, V.; Korotkova, E; Shabalina, A. A Laser Reduced Graphene Oxide Grid Electrode for the Voltammetric Determination of Carbaryl, *Molecules*, 26, 5050, 2021. (Scopus Q1).
3. A Lipovka, I Petrov, M Fatkullin, G Murastov, A Ivanov, A Chernova, **M Saqib**, W Sheng, R Rodriguez, E Sheremet, Photoinduced flexible graphene/polymer nanocomposites: Design, formation mechanism, and properties engineering, *Carbon*, Volume 194, 2022, (Scopus Q1).

Патент:

1. Изобретение № 2023108437/28(018213) «Вольтамперометрический способ определения карбосульфана в воде». Авторы: **Сакиб Мухаммад**, Дорошко Е.В., Короткова Е.И.

По представленному библиографическому списку и перечню собственных публикаций автора можно сделать заключение о том, что основные положения диссертации достаточно полно изложены в опубликованных соискателем работах и апробированы на всероссийских и международных научных конференциях. Требования к публикации основных научных результатов диссертации выполнены полностью.

Анализ текстов диссертации, публикаций соискателя и списка использованных источников позволяет сделать вывод, что в диссертации заимствованные материалы и отдельные результаты приводятся со ссылками на источники заимствования или их соавторов.

Ссылки на библиографические источники, включая собственные публикации автора, оформлены в соответствии с требованиями стандарта, а библиографический список характеризует серьезную глубину изучения автором рассматриваемого в работе научного направления.

Экспертная комиссия рекомендует дополнительных членов совета по защите диссертации Сакиб Мухаммада:

- Бакибаева Абдигали Абдиманоповича, доктора химических наук, профессора, ведущего научного сотрудника лаборатории органического синтеза ФГАОУ ВО «Томский государственный университет», г. Томск;

- Гавриленко Михаила Алексеевича, доктора химических наук, доцента, профессора отделения химической инженерии Инженерной школы природных ресурсов НИ ТПУ, г. Томск.

Рекомендует назначить официальных оппонентов по диссертации Таныковой Натальи Геннадьевны:

- Стожко Наталию Юрьевну, доктора химических наук, профессора, заведующую кафедрой физики и химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург;

- Шилову Инессу Владимировну, д. фарм. н., старшего научного сотрудника фармацевтической группы лаборатории фитофармакологии и специального питания, Томского национального исследовательского медицинского центра Российской академии наук, НИИ фармакологии и регенеративной медицины им. Е.Д. Гольдберга, г. Томск

Заключение

Материалы Сакиб Мухаммада «Новые электроды на основе восстановленного лазером оксида графена для вольтамперометрического определения карбаматных пестицидов в продуктах питания» в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени. Выполнены требования к публикациям основных научных результатов диссертационной работы, предусмотренные п. 2 Порядка присуждения ученых степеней, утвержденного приказом Национального исследовательского Томского политехнического университета от 28.12.2021 г. No362-1/од. В диссертации отсутствуют: материалы, заимствованные без ссылки на авторов и источники заимствования; результаты научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов. Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

На основании вышеизложенного комиссия считает возможным принять диссертацию Сакиб Мухаммада «Новые электроды на основе восстановленного лазером оксида графена для вольтамперометрического определения карбаматных пестицидов в продуктах питания» к защите в диссертационном совете ДС.ТПУ.08 на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – «Аналитическая химия».

Председатель комиссии

Короткова Е.И.

Члены комиссии:

Слепченко Г.Б.

Ивашкина Е.Н.

Пестряков А.Н.

Дорожко Е.В.