

и времени обработки 1 ч. представляет собой смесь фумаровой кислоты и фумарата висмута. При промывке полученного осадка дистиллированной водой нагретой до температуры 60 °С в соотношении 1 : 20 по массе, рентгенограмма соответствует монофазному продукту – фумарату висмута состава  $(\text{BiO})_2\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4$  ( $\omega_{\text{Bi}} = 73,7$  масс. %).

Электронно-микроскопические снимки свежесозданного фумарата висмута свидетельствуют, что образец, полученный при температуре 23 °С, это сферические частицы размером 10–15 мкм, состоящие из более мелких пластинок с удельной поверхностью равной 8,7 м<sup>2</sup>/г. Образец, полученный при 60 °С, это сферические частицы размером 2–4 мкм состоящие из пластинок толщиной менее 0,1 мкм и удельной поверхностью 9,9 м<sup>2</sup>/г. С помощью метода малоуглового рассеяния лазерного излучения проведен гранулометрический анализ порошков. Установлено, что 62,6% частиц, полученных при 60 °С, собираются в агрегаты размером 19–43 мкм, а 54,2% частиц полученных при 23 °С

имеют размер 8,3–18 мкм. Термический анализ фумарата висмута в атмосфере  $\text{Ar}/\text{O}_2$  (80/20%) показал, что разложение его происходит ступенчато с экзоэффектом и при температуре 310 °С. На масс-спектрах также регистрируется выделение  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Конечным продуктом реакции разложения в атмосфере с кислородом является  $\alpha$ -оксид висмута. Изменение массы на кривой ТГ согласуется с теоретически рассчитанным ( $\Delta m_{\text{тп}} = 17,5\%$ ).

Таким образом, получены изотермы осаждения фумарата висмута из раствора хлорной кислоты. Определены условия синтеза фумарата висмута состава  $(\text{BiO})_2\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4$ . Получены и исследованы составы твердых продуктов реакции, а также их морфологические характеристики при соотношении  $n(\text{Bi}^{3+}/\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4^{2-}) = 0,25\text{--}10$  и температурах 23 и 60 °С. Установлено, что фумарат висмута представляет собой сферические частицы, состоящие из пластинчатых кристаллов. Показана возможность получения фумарата висмута имеющего потенциальное применение в медицине наравне с другими солями висмута.

### Список литературы

1. *Chen Zh, Zhou Q, Ge R // Biometals, 2012.– Vol.25.– P.95–102.*

## СИНТЕЗ НОВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ БЕТУЛОНОВОГО АЛЬДЕГИДА

Л.А. Лычковский

Научный руководитель – к.х.н., ассистент Е.А. Мамаева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, leonid1998arp@gmail.com

Природные биологически активные вещества представляют большую ценность для исследований. Это особенно значимо, если имеется обширная сырьевая база, и разработаны эффективные способы извлечения веществ из природного сырья. Кроме того, химическая модификация таких соединений позволяет получать производные, обладающие более выраженными физиологическими свойствами.

Так, тритерпеноиды лупанового ряда сочетают в себе сразу несколько преимуществ: высокую доступность сырья, простоту получения и биологическую активность. В частности, бетулин и его оксо-производные (кислоты и альдегиды) обладают противовирусной и противоопухолевой активностью [1]. Это делает их

наиболее перспективными объектами для проведения исследований в области химической модификации. Большое внимание уделяется исследованиям, связанным с получением различных азотсодержащих соединений на основе бетулина и его производных. Такие соединения способны обладать антинеопластическим, гепатопротекторным и другими полезными свойствами [2, 3].

При этом, несмотря на большое разнообразие сведений о реакциях оксо-производных бетулина с азотсодержащими реагентами [4], в литературе был найден всего один пример превращения бетулонового альдегида в присутствии первичного амина [5]. Вследствие этого, исследование новых реакций бетулонового альдегида с первичными аминами, имеющими фар-

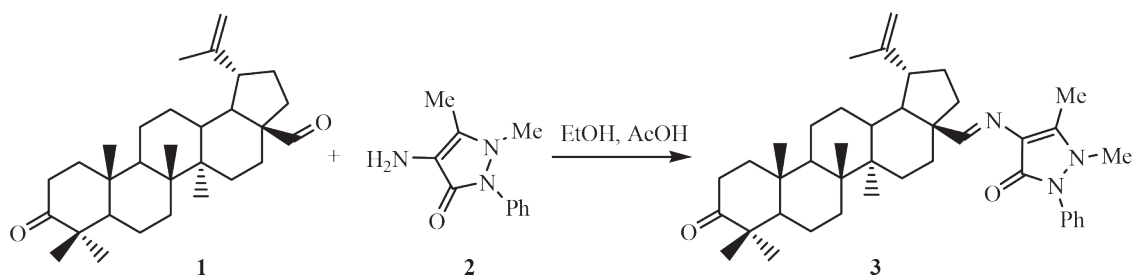


Схема 1. Взаимодействие бетулонового альдегида и 4-аминоантипирина

макофорные фрагменты, является актуальной и перспективной задачей.

В качестве объекта для проведения химической модификации был выбран бетулоновый альдегид – 3-оксолуп-20(29)-ен-28-аль, имеющий противовирусные свойства [1]. В качестве реагента для введения фармакофорной группы был предложен 4-аминоантипирин – 4-амино-2,3-диметил-1-фенил-1,2-дигидропиразол-5-он, поскольку известно, что структура антипирина является ключевой для многих лекарственных препаратов: феназона, анальгина, амидопирина, йодантипирина.

Цель данной работы – исследование реакции оксо-производного бетулина – бетулонового альдегида – с 4-аминоантипирином.

В ходе работы было установлено, что бетулоновый альдегид (1) взаимодействует с 4-ами-

ноантипирином (2) в этаноле в присутствии добавок уксусной кислоты с преимущественным образованием азометина по 28-положению бетулонового остова – 3-оксолуп-20(29)-ен-28-(2',3'-диметил-1'-фенил-5'-оксо-1',2'-дигидропиразол-4'-ил)альदिмина (3).

Структура впервые полученного соединения (3) подтверждена данными физико-химических методов анализа: ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ , ИК-спектроскопии, а также результатами тонкослойной хроматографии.

Таким образом, впервые на основе конденсации бетулонового альдегида с 4-аминоантипирином предложен селективный метод синтеза азометина (3) с фармакофорным антипириновым фрагментом. Полученное соединение (3) представляет интерес как потенциальный носитель биологически полезных свойств.

### Список литературы

1. Толстиков Г.А., Флехтер О.Б., Шульц Э.Э. и др. // *Химия в интересах уст. разв.*, 2005.– Т.13.– №1.– С.1–30.
2. Жукова Н.А., Толстикова Т.Г., Сорокина И.В. и др. *Сборник материалов Международной конференции «Новые информ. техн. в медицине, биологии, фармакологии и экологии»*.– М.: ООО «Институт новых информационных технологий», 2015.– С.251–263.
3. Слепыхина А.А., Пустыльяк В.О., Антимоннова А.Н. и др. // *Вестник Новосиб. гос. университета. Серия: биология, клиническая медицина*, 2011.– Т.9.– №1.– С.21–29.
4. Лаев С.С., Салахутдинов Н.Ф. *Препаративная химия тритерпеноидов 3*.– Новосибирск: Академиздат, 2016.– 363с.
5. Курбатов Е.С., Коструб В.В., Курбатов С.В. // *Химия растительного сырья*, 2011.– №3.– С.81–83.