

полосы поглощения: 1 697–1 974 см⁻¹ (валентные колебания карбонильной группы), 1 543 и 1 506–1 497 см⁻¹ (валентные колебания пиразольного кольца), 757–745 см⁻¹ (деформационные колебания пиразольного кольца)

Для самих карбоновых кислот невозможно получить спектр методом газовой хроматографии и масс-спектрологии, однако можно под-

вергнуть анализу предшествующие им эфиры. Для диметилвых эфиров вышеуказанных кислот: -бутан-: 362 (молекулярный ион – м.и.), 167 (преобладающий ион – п.и.); -пентан-: 376 (м.и.), 167 (п.и.); -гексан-: 390 (м.и.), 167 (п.и.). Для диэтиловых эфиров: -бутан-: 390 (м.и.), 207 (п.и.); -пентан-: 404 (м.и.), 181 (п.и.); -гексан-: 418 (м.и.), 207 (п.и.).

Список литературы

1. Potapov A.S., Domina G.A., Khlebnikov A.I., Ogorodnikov V.D. // *European Journal of Organic Chemistry*, 2007.– V.30.– P.5112–5116.
2. Потапов А.С., Домина Г.А., Хлебников А.И., Огородников В.Д., Петренко Т.В. // *Известия Томского политехнического университета*, 2011.– Т.318.– №3.– С.126–130.

ФОТО-ИНИЦИИРУЕМАЯ РЕАКЦИЯ МИНИШИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОКАТАЛИЗАТОРОВ

Ю.А. Власенко

Научный руководитель – к.х.н., доцент П.С. Постников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, vva_16@mail.ru

Реакции, которые включают присоединение углерод-центрированных радикалов к гетероаренам с последующей формальной потерей атома водорода, стали широко известны как реакции Миниши. Впервые разработанный протокол для генерации радикалов был опубликован в 1960х годах [1], но его продолжают активно использовать и сегодня, к ним в последние годы присоединился новый набор стратегий генерации радикалов, которые позволяют использовать более широкий спектр прекурсоров для проведения реакций в мягких условиях. На сегодняшний день, известны методы, основанные на фоторедокс-катализе и электрохимии, а также термическое расщепление или образование прекурсоров радикалов *in situ* [2].

Одними из известных прекурсоров ароматических и алифатических радикалов являются борные производные (бороновые кислоты и трифторбораты). На сегодняшний день бороновые кислоты используются в каталитических реакциях (например, на серебряном катализаторе [3]), либо фотокаталитических, с использованием соединений рутения [4]. Трифторбораты нашли более широкое применение в каталитических процессах (катализ на солях марганца или серебра) [5–6], фото-каталитических [7], и даже при использовании комбинированных фото- и электрохимических методов активации [8].

Нами показана возможность генерации радикалов из алифатических трифторборатов под действием видимого света, и разработан протокол функционализации азот-содержащих гетероциклов без использования окислителей или металлических катализаторов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Проект №19-43-703004.

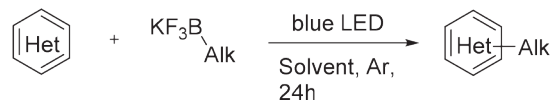


Схема 1.

Список литературы

1. Minisci F., Galli R., Cecere M., Malatesta V., Caronna T. *Tetrahedron Lett*, 1968.– 9.– 5609–5612.
2. Proctor R.S.J., Phipps R.J. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2019.– 58.– 13666–13699.

3. Seiple I.B., Su S., Rodriguez R.A., Gianatassio R., Fujiwara Y., Sobel A.L., Baran P.S.J. *Am. Chem. Soc.*, 2010.– 132.– 13194–13196.
4. Li G.-X., Morales-Rivera C.A., Wang Y., Gao F., He G., Liu P., Chen G. *Chem. Sci.*, 2016.– 7.– 6407–6412.
5. Molander G.A., Colombel V., Braz V.A. *Org. Lett.*, 2011.– 13.– 1852–1855.
6. Passet M., Fleury-Bregeot N., Oehlich D., Rombouts F., Molander G.A.J. *Org. Chem.*, 2013.– 78.– 4615–4619.
7. Matsui J.K., Primera D.N., Molander G.A. *Chem. Sci.*, 2017.– 8.– 3512–3522.
8. Yan H., Hou Z.-W., Xu H.-C. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2019.– 58.– 4592–4595; *Angew. Chem.*, 2019.– 131.– 4640–4643.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПРОИЗВОДНЫХ ИМИДОВЫХ КИСЛОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРИХЛОРИДА ФОСФОРА

Т.Л.К. Во, Н.К. Соколов

Научный руководитель – д.х.н., профессор Е.В. Шишкин

Волгоградский государственный технический университет
400005, Россия, в. Волгоград, пр. им. Ленина 28, voquyen249@gmail.com

Хлорангидриды имидовых кислот – универсальные синтоны для широкого ряда различных классов азотсодержащих органических соединений. Традиционным способом синтеза является нагревание вторичного амида с хлорирующим агентом. В качестве хлорирующего агента обычно используют пентахлорид фосфора, фосген и тионилхлорид [1, 2].

Нами проведены исследования в области синтеза хлорангидридов имидовых кислот из вторичных амидов карбоновых кислот с использованием в качестве хлорирующего агента трихлорида фосфора, так как при его применении хлор расходуется только на образование целевого продукта.

Наиболее эффективные условия для синтеза хлорангидридов имидовых кислот состоят в проведении реакции в среде трихлорида фосфо-

ра при температуре 70–80 °С с использованием катализатора 4-(N,N-диметиламино)пиридина (DMAP) при мольном соотношении амид: DMAP = 1 : 1 в течение 1 ч.

В результате проведенных исследований было установлено, что в присутствии катализатора DMAP амиды карбоновых кислот могут превращаться в хлорангидриды имидовых кислот с использованием трихлорида фосфора с выходом до 99%.

Наиболее ценными производными имидовых кислот являются амидины, которые представляют практический интерес как биологически активные вещества и широко применяют в области органической, фармацевтической химии и химии материалов [3]. Полученные результаты позволили предложить новый способ получения амидинов из карбоновых кислот и

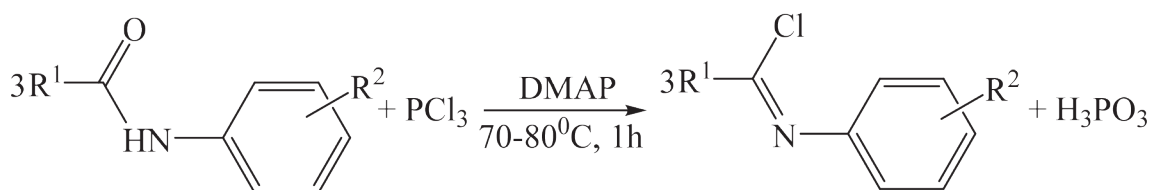


Схема 1.

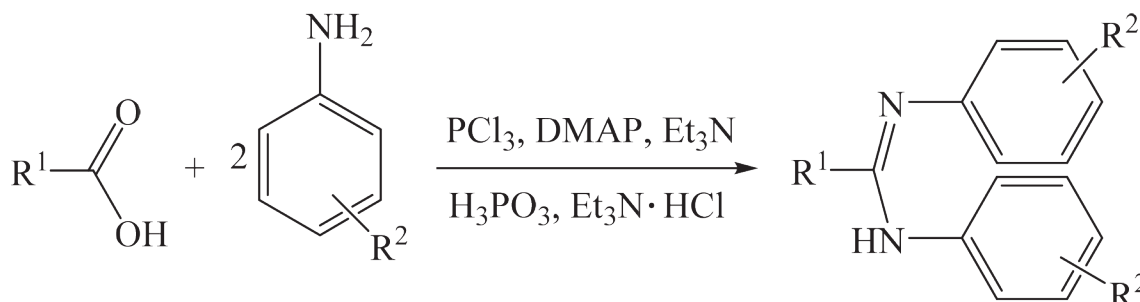


Схема 2.