

ОТЗЫВ

официального оппонента Ненайденко Валентина Георгиевича на диссертацию Елтышева Александра Константиновича на тему «Дизайн, синтез, фотофизические свойства и перспективы применения конденсированных производных 2-арил-1,2,3-триазола», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия

Химия гетероциклических соединений является одной из лидирующих областей органической химии. Большая часть всех известных химических соединений – это гетероциклы. В последние годы 1,2,3-триазолы привлекают все большее внимание химиков благодаря широкому спектру их применения, флуоресцентным свойствам, синтетической доступности и высокой химической и биологической стабильности. Недавно было показано, что N-2-арилзамещенные 1,2,3-триазолы являются уникальным классом флуорофоров, обладающих яркой голубой флуоресценцией. Значительно меньше известны конденсированные системы на основе 1,2,3- триазола и особенно их 2-замещенные производные. Поэтому разработка методов синтеза конденсированных гетероциклических производных 2-арил-1,2,3-триазола является весьма актуальной задачей. Таким образом, актуальность работы не вызывает сомнений.

Целью рецензируемой научной работы был дизайн и разработка методов синтеза новых флуорофоров на основе конденсированных производных 2-арил-1,2,3-триазола, обладающих подходящим набором заместителей и функциональных групп, который позволит определить особенности фотофизических свойств, установить взаимосвязь структуры и оптических свойств, показать перспективы их применения.

Диссертационная работа изложена на 213 страницах, она включает 75 схем, 33 таблиц, 49 рисунков. Библиографический список цитируемой литературы содержит 166 наименований. Работа построена традиционным образом и состоит из введения, литературного обзора, обсуждения результатов, экспериментальной части, выводов, списка литературы и 4-х приложений.

Во **Введении** обоснованы актуальность темы исследования и степень ее разработанности, сформулирована цель работы, показана научная новизна и практическая значимость, даны об апробации результатов, информация про публикации по теме диссертации, указаны структура и объем диссертации.

Литературный обзор посвящен обобщению литературных данных по синтезу конденсированных производных 1,2,3- триазола. В этой части работы суммированы данные по синтетическому использованию данного подхода. Литературный обзор хорошо подготавливает читателя к оценке полученных в работе результатов.

Диссертационная работа Елтышева А.К. содержит все элементы **научной новизны**. Работа является прекрасным примером исследования, в котором фундаментальность совмещается с практической ориентированностью. Продемонстрирован высокий синтетический потенциал окислительной циклизации орто-ариламинозамещенных гетероциклов. Разработан эффективный подход новых флуорофоров, содержащих 2-арил-1,2,3-триазольный фрагмент, конденсированный с дигидропиримидиновым, пиримидиновым или тиофеновым циклом. Установлено, что 1,2,3-триазоло[4,5-d]пиримидины, содержащие трихлорметильный фрагмент, склонны к фототрансформации, которая приводит к образованию хлорангидридов ряда триазолопиримидинов, легко вступающих в реакцию с N-, O- и S-нуклеофилами. Это открывает прекрасные перспективы для их последующих превращений. Все

синтезированные соединения представляют несомненный интерес в плане изучения их фотофизических свойств. Установлено, что аннелирование 1,4-дигидропиримидинового, пиримидинового и тиофенового цикла к 2-арил-1,2,3-триазолу и варьирование заместителей, декорирующих гетероциклический фрагмент, существенно изменяет фотофизические и физико-химические свойства по сравнению с моноциклическими 2-арил-1,2,3-триазолами, приводя к батохромному сдвигу максимумов поглощения и эмиссии. Показано, что дигидропиримидиновый цикл значительно усиливает сенсорные свойства в отличие от моноциклических 2-арил-1,2,3-триазолов и придает чувствительность к воздействию кислот в растворах и парах кислот в твердом состоянии. Феноксипроизводные триазолопиримидинов проявляют сенсорные свойства в щелочных средах. Обнаружено, что дигидротриазолопиримидины обладают эффектом усиления эмиссии при агрегации (AIEE) в органических растворителях и их смесях с водой.

Анализ текста диссертации (**Обсуждение результатов, Экспериментальная часть**), автореферата и публикаций Елтышева А.К. показывают, что рецензируемую работу отличает высокий уровень научной новизны и очевидная практическая значимость.

В разделе **Обсуждение результатов** описаны разработанные автором методы синтеза

В **экспериментальной части** диссертационного исследования приведены спектральные характеристики новых соединений, что подтверждает большой объем синтетической работы, выполненный соискателем. Строение выделенных автором веществ подтверждено методами ЯМР, ИК, элементного и рентгеноструктурного анализа. Полученные соискателем экспериментальные данные достоверны.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием современных физико-химических методов

исследования структур органических соединений, включающих ЯМР и ИК-спектроскопию, рентгеноструктурный анализ, элементный анализ, масс-спектрометрию, а также хорошей воспроизводимостью экспериментальных результатов.

При анализе работы появилось некоторое количество вопросов и замечаний, которые не мешают высокой оценке работы:

1. Не все схемы автореферата содержат выходы продуктов для конкретных заместителей.
2. Слова «перспективы применения» в названии диссертации излишни, на мой взгляд.
3. Выводы представлены в виде заключения, часть из них носит описательный характер.
4. Есть некоторое количество опечаток и неудачных выражений.

Сделанные замечания не снижают очень хорошего общего впечатления, которое произвела на меня эта великолепная диссертация.

Диссертационная работа Елтышева Александра Константиновича на тему «Дизайн, синтез, фотофизические свойства и перспективы применения конденсированных производных 2-арил-1,2,3-триазола», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей большое значение

По теме диссертации опубликовано 4 статьи в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ и Аттестационным Советом УрФУ и входящих в международные базы *Scopus* и *Web of Science* и 7 тезисах докладов на всероссийских и международных конференциях.

Полученные теоретические и научные результаты могут быть использованы в работе исследователей ведущих российских и международных университетов и институтов, по своему уровню

полученные результаты соответствуют лучшим передовым разработкам.

Диссертационная работа Елтышева Александра Константиновича «Дизайн, синтез, фотофизические свойства и перспективы применения конденсированных производных 2-арил-1,2,3-триазола» удовлетворяет всем требованиям, установленным п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ. Представляемая работа соответствует специальности 1.4.3. Органическая химия.

Автор диссертационного исследования «Дизайн, синтез, фотофизические свойства и перспективы применения конденсированных производных 2-арил-1,2,3-триазола», Елтышев Александр Константинович, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Официальный оппонент:

заведующий кафедрой органической химии Химического факультета МГУ

доктор химических наук, профессор

Ненайденко Валентин Георгиевич

Почтовый адрес: 119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 3

Наименование организации:

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Химический факультет

Телефон: +7-495-939-3571

Адрес электронной почты: nenajdenko@org.chem.msu.ru

15 марта 2022 г.



И.С.