

## ОТЗЫВ

на диссертацию Дувановой Ольги Васильевны «Определение олеиновой и пальмитиновой кислот пьезоэлектрическими сенсорами, модифицированными полимерами с молекулярными отпечатками», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.02 – аналитическая химия.

### *Оценка актуальности темы диссертационной работы.*

В настоящее время развитию методов, контролирующих безопасность и качества пищевых продуктов, в том числе масложировой продукции, которую часто фальсифицируют, уделяется повышенное внимание. Главным показателем, характеризующим натуральность масложировой продукции, является определение жирнокислотного состава, а именно количественное соотношение таких кислот как олеиновой и пальмитиновой. Современные классические методы анализа – газовая хроматография, хромато-масс-спектрометрия, спектральные и другие, отличаются длительностью и трудоемкостью. Однако зачастую требуется долабораторный экспресс-анализ подлинности продукции непосредственно на производстве. Осуществление этого возможно благодаря применению химических сенсоров, позволяющих минимизировать время проведения анализа, отличающихся простотой конструкционного исполнения и экономической выгодой. Важным направлением является разработка высокоселективных сенсоров и способов определения органических соединений в многокомпонентных системах. Перспективными для проведения анализа в сложных смесях служат пьезоэлектрические сенсоры, модифицированные полимерами с молекулярными отпечатками (ПМО). С помощью ПМО возможно определение тех веществ, которые участвовали в их синтезе, что позволяет создавать сорбенты, селективные к органическим соединениям разных классов, тем самым происходит расширение сфер применения модифицированных сенсоров.

В связи с этим, диссертационная работа Дувановой О.В., посвященная разработке способа определения олеиновой и пальмитиновой кислот с помощью пьезоэлектрических сенсоров на основе ПМО является актуальной. Подтверждением этого служит тот факт, что исследование выполнено при поддержке Минобрнауки России по Соглашению № 14.577.21.0111 от 22 сентября 2014 г. (Уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57714X0111).

*Анализ содержания диссертации.*

Диссертация изложена на 152 страницах состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы, состоящего из 221 источника и приложения. Иллюстрированный материал включает 26 таблиц и 59 рисунков. Представленная работа оформлена в соответствии с существующими требованиями, структура построена четко и логично.

Автором представлен информативный литературный обзор, в котором рассматриваются данные по современным методам анализа карбоновых кислот, приведены сведения о химических сенсорах. Рассмотрены способы повышения селективности химических сенсоров, представлены данные по синтезу и методам исследования полимеров с молекулярными отпечатками. Немаловажно подчеркнуть, что диссертант особо отмечает перспективы использования модифицирующих слоев сенсоров на основе ПМО, что открывает возможность применения этих материалов для селективного определения соединений.

Проведенные автором исследования логичны и последовательны.

В работе использованы современные физико-химические методы исследования: ИК-спектроскопия, эталонная порометрия, сканирующая силовая и электронная микроскопия, хромато-масс-спектрометрия. Представленный иллюстративный материал наглядно отражает результаты экспериментов. Уровень использованного оборудования, материалов и методов, грамотная постановка эксперимента, высокий уровень статистической обработки и анализа полученных данных, воспроизводимость



результатов выполненных измерений, адекватное использование современных методов исследования новых ПМО, свидетельствуют о *достоверности полученных в диссертации результатов и выводов.*

Научные положения, выводы диссертационной работы базируются на достаточном по объему статистически обработанном материале, обоснованы, полностью соответствуют целям и задачам исследования. Основное содержание работы изложено в 23 публикациях, из них – 8 статей, опубликованы в журналах, входящих в утвержденный ВАК РФ перечень научных изданий, 12 тезисов докладов, 3 патента.

Работа прошла хорошую апробацию. Результаты и выводы диссертации доложены и обсуждены на представительных международных, российских и региональных конференциях.

*Новизна выполненных исследований и полученных результатов.*

Автором впервые для синтеза полимеров с молекулярными отпечатками предложены полиимиды ПМ (поликонденсация диангирида 1,2,4,5-бензолтетракарбоновой кислоты и 4,4'-диаминодифенилоксида), РД (поликонденсация диангирида дифенилоксид-3,4,3',4'-тетракарбоновой кислоты и ди(4-амино)фенилового эфира резорцина) и ДФО (поликонденсация диангирида дифенилоксида-3,4,3',4'-тетракарбоновой кислоты и фенилового эфира 4,4'-диаминодифенилоксида). Подробно рассмотрены свойства синтезированных полимеров с использованием современных физико-химических методов. Показано, что ПМО на основе полиимида ПМ, обладают лучшей сорбционной способностью к олеиновой и пальмитиновой кислотам, чем полимеры на основе РД и ДФО.

Впервые получены пьезоэлектрические сенсоры-ПМО с отпечатками жирных кислот, разработаны способы определения олеиновой и пальмитиновой в жидкостях этими сенсорами, а также проведена апробация сенсоров с ПМО при определении жирных кислот в растительных маслах.

*Практическая значимость.*

Разработаны пьезоэлектрические сенсоры на основе полимеров с

молекулярными отпечатками олеиновой и пальмитиновой кислот, характеризующиеся избирательностью к данным кислотам в растительных маслах.

Предложена кондуктометрическая установка для исследования сорбции жирных кислот из жидкостей полимерами с молекулярными отпечатками, достоинством которой является постоянный объем исследуемого раствора, что позволяет повысить точность определения концентрации сорбируемого вещества.

Практическая значимость подкрепляется актом о внедрении результатов работы в лаборатории для анализа масложировой продукции и тремя патентами РФ.

Несмотря на общую, безусловно, положительную оценку, по диссертационной работе имеется несколько вопросов и замечаний:

1. Чем объясняется построение градуировочных зависимостей для определения пальмитиновой и олеиновой кислот с использованием разработанных сенсоров в полулогарифмических координатах? Ведь уравнение Зауэрбрея предполагает линейную зависимость изменения резонансной частоты от массы сорбированного на электроде вещества.

2. Было бы интересно оценить селективность разработанных сенсоров по отношению к гомологам определяемых кислот.

3. Насколько правомерно представление результатов с использованием до четырех значащих цифр (табл. 3.2. – степень имидизации полимеров, табл. 3.3. - элементный анализ полимерных пленок, табл. 3.4 – параметры шероховатости)?

4. С чем связан довольно узкий диапазон определяемых содержаний разработанных сенсоров, особенно в случае пальмитиновой кислоты?

Высказанные замечания не затрагивают сути выполненного Дувановой О.В. диссертационного исследования, носят частный характер.

По актуальности, новизне, научной и практической значимости работа Дувановой Ольги Васильевны соответствует специальности 02.00.02 -



аналитическая химия, отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением № 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.02 - аналитическая химия.

Доктор химических наук  
(специальность 02.00.02 – аналитическая химия),  
доцент, заведующий кафедрой аналитической  
химии и химической экологии  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского»

*Труф*

Русанова Татьяна Юрьевна

17.06.2016

410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83.

Тел. 8-927-156-57-85

Email: [tatyanarys@yandex.ru](mailto:tatyanarys@yandex.ru)

Подпись зав. кафедрой Т.Ю. Русановой «заверяю»:

Учёный секретарь Саратовского национального  
исследовательского государственного университета,  
кандидат химических наук, доцент



И.В. Федусенко