

(II) 7,61 г (58 %), т. пл. 189–193 °С. ИК спектр,  $\nu$ ,  $\text{см}^{-1}$ : 1442, 1560 (C=C), 1680 (C=N), 3375 (N–H), 2622 (P–NH), 1225 (P–N). Спектр ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $\delta$ , м.д. (DMSO- $d_6$ ): м 7,29–7,32, м 7,52–7,50, д 7,82

(24H,  $\text{C}_6\text{H}_5$ ), с 7,41 (3H, NH), с 7,31 (6H, CH). Спектр ЯМР  $^{31}\text{P}$   $\delta$ , м.д. (DMSO- $d_6$ ): с 4,46, 2,80, 1,27 (3P, P–N).

### Список литературы

1. Alaghaz, Abdel-Nasser M.A. New tetrachloro-cyclodiphosph (V) azane complexes of Co(II), Ni(II), and Cu(II): preparation, characterization, solid state electrical conductivity, and biological activity studies / Abdel-Nasser M.A. Alaghaz, Salwa A.H. Elbohy // *Phosphorus, sulfur, and silicon and the related elements*, 2008.– Vol.183.– №8.– P.2000–2019.
2. Suzuki-Miyaura cross-coupling reactions in water using in situ generated palladium (II) phosphazane complexes / M. Amini, A Tarassoli, S. Yousefi et.al. // *Chinese chemical letters*, 2014.– Vol.45.– №28.– P.166–168.
3. Synthesis and structural study of 2,4-disubstituted 1,3-diaryl-1,3,2,4-diazadiphosphetidines / H-J. Chen, R.C. Haultiwanger, T.G. Hill et.al. // *Inorganic chemistry*, 1985.– Vol.24.– №26.– P.4725–4730.
4. Synthesis of two new 1,3,2,4-diazadiphosphetidine-based phosphazane oligomers:  $[(\text{PhNH})\text{P}_2(\text{NPh})_2]_2\text{NPh}$  and  $[(\text{PhNH})\text{PNPhI}_3]$  / M.L. Thompson, A. Tarassoli, R.C. Haultiwanger et.al. // *Inorganic Chemistry*, 1987.– Vol.26.– №5.– P.684–689.

## СИНТЕЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ЛИГАНДОВ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРОВ

В.В. Подрезов, Е.В. Подрезова

Научный руководитель – к.х.н., доцент О.С. Кукурина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, mashinistopz@gmail.com

Анализ тенденций развития фундаментальных работ и технологий получения новых полимерных и композиционных материалов показывает, что традиционные методы синтеза полимеров – полимеризация и поликонденсация – во многом исчерпали себя и вероятность появления полимеров с характеристиками, существенно превосходящими достигнутый известный уровень, значительно уменьшилась. Третье общее направление получения полимеров – их модификация – ускоренно развивается в последние годы. Среди разнообразных способов модификации полимеров особенно перспективной в практическом и интересной в фундаментальных аспектах является ковалентная иммобилизация. Ковалентная иммобилизация биологически активных соединений на функционализированной поверхности биополимеров приобрела быстрый рост в последнее десятилетие в таких областях как биомедицина, текстиль, микроэлектроника, биопереработка и упаковка пищевых продуктов.

Первый шаг – это моделирование или выбор полимера с тем объемом свойств, которые необходимы для конечного использования. Матери-

альные свойства могут включать эластичность, происхождение (натуральное или синтетическое), проводимость, прочность, оптическая плотность и разлагаемость [1].

Из-за инертности большинства полимеров, они должны пройти предварительную функционализацию перед соединением с биологически активным соединением. Второй шаг необходим для оптимизации методов функционализации, для того чтобы ввести активные функциональные группы желаемого типа и в определенном количестве. Финальный этап заключается в ковалентном присоединении биологически активного соединения к функционализированной полимерной поверхности, через посредника как это необходимо. Биологически активные соединения могут быть как натуральными, так и синтетическими, и выступать в качестве соединений, которые будут катализировать, или вызывать определенный ответ в биологической системе.

В качестве биополимера в данном исследовании был выбран хитозан. Хитозан является мощным сорбентом природного происхожде-

ния, сорбирующая основа которого - хитин ракообразных.

Хитозан – аминсахар, производное линейного полисахарида, макромолекулы состоят из случайно связанных  $\beta$ -(1-4) D-глюкозаминовых звеньев и N-ацетил-D-глюкозамин.

Предполагается, что, модифицируя хитозан различными лигандами, можно получить новый лекарственный препарат, который будет являться одновременно и терапевтическим агентом, и средством ранней диагностики заболевания. Такой подход называется тераностика и используется в мире в настоящее время [2].

Для функционализации поверхности хитозана был выбран известный хелатирующий агент – иминодиуксусная кислота, которая образует прочные, стабильные и устойчивые комплексы с металлами Cu, Mn, Fe, Ni, Co [3, 4].

На первом этапе перед стояла задача получения метил 6-иодгексаноата. Для этого нами был изучен метод окислительного расще-

пления алифатических циклических кетонов. Полученный эфир применяли для получения диэтил-2,2,-(6-метокси-6-охогексиланэдил)диацетат. Экспериментальным путем было выяснено, что для повышения выхода целевого продукта синтез необходимо проводить при нагревании до 85 °С в течение 72 часов в ацетонитриле. Ввиду того, что эфир получали с примесями исходных субстратов, необходимо было проводить дополнительную очистку. Для этой цели мы выбрали колоночную хроматографию на силикагеле. В качестве элюирующей системы была выбрана смесь гексан – этилацетат, постепенно повышая градиент последнего. Выход продукта составил 79 %.

Таким образом, была разработана простая методика получения диэтил-2,2,-(6-метокси-6-охогексиланэдил)диацетата, который в дальнейшем будет использован как функционализирующий агент для модификации хитозана.

### Список литературы

1. Назаров В.Г. Поверхностная модификация полимеров: монография. – М.: Московский государственный университет печати, 2008. – 474с.
2. Ceulemans M., Vander Elst L. // *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2015. – 36. – 4207–4216.
3. García-Raso Á., Cabot C., Matilla-Hernández A. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 2013. – 127. – 141–149.
4. Raymond C.R., Liu Z. // *Dalton Trans.*, 2014. – 43. – 1821–1828.

## СИНТЕЗ НОВЫХ $\omega$ -ЗАМЕЩЕННЫХ АЛИФАТИЧЕСКИХ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ НА ОСНОВЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КЕТОНОВ

Е.В. Подрезова, В.В. Подрезов

Научный руководитель – д.х.н., профессор М.С. Юсубов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, katerina.podrezova06@mail.ru

В последнее время значительное развитие получила клиническая диагностика заболеваний человека с помощью введения в его организм радиоизотопов в индикаторных количествах. Эта область медицины называется ядерной медициной. Визуализация с помощью радиоизотопов включает в себя ряд методов получения изображения, отражающих распределение в организме меченных радионуклидами веществ. Эти вещества называются радиофармпрепаратами (РФП) и предназначены для наблюдения и оценки физиологических функций отдельных внутренних органов.

В настоящее время ведутся интенсивные исследования по созданию новых РФП на основе комплексов  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{188}\text{Re}$  с различными лигандами. Применение технеция обусловлено его

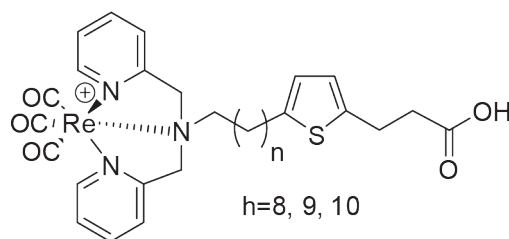


Рис. 1. РФП для визуализации миокарда