

методы, к одним из таких методов на основании исследований можно отнести метод диафрагменного электрического разряда (ДЭР).

Метод очистки сточных вод с помощью ДЭР, прежде всего разрабатывался как метод обеззараживания воды. Процесс обеззараживания в данном метода основан на окислительных способностях образующейся при работе установке перекиси водорода, так же на антисептических действиях ионов меди и серебра. Были проведены эксперименты по исследованию влияния ДЭР на понижение концентрации фенола. Метод базируется на окислении фенола перекисью водорода. Окисление фенола может проходить в несколько стадий. На первой стадии образуется бесцветные пирокатехин и гидрохинон, образования того или иного вещества зависит от условий проведения процесса. При дальнейшем окислении образуется или желтый пара-хинон, или красный орто-хинон, что зависит от первой стадии окисления. Последующее окисление ведет к образованию углерода, оксидов углерода и воды, это возможно при достаточном количестве перекиси водорода. Данный метод может быть использован для снижения концентрации фенола, для подготовки воды к глубокой очистки до значений ПДК.

В настоящее время были проведены исследования влияния ДЭР на снижения концентрации фенола в воде. Полученные результаты выявили что, при проводимости 0,30 ms, с начальной концентрации фенола в пределах 65 – 0,6 мг/л, степень очистки составляла не менее 30 %. Были получены результаты с очисткой более 50 %.

## **ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ ЭФИРА ФУМАРОВОЙ КИСЛОТЫ К ЗАМЕЩЁННЫМ ФУРФУРИЛАМИНАМ**

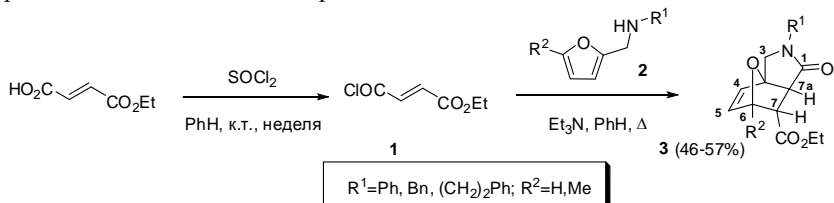
*Мерцалов Д.Ф., Лузикова Е.С., Горбачева М.Г., Зайцев В.П.*

Российский университет дружбы народов  
117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

7-Оксабицикло[2.2.1]гептены, сочленённые с пирролидоновым кольцом – продукты тандемного ацилирования/внутримолекулярного циклоприсоединения остатка непредельной кислоты к фурфуриламиному фрагменту – являются удобными синтонами для органического синтеза. Ранее нами был подробно описан метод синтеза оксоэпоксиизоиндолон-7 на основе фурфуриламинов типа **2** и производных малеинового ангидрида. На основе полученных (3aSR,6RS,7SR,7aRS)-1,2,3,6,7,7a-гексагидро-3a,6-эпоксиизоиндолон-7-карбоновых кислот и их производных были изучены: ароматизация в кислой и щелочной средах, окисление до диолов и диэпоксидов, электрофильное раскрытие

кислородного мостика. В настоящей работе предлагается метод синтеза оксоэпоксизоиндолонов **3** с *эндо*-расположением сложноэфирной группы в положении 7.

Так, при взаимодействии *N*-алкил(арил)фурфуриламинов **2** с хлорангидридом моноэтилового эфира фумаровой кислоты **1** со средними выходами образуются эфиры (3*aSR*,6*RS*,7*RS*,7*aRS*)-1,2,3,6,7,7*a*-гексагидро-3*a*,6-эпоксизоиндолон-7-карбоновых кислот **3**. Хлорангидрид получен перемешиванием в течение недели этилового эфира фумаровой кислоты с тионилхлоридом.



Как и ожидалось, взаимодействие полученного хлорангидрида **1** с фурфуриламинами **2**, протекающее в кипящем бензоле в присутствии избытка триэтиламина, идет через первоначальное ацилирование атома азота с образованием промежуточных амидов (присутствие *N*-фумароиламидов в реакционных смесях было зафиксировано хроматографически и методом хромато-масс-спектрометрии) с последующим спонтанным *экзо*-циклоприсоединением по фурановому фрагменту. Заместитель  $\text{CO}_2\text{Et}$  в соединениях **3** имеет *эндо*-ориентацию, что подтверждается значениями КССВ протонов Н-6, Н-7 и Н-7*a* ( $J_{7,7a}=3.4$ ,  $J_{6,7}=4.8$ ) в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$ .

1. Zubkov F. I., Zaytsev V. P., Nikitina E. V., Khrustalev V. N., Gozun S. V., Boltukhina E. V., Varlamov A. V. Skeletal Wagnere-Meerwein rearrangement of perhydro-3*a*,6;4,5-diepoxyisoindoles //Tetrahedron. 2011. №67. p. 9148.

2. Зубков Ф. И., Зайцев В. П., Пузикова Е. С., Никитина Е. В., Хрусталёв В. Н., Новиков Р. А., Варламов А. В. Раскрытие эпоксидного мостика 3*a*,6-эпоксизоиндол-1-онов в системе  $\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}-\text{Ac}_2\text{O}$  // Химия гетероциклических соединений. 2012. №3. с. 549.

3. Zubkov F. I., Airiyan I. K., Ershova J. D., Galeev T. R., Zaytsev V. P., Nikitina E. V., Varlamov A. V. Aromatization of IMDAF adducts in aqueous alkaline media // RSC Advances. 2012. №2. p. 4103.

4. Зубков Ф. И., Зайцев В. П., Айриян И. К., Голубев В. Д., Пузикова Е. С., Сорокина Е. А., Никитина Е. В., Варламов А. В. Синтез оксираноэпокси- и дигидроксиэпоксизоиндолонов // Известия академии наук. Серия химическая. 2012. №3. с. 598.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-03-31088 мол\_а.*

## **СИНТЕЗ 5-ФТОРМЕТИЛФУРФУРОЛА НУКЛЕОФИЛЬНЫМ ЗАМЕЩЕНИЕМ ГАЛОГЕНА В ПРИСУТСТВИИ КРАУН-ЭФИРОВ**

*Морозов А.А., Черняк М.Ю., Тарабанько В.Е., Смирнова М.А.*

Институт химии и химической технологии СО РАН  
660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 24

Высокорекреационные фурановые соединения являются ценными полупродуктами, которые применяются во всех областях химической промышленности. Так, соединения содержащие фторметильную группу, связанную с ароматическими системами, могут служить в качестве полупродуктов для синтеза биологически активных веществ. В качестве такого соединения может выступать 5-фторметилфурфуrol (5-ФМФ), который может быть синтезирован из 5-хлорметилфурфуrolа (5-ХМФ) и 5-бромметилфурфуrolа (5-БМФ) реакциями нуклеофильного замещения. Ранее нами было изучено взаимодействие 5-бромметилфурфуrolа и фторида серебра в толуоле и метаноле, но выходы 5-ФМФ в данных системах не превышали 10 мол. %. Других сведений о синтезе 5-фторметилфурфуrolа найдено не было.

Целью данной работы является синтез 5-фторметилфурфуrolа в присутствии краун-эфиров.

Изучено взаимодействие 5-бром- и 5-хлорметилфурфуrolа с гидрофторидом калия в присутствии 24-краун-8 и 18-краун-6 в среде ацетонитрила. Краун-эфиры являются веществами, осуществляющими перенос нерастворимых в органической среде ионных соединений в органическую фазу, и широко используются для увеличения активности окислительных и галогенирующих агентов.