

Для оценки возможного мешающего влияния компонентов биологических жидкостей определение идарубицина также проводили в присутствии бычьего сывороточного альбумина и в растворе Рингера-Локка, имитирующего электролитный состав плазмы крови. Удовлетворительные результаты были получены в искусственной и натуральной моче. При опреде-

лении идарубицина в коммерческом препарате «Заведос» для учета мешающего влияния стабилизатора (лактоза), участвующего в реакциях МС, была построена дополнительная градуировочная зависимость для повышения точности определения искомых концентраций препарата.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ 17-73-20024.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗОЛОТО- И СЕРЕБРОСОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРОВ ЖИДКОФАЗНОГО ОКИСЛЕНИЯ БЕТУЛИНА НА АЛЮМИНИЕВЫХ НОСИТЕЛЯХ

А.Р. Григорьева<sup>1</sup>, Е.Н. Колобова<sup>1</sup>, S.A.C. Carabineiro<sup>2</sup>, P. Mäki-Arvela<sup>3</sup>, D.Yu. Murzin<sup>3</sup>  
Научный руководитель – д.х.н., профессор А.Н. Пестряков

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, проспект Ленина, 30, bar0710@mail.ru

<sup>2</sup>LAQV-REQUIMTE  
Department of Chemistry  
NOVA School of Science and Technology  
Universidade NOVA de Lisboa  
2829-516 Caparica, Portugal

<sup>3</sup>Johan Gadolin Process Chemistry Centre  
Abo Akademi University  
FI-20500 Turku, Finland

Оксо-производные бетулина это пентациклические тритерпеноиды класса лупана, обладающие широким спектром фармакологической активности. Основным способом получения оксо-производных бетулина является его окисление токсичными соединениями (например, соединениями хрома). Такие методы характеризуются низким выходом целевых продуктов, длительным временем реакции и низкой селективностью, которая приводит к получению смеси продуктов, а также сложностью утилизации токсичного хрома. Так как данный способ не отвечает принципам «зеленой химии», необходимо найти альтернативные пути получения данных соединений. И одним из путей решения этой проблемы является разработка новых гетерогенно-каталитических методов их получения. В этом отношении наиболее перспективными являются катализаторы на основе наночастиц Au и Ag, так как они позволяют получать оксо-производные бетулина посредством его жидкофазного окисления таким доступным и безопасным окислителем как воздух.

Au- и Ag-содержащие катализаторы были приготовлены методом контролируемого осаждения с использованием различных осаждаю-

щих агентов (для Au – мочевины, Ag – NaOH) и преобразованы в атмосфере водорода. Массовое содержание Au – 4 масс%, Ag – 3 масс%. В качестве носителей были использованы гамма-оксид алюминия ( $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и бемит (AlOOH). Активность каталитических систем проверяли в процессе жидкофазного окисления бетулина при T = 140 °C в мезитиле (растворитель), результаты представлена в таблице 1.

Было установлено, что наибольшую значимость в процессе окисления бетулина катализаторами с нанесенными наночастицами Au и Ag играет природа носителя. Носитель определяет не только размер и равномерность распределения наночастиц благородного металла, но и селективность реакции окисления бетулина. Установлено, что данная реакция является структурно-чувствительной, требующей определенного размера наночастиц золота и серебра, 3,3 и 2,9–3 нм, соответственно.

Для изучаемых катализаторов наблюдалось несоответствие между конверсией бетулина и выходом продуктов реакции. Это было обусловлено протеканием побочных реакций, которые катализировались сильными кислотными центрами Льюиса (ЛКЦ) носителя. В

частности, наиболее активные катализаторы на  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  демонстрировали худшую сходимость баланса масс (GCLPA) из-за наибольшего содержания ЛКЦ. А наименее активные материалы на  $\text{AlOOH}$ , имея меньшее количество ЛКЦ, характеризовались лучшим GCLPA. При этом наиболее оптимальный размер наночастиц Au и Ag был сформирован на поверхности  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ .

Данные наблюдения были подтверждены при использовании в качестве носителя для приготовления Ag катализаторов  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ , полученного посредством прокаливания бемита при  $550^\circ\text{C}$  (Ag/ $\text{AlOOH}_{\text{cal}}$ ). Размер наночастиц Ag уменьшился в 1,3 раза при этом конверсия бетулина для этого образца увеличилась в 1,6 раза по сравнению с Ag/ $\text{AlOOH}$ .

**Таблица 1.** Каталитические результаты золото- и серебросодержащих катализаторов жидкофазного окисления бетулина

	Катализатор	X (%)	GCLPA (%)	Средний размер частиц Au/Ag (нм)	Селективность (%)				
					C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
1	Au/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	97	59	3,1	29	64	0	0	7
2	Au/ $\text{AlOOH}$	77	91	2,9	47	34	0	2	17
3	Ag/ $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	83	77	3,0	8	53	1	38	0
4	Ag/ $\text{AlOOH}$	31	91	3,4	7	71	2	20	0
5	Ag/ $\text{AlOOH}_{\text{cal}}$	51	90	2,6	7	68	2	22	0

X – конверсия бетулина через 6 ч. (%); GCLPA – сходимость баланса масс (%); селективность по C<sub>1</sub> – бетулолу, C<sub>2</sub> – бетулоновому альдегиду, C<sub>3</sub> – бетулоновой кислоте, C<sub>4</sub> – бетулиновому альдегиду, C<sub>5</sub> – бетулиновой кислоте.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ НАСТОЕК МЕТОДОМ SUPRAS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ Cu(II)-НЕОКУПРОИН, ИММОБИЛИЗОВАННОЙ В ПОЛИМЕТАКРИЛАТНУЮ МАТРИЦУ

А.А. Дамзина

Научный руководитель – к.х.н., доцент Н.А. Гавриленко

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, rector@tsu.ru

Интерес к механизмам защиты от «окислительного стресса» увеличивается с каждым годом. Загазованность окружающей среды, стрессы и избыток физической нагрузки способствуют повышению доли свободных радикалов в организме человека. Свободные радикалы оказывают негативное влияние на структуру клеточных мембран и ДНК, повреждая их, что приводит к развитию диабета, сердечно-сосудистым заболеваниям и раку. Вещества, способные снижать концентрацию свободных радикалов, получили название антиоксидантов (АО).

Содержание АО в экстрактах лекарственных настоек обусловлено входящими в их состав витаминов, флавоноидов, кумаринов, орга-

нических кислот, в частности оксибензойных и оксикоричных, фенольных соединений. Ценные вещества лекарственных растений оказывают благоприятное воздействие на организм человека, путем корректировки антиоксидантного статуса, ингибируя образование свободных радикалов.

Для оценки суммарного содержания АО используют различные методы, но наиболее развивающимся является метод спектрофотометрического определения, основанный на восстановлении металлов (Fe(III)/Cu(II)) в присутствии лигандов различными АО с образованием окрашенных комплексных соединений.