

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Мукерджи Аниндиты

*«Трансформации моно- и дикарбонильных соединений в реакциях с C-, N-, O-нуклеофилами в условиях механоактивации и в ионных жидкостях»*, представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Диссертационная работа Мукерджи Аниндиты посвящена исследованию реакционной способности моно- и дикарбонильных соединений в реакциях с различными нуклеофилами в ионных жидкостях и/или в условиях механоактивации, и созданию на основании полученных данных оригинальных методов синтеза функционализированных гетероциклических соединений. Немаловажным является и тот факт, что автор уделяет особое внимание поиску среди синтезированных соединений объектов с фотофизическими свойствами, что является актуальным и прикладным дополнением к проделанной синтетической работе.

Диссертационная работа Мукерджи Аниндиты написана на английском языке в традиционном стиле, изложена на 129 страницах машинописного текста и состоит из оглавления, введения, обзора литературы, обсуждения результатов, экспериментальной части, выводов и списка литературы, включающего 146 ссылок.

Литературный обзор состоит из пяти частей и описывает последние достижения в исследовании реакционной способности моно- и дикарбонильных соединений в реакциях с серией нуклеофилов и разработке методов синтеза различных гетероциклических соединений. Литературный обзор дает исчерпывающее представление о достижениях в обсуждаемой области химии, в целом, написан достаточно хорошим языком.

Обсуждение полученных результатов включает пять разделов. Первый раздел посвящен синтезу замещенных кумаринов в результате взаимодействия 1,3-дикарбонильных соединений с фенолами, а также исследованию возможности дальнейшей функционализации. Автор проводит оптимизацию реакционных условий модельного взаимодействия резорцина и ацетоуксусного эфира с образованием 4-метилкумарина в условиях механоактивации, а затем

синтезирует серию замещенных кумаринов. Кроме того, проводит оптимизацию двух реакционных систем для модельного алкилирования 4-гидроксикумарина стиролом и реализует синтез широкого ряда 3-функционализированных 4-гидроксикумаринов, в том числе антикоагулянта фенпрокумона.

Во втором разделе автор подробно описывает синтез серии замещенных хиноксалинов взаимодействием 1,2-дикарбонильных соединений и фенилендиаминов. Автором осуществлена оптимизация реакционных условий модельного взаимодействия бензила и фенилендиамина с варьированием протонных ионных жидкостей. Затем с использованием найденных оптимальных условий автор осуществила синтез серии хиноксалинов в условиях механоактивации и функционализацию некоторых полученных продуктов.

В третьем разделе описан оригинальный подход к полизамещенным пирролам, основанный на мультикомпонентном взаимодействии фенилглиоксаля, анилинов, 3-незамещенных индолов и ацетилендикарбоксилата. Автор также проводит оптимизацию реакционных условий, а затем реализует синтез ряда замещенных пирролов.

В четвертом разделе описан трехкомпонентный синтез амидоалкилнафтолов взаимодействием замещенных бензальдегидов, 2-нафтола и ацетамида. Первоначально автор проводит оптимизацию реакционных условий за счет варьирования различных параметров реакции, а затем реализует синтез серии целевых продуктов. Кроме того, разрабатывает интересный подход к аминопропаноатам, основанный на взаимодействии аминов и метилакрилата, катализируемый экстрактом чая.

В пятом разделе описано исследование фотофизических и координационных свойств некоторых полученных соединений.

Экспериментальная часть диссертационной работы составляет 48 страниц текста и содержит основную информацию о синтезированных соединениях, а именно данные ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  спектроскопии и элементного анализа. Структура некоторых соединений однозначно доказана данными рентгеноструктурного анализа. Невозможно не отметить большой объем выполненной экспериментальной работы.

Материалы диссертации изложены в 6 статьях, опубликованных в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестаци-



онным советом УрФУ и входящих в издания, индексируемые в международных базах цитирования Scopus и WoS, в том числе одна статья в журнале первого квартиля *Advanced Synthesis & Catalysis*, а также в 4 тезисах докладов на конференциях различного уровня. Автореферат и научные публикации полно отражают содержание диссертации.

**Замечания и вопросы, которые возникли в результате знакомства с работой:**

**А.** В случае TsOH-катализируемого алкилирования 4-гидроксикумаринов стиrolами (например, таблица 6 и схема 2.3) автор использует мольное соотношение реагентов 1:1.5, тогда как для  $BF_3$ -катализируемой реакции (например, таблицы 7,8) мольное соотношение составляет 1:1. Чем обусловлены такие разные соотношения реагентов? Наблюдалось ли осмоление реакционной смеси в первом случае?

**Б.** При обсуждении оптимизации реакционных условий автор акцентирует внимание на частоте вращения барабанно-шаровой мельницы (500 об/мин), хотя другую частоту не тестирует и при обсуждении других процессов внимания на этом не акцентирует. Чем обусловлен выбор частоты вращения? Что будет если частота вращения мельницы будет меньше или больше?

**В.** В автореферате при обсуждении разделов 1 (стр. 6) и 3 (14) автор сначала приводит синтез рядов (Схема 1 и 10), а только затем результаты оптимизации химических реакции (Таблицы 1 и 4). На мой взгляд, логичнее было сначала привести результаты оптимизации и только затем приводить синтез рядов, используя найденные реакционные условия.

Следует отметить, что указанные замечания касаются только стиля изложения полученных результатов и абсолютно не снижают общего очень хорошего впечатления от данной квалификационной работы.

Диссертационная работа Мукерджи Аниндиты «*Трансформации моно- и дикарбонильных соединений в реакциях с C-, N-, O-нуклеофилами в условиях механоактивации и в ионных жидкостях*» представляет собой законченную научно-квалификационную работу. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных результатов диссертация «*Трансформации моно- и дикарбонильных соединений в реакциях с C-, N-, O-нуклеофилами в условиях механоактивации и в ионных жидкостях*», соответ-

ствуется всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, в том числе п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а также соответствует паспорту специальности 1.4.3. Органическая химия, а ее автор - Мукерджи Аниндита - заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия.

Я, Учускин Максим Григорьевич, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 1.4.06.09.

Официальный оппонент:

**Учускин Максим Григорьевич**

кандидат химических наук (специальность 1.4.3. Органическая химия), ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории органического синтеза Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

e-mail: [mu@psu.ru](mailto:mu@psu.ru); тел.: +7 (342) 239-63-15

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ФГАОУ ВО ПГНИУ)

614990 г. Пермь, ул. Букирева, 15; Тел.: +7 (342) 239-64-35; E-mail: [info@psu.ru](mailto:info@psu.ru); [www.psu.ru](http://www.psu.ru)

11.01.2024

Учускин Максим Григорьевич

Подпись Учускина М. Г. заверяю  
Ученый секретарь ФГАОУ ВО ПГНИУ

11.01.2024



Антропова Елена Петровна