

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Трушкова Игоря Викторовича  
«Фураны в синтезе азаетероциклов», представленной на соискание учёной степени доктора  
химических наук по специальности 02.00.03 – Органическая химия

Химия гетероциклических соединений – один из наиболее динамично развивающихся разделов органической химии, что обусловлено применением гетероциклических соединений в разнообразных областях человеческой деятельности. Представленная работа посвящена разработке методов получения различных гетероциклов с использованием таких производных фурана, как фурфурол, 5- (гидроксиметил)фурфурол и фуран-2,5-дикарбоновая кислота в синтезе. Высокая реакционная способность производных фурана обуславливает возможность их вовлечения в различные последовательные превращения (так называемые домино-реакции), что, в свою очередь, позволяет значительно расширить области применения этих соединений. Поиск новых предшественников и разработка на их основе эффективных методов синтеза гетероциклических соединений, безусловно, представляется актуальной задачей.

В рамках обозначенной выше проблемы цель работы Трушкова И.В. состояла в разработке и совершенствовании методов синтеза азотсодержащих гетероциклических соединений с известной или предполагаемой физиологической активностью, включая алкалоиды и их синтетические производные, на основе кислотно-катализируемых реакций рециклизации фуранов (домино-реакций, включающих раскрытие фуранового цикла и образование азаетероцикла). Для достижения поставленной автором цели решались следующие задачи: осуществлялись поиск и разработка новых реакций рециклизации фуранов с использованием способности фуранового цикла реагировать в условиях кислотного катализа как с электрофилами, так и с нуклеофилами; изучалось влияние структуры исходных соединений и условий проведения реакции на направление и эффективность реакций рециклизации фуранов; разрабатывались новые подходы к синтезу природных физиологически активных соединений, их синтетическим производным и аналогам.

В ходе исследования автором был получен целый ряд новых результатов: разработан новый метод синтеза производных индола в результате взаимодействия 2-(2-аминофенил)фуранов с ароматическими альдегидами; найдена необычная реакция де(ацилалкенилирования) при взаимодействии 2-арил-3-(2-ацилвинил)индолов с гидрохлоридом фенилгидразина; разработан новый метод синтеза полизамещенных хинолинов на основе превращения 2-(2-аминобензил)фуранов в соответствующие амиды и их рециклизации в условиях реакции Бишлера-Напиральского; показано, что

восстановительная рециклизация (2-нитрофенил)дифурилметанов в 2-(2-ацилвинил)-3-фурилиндолы протекает через образование нитрозопроизводного и катализируемую кислотой электрофильную атаку нитрозогруппы на  $\alpha$ -атом фуранового цикла; разработан метод синтеза 3,4-дигидро-10*H*-пиридазино[1,6-*b*]изохинолин-10-онов на основе рециклизации производных 2-(дифурилметил)бензойных кислот: предложены простые методы превращения 5-алкилфурфуриламинов в 5-алкил-2-(аминометил)пирролы и пирроло[1,2-*a*][1,4]дiazенины; разработан метод синтеза пирроло[1,2-*a*][1,4]бензодиазепинов и гетарен-аннелированных аналогов на основе реакций рециклизации *N*-фурфурилантраниламидов и *N*-фурфурил-2-нитробензамидов; разработан метод синтеза тетрагидропирроло[1,2-*a*]пиазинов взаимодействием фурфуриламинов с *N*-защищёнными производными  $\alpha$ -аминокислот и последующей кислотно-катализируемой рециклизацией полученных амидов; разработан метод превращения 2-(2-аминофенил)фуранов в 2-(2-оксоалкил)индолы.

Практическая значимость представленной работы состоит в том, что большинство синтезированных в ходе работы соединений представляют значительный интерес с точки зрения их биологической активности.

В ходе работы Трушковым И.В. активно использовался комплекс физико-химических методов, обеспечивающий достоверность и воспроизводимость полученных результатов. Результаты работы достаточно полно отражены в виде публикаций в рецензируемых журналах и докладах на научных конференциях различного уровня.

При ознакомлении с авторефератом возникло несколько замечаний и вопросов:

1. Прежде всего, следует отметить небрежность оформления автореферата (неодинаковый отступ красной строки, неодинаковое оформление таблиц, встречаются абзацы разной ширины (стр. 42, абзац 2) и т.п.).

2. В автореферате приведены структуры синтезированных автором соединений, но отсутствует минимальная структурная информация: длины некоторых связей, отдельные углы. Эта информация была бы полезна для понимания некоторых свойств указанных соединений.

3. В автореферате часть схем не сопровождается табличными данными, а часть схем является составной частью таблиц. На этом фоне выглядит нелогичным разделение схемы 11 и таблицы 10.

4. В таблице 7 представлены результаты экспериментов по получению (2-нитрофенил)дифурилметанов 23 с последующей их трансформацией в (2-аминофенил)дифурилметаны 24, однако не все соединения 23 были восстановлены до


соединений 24. Чем это обусловлено? Также вызывает сомнение возможность получения соединения 24j представленным в таблице 7 способом.

5. Аналогичные замечания и вопросы возникли и в случае таблиц 8 и 19.

Представленные выше замечания носят непринципиальный характер и не снижают ценности работы и общего благоприятного впечатления от нее. Диссертационная работа Трушкова И.В. является цельным и логичным исследованием, представляющим большой научный интерес. В целом диссертационная работа Трушкова И.В. может квалифицироваться как крупное научное достижение в области химии гетероциклических соединений.

Работа полностью удовлетворяет требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Трушков Игорь Викторович, достоин присуждения искомой ученой степени доктор химических наук по специальности 02.00.03 – Органическая химия.

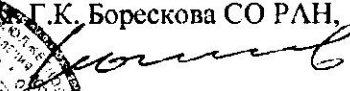
Заведующий лабораторией каталитических процессов синтеза элементоорганических соединений Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,  
д.х.н.



Адонин Н.Ю.

Подпись Н.Ю. Адонина удостоверяю:

Ученый секретарь Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН,  
д.х.н.



Козлов Д.В.

ФГБУН Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук (Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, ИК СО РАН), пр. академика Лаврентьева 5, Новосибирск, Россия, 630090, тел.: +7(383)330-82-69, факс: +7(383)330-80-56, эл. почта: adonin@catalysis.ru

28.09.2015