

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ивановой Ольги Александровны на тему:  
«Донорно-акцепторные циклопропаны в синтезе карбо- и гетероциклических соединений»,

представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности  
1.4.3 Органическая химия.

Возрастающие запросы общества формируют фундаментальные тенденции развития органической химии в повышении хемо-, регио- и стереоселективности процессов, снижении затрат на производство соединений и нагрузки на окружающую среду. Исходные соединения для синтеза должны быть легкодоступными, нетоксичными, удобными в работе и за меньшее время и с меньшими усилиями вести к возможно большему структурному разнообразию продуктов. С этой точки зрения, донорно-акцепторные циклопропаны являются образцовыми, а по ряду признаков и идеальными синтонами, что вызывают постоянно растущий интерес химического сообщества. Легкое раскрытие поляризованной связи цикла делает их признанным источником 1,3-диполей в органическом синтезе. Вместе с тем полифункциональность донорно-акцепторных циклопропанов и вариабельность акцепторных заместителей и ароматических остатков в их составе открывает новые возможности их использования в синтезе в качестве трехатомной, а также двух- и четырехатомной компоненты в реакциях  $(n+m)$ -циклоприсоединения,  $(n+m)$ -аннелирования и нуклеофильного раскрытия цикла что и было впервые продемонстрировано в диссертационной работе О. А. Ивановой.

Обширный экспериментальный материал диссертационной работы, в соответствии с направлениями исследований, состоит из трех разделов. Первый из них посвящён изучению процессов циклоприсоединения в которых донорно-акцепторный циклопропан выступает в качестве трехатомной компоненты. Важным достижением здесь стала концептуально новая реакция  $(3+4)$ -циклоприсоединения с дифенилизобензофураном и антраценами, по сути являющаяся гомологичной версией реакции Дильса-Альдера, ведущей к семичленным циклам. Не имеет прецедентов и исследованное в работе взаимодействие двух разных трёхчленных циклов - донорно-акцепторных циклопропанов протекающее по схеме  $(3+3)$ -циклоприсоединения. Второе направление работ связано с изучением превращений собственно донорно-акцепторных циклопропанов в присутствии кислот Льюиса и Бренстеда. Диссертантом был выявлен целый спектр новых процессов изомеризации, перегруппировок и расширения цикла донорно-акцепторных циклопропанов, открывающих путь к синтезу стирилмалонатов и высокофункционализированных производных циклопентена. Введение *орто*-заместителя в арильный цикл донорно-акцепторных циклопропанов позволило реализовать реакции рециклизации циклопропанового фрагмента ведущие к дигидробензофуранам, дигидробензотиофенам, циклопропакумаринам, дигидронафталинам и другим соединениям. Введение амидной функции в молекулу ДАЦ направило процесс в сторону образования *гамма*-пирролидонов. Вместе с тем в случае третичных амидов, возможность циклизации по амидному азоту в которых блокирована, была реализована изящная реакция синтеза бенз[*b*]азепинов, являющаяся запрещённой по Болдуину *б-эндо-тет*-циклизацией. Важная часть работы была посвящена всестороннему изучению реакций димеризации донорно-акцепторных циклопропанов. Впечатляющее усложнение молекулярного скелета в рамках одной синтетической операции при димеризации циклопропанов создает новый инструмент для химиков-синтетиков в построении различных по числу атомов и по способам сочленения карбо- и гетероциклов, в том числе сложных поликонденсированных систем. При этом диссертантом были найдены условия для хемоселективного протекания нескольких типов димеризации одних и тех же субстратов. Отдельный интерес представляют реакции природоподобных димеризаций индолилзамещённых циклопропанов ведущие к производным индоло[3,2-*b*]карбазола, индолилзамещённым 1,2,3,4-тетрагидрокарбазолам, пенталено[1,6*a-b*]индолам, циклопента(*b*)индолам, 1,3-бис(индолил)циклопентанам. И, наконец, третье направление

данной диссертационной работы связано с использованием реакций раскрытия циклопропанов азотсодержащими нуклеофилами в синтезе разнообразных ациклических и гетероциклических соединений, обладающих либо задокументированными типами биологической активности или являющихся структурными аналогами лекарственных средств или биоактивных соединений.

Важно отметить, что практическая ценность разработанных диссертантом методов была проиллюстрирована синтезом противозепилептического препарата - вигабатрина, пирроло[2,1-а]изохинолиновых алкалоидов, известных широким спектром проявляемых биоактивных свойств, колхициноидов, бис-индольных алкалоидов. Комплексный характер исследований проявляется в том, что для некоторых синтезированных соединений были проведены исследования физиологической активности, подтвердившие перспективность их дальнейшего изучения.

В целом работа Ивановой Ольги Александровны выполнена на высокопрофессиональном методическом уровне, свидетельством чему могут служить публикации высокого уровня. Так из 34 статей с изложением результатов диссертационных исследований, большая половина (18 статей) опубликована в журналах первого квартиля, включая ведущие мировые журналы по органической химии: «*Journal of American Chemical Society*», «*Angewandte Chemie-International Edition*», «*Chemical Communication*», «*Organic Letters*» и т.д. Диссертантом в соавторстве написана глава в монографии, посвященной химии этих популярных малых циклов. Материалы работы были широко представлены научной общественности на международных и российских конференциях. Автореферат и опубликованные статьи дают полное представление о проделанной работе и не вызывают никаких вопросов. Сама диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.3. – «Органическая химия» (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», утвержденном приказом ректора от 19.01.2023 с изменениями, внесенными приказом от 20.12.2023.

Таким образом, соискатель Иванова Ольга Александровна безусловно заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.3. – «Органическая химия».

Абаев Владимир Таймуразович

доктор химических наук по специальности 1.4.3. (02.00.03) Органическая химия, доцент, заведующий кафедрой органической химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»,

Адрес: 362025, Северо-Кавказский федеральный округ, республика Северная Осетия-Алания, г. Владикавказ, ул. Ватутина 44-46.

Тел. +7 (800) 222-2222

e-mail: hampazero@mail.ru

Подпись В.Т. Абаева заверяю

Проректор по учебной работе ФГ  
университет имени Коста Леван

Загалова Залина Ахсарбковна

инский государственный  
ат эконом. наук, доцент

« 2 »\_декабря\_ 2024 г.