Отзыв научного руководителя

по диссертационной работе Новиковой Сагилы Аладдиновны

«Иммунохроматографическая тест-система на основе многослойных халькогенидных квантовых точек, флуоресцирующих в ближней инфракрасной области», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности

1.4.2-Аналитическая химия (химические науки)

Диссертационная работа Новиковой С.А. посвящена актуальной задаче аналитической химии - разработке новой иммунохроматографической тест-системы для быстрого определения заболевания с применением многослойных халькогенидных квантовых точек (КТ), что является инновационным направлением и позволяет снизить предел обнаружения и повысить селективность анализа. Выбор темы обоснован перспективностью применения наноматериалов, в частности КТ, в современных аналитических методах. Наноматериалы нового поколения, такие как КТ, стали важным инструментом для исследований и приобретают все большее значение как альтернатива органическим флуорофорам в различных областях аналитики и медицинской диагностики. В работе проведены исследования по созданию тест-системы для быстрой и эффективной диагностики антигена вируса болезни Ауески (псевдобешенства). Для достижения поставленной цели выбран относительно новый для иммунохроматографического анализа подход - использование КТ в качестве флуоресцентных аналитических меток, что дает определенные преимущества по сравнению с использованием традиционных методов.

Исследование охватывает ключевые аспекты, такие как синтез и модификация поверхности КТ, а также их конъюгация с антителами, что позволяет значительно повысить чувствительность и надежность иммунохроматографических тестов. На основании исследований определена наиболее перспективные для использования многослойные КТ состава CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS, с максимумом флуоресценции при 700 нм при длине волны возбуждения 460-500 нм, которые были использованы для дальнейших исследований. Новикова С.А. освоила современные методы синтеза и гидрофилизации многослойных халькогенидных КТ, а также их конъюгации с антителами, что является ключевым аспектом в разработке иммунохроматографических тест-систем. Она продемонстрировала глубокое понимание физико-химических свойств наноматериалов и их применения в аналитической химии. В процессе синтеза и гидрофилизации были выявлены факторы, влияющие на размер, поверхностный заряд, квантовый выход и коллоидную стабильность наночастиц. Для характеризации модифицированных КТ в работе использованы методы ИК-, УФ- спектрометрии, динамического рассеяния света, горизонтального электрофореза в агарозном геле.

Новикова С.А. разработала методику конъюгации КТ с антителами к gB вируса болезни Ауески с оптимальной ориентацией антител на поверхности наночастицы. Суть метода заключается в связывании антитела с поверхностью КТ за счет физической адсорбции с последующим ковалентным связыванием с поверхностью наночастицы карбодиимидным методом. На основе экспериментальных данных и литературных источников Новикова С.А. сделала вывод о влиянии pH, природы буферного раствора и стерических факторов на иммунную активность антител, связанных с поверхностью КТ.

Выявила зависимость степени ионизации заряженных групп на различных областях антител от pH раствора, что позволило регулировать их ориентацию на поверхности наночастицы. Определение ζ-потенциала КТ, антител к вирусу болезни Ауески и их конъюгатов проводилось методом доплеровского микроэлектрофореза, была определена изоэлектрическая точка антител к вирусу болезни Ауески (pI) равная 5. На основании этих исследований был выбран состав буферного раствора для двухступенчатой конъюгации, позволяющей увеличить интенсивность аналитического сигнала.

Новикова С.А. разработала методики определения КТ, антител и их конъюгатов методами капиллярного зонного электрофореза и обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной и эксклюзионной хроматографии, что свидетельствует о высоком уровне практических навыков и способности к проведению сложных аналитических исследований. Было проведено исследование влияния компонентов мембраны на результат анализа и определена длина волны возбуждения, при которой наблюдается максимальная интенсивность флуоресценции аналитической метки.

Одним из ключевых результатов работы является разработка портативного флуоресцентного ридера, который обеспечивает возможность проведения как качественного, так и количественного анализа. В сочетании с использованием многослойных халькогенидных КТ в качестве меток, данное устройство значительно повысило чувствительность иммунохроматографического анализа для выявления вируса болезни Ауески, при этом не уступая существующим методам по специфичности и надежности.

Новикова С.А. подготовила хороший обзор литературы, в котором рассмотрела принципы современного иммунохимического анализа и использование различных меток. Провела краткий анализ методов синтеза КТ, способов их гидрофилизации, методов конъюгации КТ с биологическими объектами и методов анализа и характеризации объектов исследования. Сделан вывод о необходимости и целесообразности использования КТ, флуоресцирующих в ближней ИК-области спектра.

Новикова С.А. проявила инициативу и креативность в решении поставленных задач, что подчеркивает её потенциал как исследователя в области аналитической химии. По материалам работы опубликовано 21 печатных, в том числе 8 статей в рецензируемых научных изданиях, соответствующих требованиям Положения о присуждении ученых степеней в ФГБУН Институте общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН. Результаты работы представлены на 25 отечественных и международных конференциях. Разработано 6 патентов.

В ходе выполнения научной работы Новикова С.А. зарекомендовала себя как высококвалифицированный исследователь, способный осуществлять полный цикл аналитических исследований — от синтеза и анализа физико-химических свойств КТ до их применения в качестве меток в иммунохроматографическом анализе, что было подтверждено результатами внутрилабораторной проверки с использованием сывороток крови мышей. Она продемонстрировала высокий уровень теоретической и практической подготовки, а также способность к самостоятельному планированию научной работы и достижению поставленных целей, грамотно интерпретируя полученные данные.

Диссертационная работа Новиковой С.А. является завершенным научным исследованием и по объему, актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 и пп.

2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН) от 29 марта 2024 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (химические науки).

Научный руководитель, к.х.н.,
доцент кафедры химии, новых технологий
и материалов Государственного университета «Дубна» Е.Д. Грибова

141980, Московская обл., г. Дубна,
ул. Университетская, 19
Государственный университет «Дубна»
+79161442350
elena_g67@mail.ru

Подпись Грибовой Е.Д. удостоверяю:
начальник отдела кадров федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)
В.А. Виноградова