

## ОТЗЫВ

официального оппонента заведующего кафедрой общей, аналитической и прикладной химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», профессора, доктора химических наук Злотского Семёна Соломоновича на диссертационную работу Залте Раджеша Рохидаса «Domino-reactions of *N*-(propargyl)indole-2-carbonitriles with *O*-, *C*- and *N*-nucleophiles (Домино-реакции *N*-(пропаргил)индол-2-карбонитрилов с *O*-, *C*- и *N*-нуклеофилами)», представленную на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия (химические науки).

### Актуальность темы

Домино-реакции в органическом синтезе имеют большое значение и представляют значительный интерес, поскольку позволяют сократить число стадий, снизить образование побочных продуктов и получить целевые вещества необходимого пространственного строения.

Рецензируемая работа включает детальное, комплексное изучение домино-реакций бифункциональных *N*-пропаргилиндолов, которые приводят к важным в практическом отношении, индольным системам. Отсюда очевидна актуальность и важность проведенного исследования.

Диссертация Залте Раджеша Рохидаса состоит из введения, литературного обзора, обсуждения экспериментальных методов и полученных результатов, выводов и списка литературы. Объем диссертации составляет 117 страниц, которые содержат 76 схем, 10 таблиц и 15 рисунков.

### Достоверность и новизна результатов диссертации

В работе использованы современные методы физико-химических исследований, в том числе: рентгеноструктурный анализ, ЯМР- и ИК-спектроскопия, хромато-масс-спектрометрия и др.

Надежные и достоверные экспериментальные данные квалифицированно и подробно обсуждены. Выводы и заключения о строении продуктов и схемах их образования не вызывают сомнений. Особое значение имеет определение оптических свойств ряда полученных соединений, которое указывает на перспективность их использования в качестве флуоресцентных препаратов. Сделанные выводы и заключения

отличает новизна, они углубляют и расширяют известные представления о химии домино-реакций и методах синтеза аннелированных индолов.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Доказано, что микроволновое излучение позволяет повысить выход замещенных индольных продуктов взаимодействием *N*-пропаргилиндол-2-карбонитрила со спиртами в присутствии каталитических количеств диазабициклоундецена. В результате изучения процесса установлено, что лучшим растворителем является диметилсульфоксид (ДМСО), а так же требуется избыток спиртов (150 °С, 0.5 ч.). Итогом этой работы является новая эффективная домино-реакция *N*-пропаргилиндол-2-карбонитрила с *O*-нуклеофилами.

Экспериментально обоснованно предположение о том, что промежуточным продуктом выступает соответствующий имидат, быстрая циклизация которого приводит к целевым продуктам.

В диссертации впервые показано, что кипячение *N*-пропаргилиндол-2-карбонитрила в нитрометане в присутствии каталитических количеств диазабициклоундецена приводит к соответствующим индолам с выходом более 90%. При замене нитрометана на эфиры малоновой кислоты в диметилформамиде (растворитель) продуктами конденсации являются различные индолкарбоксилаты. Полученные аминокпиридо[1,2-*a*]индол-8-карбоксилаты оказались эффективными флуорофорами, имеющими квантовые выходы флуоресценции до 63%.

В работе впервые установлено, что *N*-пропаргилиндол-2-карбонитрил реагирует с *N*-нуклеофилами (анилин и др.) в присутствии гексаметилдисилазида лития с образованием, главным образом, енаминов с выходом до 77 %. Кроме анилина в реакции использовались и другие *N*-гетероциклы. Строение полученных енаминов доказано данными рентгеноструктурного анализа. Реакция была модифицирована для индола, пиррола и пиразола, что позволило синтезировать *N*-содержащие полициклические соединения с высокой потенциальной биологической активностью.

Соискатель осуществил циклизацию полученных енаминов под действием сильных оснований, что позволило впервые осуществить синтез соответствующих полициклических структур с двойной связью C=N.

Обоснован стадийный механизм взаимодействия *N*-пропаргилиндол-2-карбонитрила с *N*-нуклеофилами. Данная схема позволяет получить продукты разного строения за счет использования различного мольного соотношения реагентов и последовательности внесения их в зону реакции.

### Ценность для науки и практики результатов работы

Существенное научное значение имеют результаты работы раскрывающие механизм домино-реакций *N*-пропаргилиндол-2-карбонитрила *O*-, *N*- и *C*-нуклеофилами. На этой основе получены с высокими выходами новые полифункциональные гетероароматические соединения.

Практическая значимость работы определяется доказанной перспективностью использования синтезированных соединений в качестве флуоресцентных препаратов. С большой вероятностью, среди полученных соединений, могут присутствовать вещества с высокой биологической активностью.

### Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати

По результатам диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, проиндексированных в базах данных Scopus и WebofScience, 5 публикаций в сборниках материалов и тезисов докладов на международных и российских конференциях.

### Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Автореферат содержит основные положения, выводы и рекомендации диссертации. Текст автореферата позволяет сделать заключение об основных результатах, научной новизне и практической значимости проведенного исследования.

### Замечания по работе

Отсутствуют принципиальные замечания снижающее высокую оценку работы.

В тоже время отметим, что не приводится количественная или полуколичественная оценка активности *O*-, *N*- и *C*-нуклеофилов различного строения. Нет детальной информации о мощности микроволнового воздействия и не сопоставлены результаты экспериментов в условиях термического нагрева и микроволнового излучения.

Достоверность и значимость выполненного исследования эти замечания не затрагивают.

Рецензируемая диссертация Залте Раджеша Рохидаса является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи по разработке домино-методов синтеза органических соединений, имеющей важное значение для синтетической органической химии. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук,

согласно п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного Ученым советом РУДН протокол № 12 от 03.07.2023г., а её автор, Залте Раджеш Рохидас, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия (химические науки).

Официальный оппонент:

доктор химических наук, профессор,  
заведующий кафедрой общей, аналитической и прикладной химии,  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной  
технический университет» (УГНТУ)

/Злотский Семен Соломонович

27.11.2023

Контактные данные:

тел.: 8 (347)242-08-54, e-mail: oax-ugntu@mail.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация: 02.00.03- органическая химия

Адрес места работы:

450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной

технический университет» (УГНТУ)

Тел.: +7 (347) 242-03-70; e-mail: info@rusoil.net

Подпись Злотского С.С. удостоверяю

Проректор по НИР УГНТУ, проф.



/ Ибрагимов И.Г.