

## Список литературы

1. Pringle J.M. et al. // *J. Mater. Chem.*, 2010.– P.2056–2062.
2. Wang Q. et al. // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1995.– Vol.264.– P.115–129.
3. Uvarov N.F. et al. // *Russ. J. Electrochem.*, 2015.– Vol.51.– №5.– P.491–494.

## ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ СОКАТАЛИЗАТОРА НА КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ Au/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> В РЕАКЦИИ ЖИДКОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ БЕТУЛИНА

А.Р. Буачидзе, Е.Г. Пакриева, Е.Н. Колобова  
Научный руководитель – д.х.н., профессор А.Н. Пестряков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, bar0710@mail.ru*

Бетулин, а в особенности его оксопроизводные (бетулон, бетулиновый и бетулоновый альдегиды, бетулиновая и бетулоновая кислоты) обладают ценными биологически активными свойствами (противовоспалительная, противопаразитарная, анти-ВИЧ-активностями) и представляют особенный интерес для фармацевтической, косметической и пищевой промышленности [1]. В настоящее время основным методом получения оксопроизводных бетулина является его окисление с использованием соединений Cr(VI) в сильнокислой среде (реактивом Джонса) [2]. Однако получение оксопроизводных таким способом является достаточно сложным и малорентабельным процессом, характеризующимся низким выходом целевых продуктов, длительностью синтеза, низкой се-

лективностью окисления, а также сложностью утилизации токсичного Cr(III) и очень токсичного остаточного Cr(VI). Наиболее перспективным способом решения этой проблемы является разработка новых гетерогенно-каталитических методов получения оксопроизводных бетулина. В предыдущих наших исследованиях было установлено, что в данном процессе наибольшей активностью обладает катализатор Au/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>, конверсия бетулина для которого составила 61 % через 6 часов. Таким образом, целью настоящего исследования является оценка влияния природы сокатализатора на каталитическое поведение Au/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> в жидкофазном окислении бетулина с целью улучшения характеристик последнего.

Катализатор Au/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> (номинальное содержание Au составило 4 мас. %) был приго-

**Таблица 1.** Каталитическое поведение Au/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> в окислении бетулина в зависимости от природы твердой добавки

Катализатор	Конверсия бетулина (%)	Селективность(%)					Выход(%)		
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
К	61	41	32	сл.	27	0	25	19	16
К+SrO	46	48	20	сл.	32	0	22	10	14
К+MgO	62	42	28	сл.	30	0	26	17	18
К+CaO	40	56	15	сл.	29	0	22	6	11
К+Ht	65	54	25	0	21	0	33	17	14
К+ZnO	23	58	16	0	36	0	13	3	7
К+ZrO <sub>2</sub>	25	53	14	0	33	0	13	4	8
К+γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100	14	86	0	0	0	14	86	0
γ-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22	87	2	сл.	11	0	19	сл.	2

К – Au/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>; C<sub>1</sub> – селективность по бетулону (%); C<sub>2</sub> – селективность по бетулоновому альдегиду (%); C<sub>3</sub> – селективность по бетулоновой кислоте (%); C<sub>4</sub> – селективность по бетулиновому альдегиду (%); C<sub>5</sub> – селективность по бетулиновой кислоте (%); B<sub>1</sub> – выход бетулона (%); B<sub>2</sub> – выход бетулонового альдегида (%); B<sub>3</sub> – выход бетулинового альдегида (%); сл. – следы

товлен методом контролируемого осаждения с мочевиной и охарактеризован следующими методами: БЭТ, РФА, РФЭС, ПЭМ, ТПД ( $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ ).  $\text{CaO}$ ,  $\text{SrO}$ ,  $\text{MgO}$ , гидротальцит (Ht),  $\text{ZnO}$ ,  $\text{ZrO}_2$  и  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  использовались в качестве твердых добавок и были охарактеризованы БЭТ, РФА, ТПД ( $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ ). Каталитические свойства исследуемых систем в реакции окисления бетулина изучались при  $140^\circ\text{C}$  в потоке синтетического воздуха при атмосферном давлении, в качестве растворителя использовался мезитилен. Для контроля за ходом реакции через определенные промежутки времени отбирались аликвоты, которые силилировали и анализировали ГХ. Продукты были подтверждены ГХ-МС.

В настоящем исследовании, направленном на улучшение характеристик  $\text{Au/La}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ ,

наряду с катализатором в реакционную смесь добавлялись твердые оксиды различной природы (таблица 1). Наилучшие результаты были получены при добавлении  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Конверсия бетулина за 6 часов для системы ( $\text{Au/La}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2 + \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) составила 100% с селективностью по бетулому и бетулоновому альдегиду 14 и 86% соответственно. Было установлено, что оксидные добавки со средней основностью оказывают положительное влияние на каталитические характеристики  $\text{Au/La}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$  ( $\text{MgO}$ , гидротальцит и  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ). И напротив, сильноосновные оксиды ( $\text{CaO}$  и  $\text{SrO}$ ) снижают каталитическую активность  $\text{Au/La}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$  в среднем на 30%, а оксиды с низкой основностью ( $\text{ZnO}$  и  $\text{ZrO}_2$ ) приводят к падению активности на 60%.

### Список литературы

1. Толстикова Т.Г., Сорокина И.В., Толстиков Г.А., Флехтер О.Б. // Журн. Биоорганической химии, 2006. – №32. – С.37–49.
2. Дэрик Ким С.Х.Л., Чен З., Ван Нгуен Т. и др. // Синтетические коммуникации, 1997. – №27. – С.1607–1612.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНОГО ИНДОЛИНОНА

Д.А. Вишенкова

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

Тромбообразование является основной причиной развития разнообразных сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений, таких как ишемический инсульт, ишемическая болезнь сердца, включая острый коронарный синдром. В борьбе с артериальными тромбозами ведущая роль принадлежит антиагрегантным препаратам, мишенью которых являются тромбоциты [1]. В настоящее время существует несколько десятков различных лекарственных препаратов, угнетающих функции тромбоцитов посредством различных механизмов действия [2]. Выявлено, что существуют ограничения применения многих известных на сегодняшний день препаратов в связи с побочными эффектами. На основании чего, актуален поиск новых средств лечения и профилактики тромбообразования. Для решения этой проблемы учеными на основе производного индолинона [3, 4] синтезирован новый ингибитор агрегации тромбоцитов

– (2Z,3E)-2-(5-(гидроксиметил)-3-метилоксозолидин-2-илиден)-3-(3-оксоиндолин-2-илиден) пропанонитрил (кодовое название GRS).

Изучение различных свойств новых веществ представляет интерес с научной точки

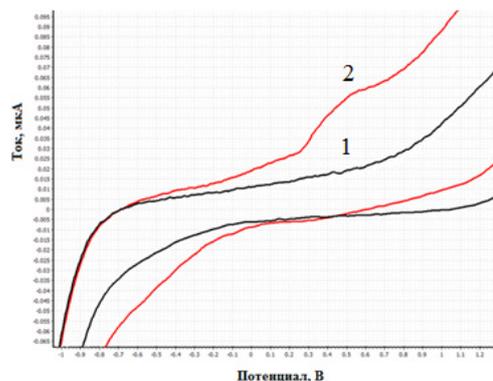


Рис. 1. Циклическая вольтамперная кривая GRS в фосфатном буферном растворе с pH 6,86 на импрегнированном графитовом электроде: 1 – фоновый электролит с pH = 6,86; 2 – GRS 0,1 мг/л