

исследуемым сорбентом. Показано, что при повышении температуры от 20 до 60 °С сорбционная емкость фитинового сорбента увеличивается во всем временном интервале, достигая через 180 мин значений 1,4 ммоль·г⁻¹ (степень извлечения ионов Co²⁺ составляет 92,1%) [3]. Представляет интерес изучение закономерностей извлечения ионов Co²⁺ из растворов сложного ионного состава, в том числе из морской воды.

Для получения сорбента на основе производного фитиновой кислоты рисовую муку, полученную при шлифовке зерна риса, подвергали кислотному гидролизу 0,27 М соляной кислотой, раствор направляли на ультрафильтрацию. Из очищенного экстракта производное ИГФК осаждали 2,75 М гидроксидом натрия.

Опыты по сорбции проводили в статических условиях при соотношении твердой и жидкой фаз, равном 1:400, и температуре 20 °С из растворов хлорида кобальта на основе дистиллированной и морской воды с различными начальными концентрациями ионов Co²⁺ в диапазоне от 0,29 до 5,0 ммоль·л⁻¹ при перемешивании на магнитной мешалке в течение 3 ч. Растворы хлорида кобальта заданной концентрации готовили растворением точных навесок CoCl₂·6H₂O квалификации «ч.д.а.» (ГОСТ 4525-77) в соответствующих объемах дистиллированной и морской воды. Морскую воду, на основе которой были приготовлены растворы с различным

содержанием ионов Co²⁺, отбирали в Японском море в акватории Амурского залива (г. Владивосток), фильтровали через фильтр «белая лента». Концентрация ионов в морской воде, мкг·мл⁻¹: Na⁺ – 9228; K⁺ – 395; Ca²⁺ – 344; Mg²⁺ – 1214.

Сорбционную емкость (A_c, ммоль·г⁻¹) фитинового сорбента рассчитывали по формуле:

$$A_c = (C_{\text{исх}} - C_p)^{V/m}, \quad (1)$$

где C_{исх} – исходная концентрация ионов Co²⁺ в растворе, ммоль·л⁻¹; C_p – равновесная концентрация ионов Co²⁺ в растворе, ммоль·л⁻¹; V – объем раствора, л; m – масса сорбента, г.

Степень извлечения ионов Co²⁺ (α, %) рассчитывали по формуле:

$$\alpha = [(C_{\text{исх}} - C_p) / C_{\text{исх}}] \cdot 100\% \quad (2)$$

В результате проведенных исследований установлено, что наличие солевого фона существенно снижает сорбционную емкость фитинового сорбента. Найдено, что степень извлечения ионов Co²⁺ из растворов без солевого фона достигает 90,0%, а из морской воды – не превышает 23,0%. При извлечении ионов Co²⁺ из морской воды величина сорбционной емкости фитинового сорбента снижается с 1,52 до 0,32 ммоль·г⁻¹.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-2884.2017.3.

Список литературы

1. Saburov K.A., Kamilov Kh.M. // *Chemistry of Natural Compounds*, 1989.– Vol.25.– P.695–698.
2. De Stefano C., Milea D., Porcino N., Sammartano S. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006.– Vol.54.– P.1459–1466.
3. Yarusova S.B., Makarenko N.V., Gordienko P.S., Karpenko M.A., Novikova E.S. // *Russian Journal of Physical Chemistry A.*, 2018.– Vol.92.– №3.– P.559–564.

СИНТЕЗ 3,4-КОНДЕНСИРОВАННЫХ ТИЕНОКУМАРИНОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

А.И. Яхутина, И.О. Акчурин, А.Ю. Бочков, В.Ф. Травень
Научный руководитель – ст. преп. И.О. Акчурин

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева
125047, Россия, г. Москва, пл. Миусская 9, traven@muctr.ru

Синтез флуоресцентных красителей в настоящее время приобретает все большую актуальность. Конденсация кумаринов с различными пятичленными гетероциклами по лактоновому кольцу и последующее увеличение сопряжен-

ной системы позволяет получать системы с полезными хромофорными свойствами. Подобные флуорофоры могут быть использованы в качестве лазерных красителей, флуоресцентных сенсоров, меток для биохимических исследова-

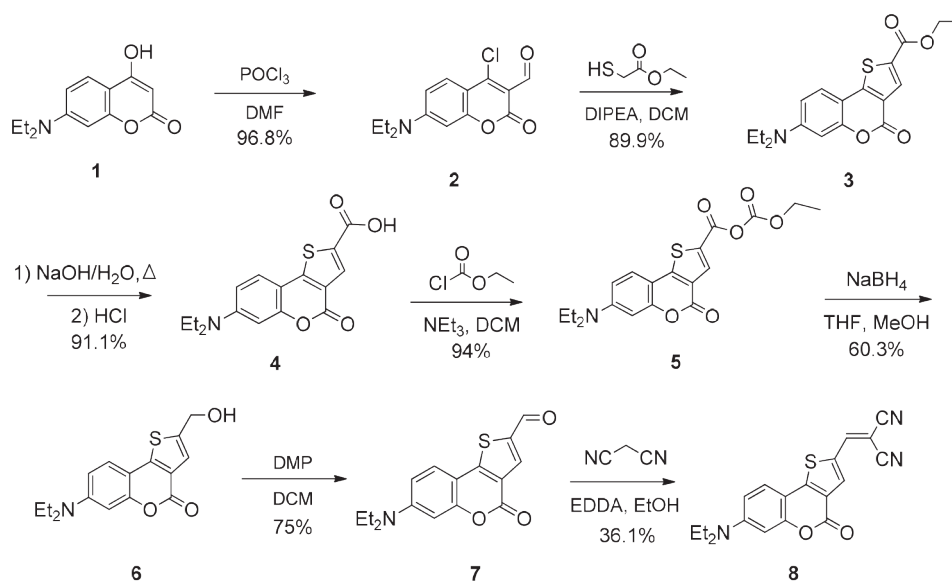


Схема 1.

Таблица 1.

Соединение	$\lambda_{\text{логл макс}}^{\text{a}}$, нм	$\varepsilon (\times 10^{-4})$, $\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$	$\lambda_{\text{фл макс}}^{\text{a}}$, нм	$\Delta\lambda$, нм	Φ^{a}	Растворитель
7	430	3,29	459	29	0,88	PhMe
	436	3,78	493	57	0,97	DCM
	436	4,19	515	79	0,45	DMF
8	510	3,78	556	46	0,07	PhMe
	520	2,83	602	82	0,47	DCM
	514	2,43	647	133	0,31	DMF

ний [1].

Целью настоящей работы является синтез и изучение спектральных свойств производных тиено[3,2-с]кумарина, по концам которых расположены донорная и акцепторная группы (*push-pull* системы).

Для аннелирования кумаринового фрагмента по положению 3,4 с тиофеном 3-формил-4-хлор-7-диэтиламинокумарин **2** подвергают реакции с этиловым эфиром тиогликолевой кислоты. Щелочной гидролиз соединения **3** приводит к образованию кислоты **4**. Последующее восстановление кислоты **4** до спирта **6** осуществляется через смешанный ангидрид **5**. Целевой альдегид **8** получают по реакции окисления спирта **7** с использованием реагента Десс-Мартина (DMP).

С целью формирования *push-pull* системы альдегид **7** вводят в реакцию Кневенагеля с ма-

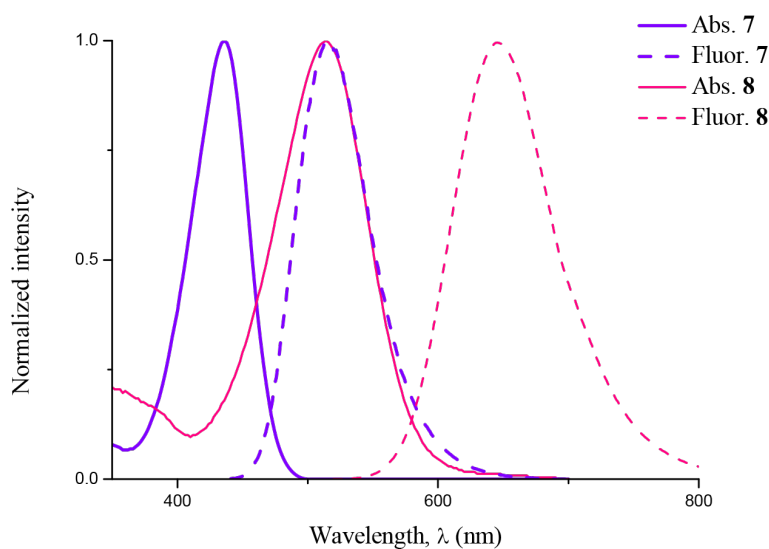


Рис. 1. Спектры поглощения и флуоресценции растворов соединений **7**, **8** в DMF

лондинитрилом в присутствии слабого основания (схема 1).

Для полученных соединений **7** и **8** были изучены спектральные свойства (таблица 1).

Спектральные данные с характерными мак-

симулами поглощения и испускания в видимой области спектра свидетельствуют об интенсивной флуоресценции и хороших квантовых выходах тиенокумаринов **7** и **8**. Очевидно, что

введение электроноакцепторной группы в тиофеновый фрагмент приводит к bathochromному сдвигу и росту величины Стоксова сдвига (рис. 1).

Список литературы

1. *Richard J. A. et al. 7-Hydroxycoumarin – hemicyanine hybrids: a new class of far-red emitting fluorogenic dyes // Organic letters, 2008. – V.10. – №19. – P.4175–4178.*

РАЗРАБОТКА СОВМЕЩЕННОГО РЕАКЦИОННО-РЕКТИФИКАЦИОННОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОКИСИ МЕЗИТИЛА ИЗ АЦЕТОНА

М.А. Яхьяев, В.С. Гутенков

Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.А. Писаренко

Московский технологический университет

Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова

119571, Россия, Москва, yakhyaev2008@mail.ru

Введение

Окись мезитила является важным компонентом в химической технологии. Она находит применение в производстве фармацевтических препаратов и в качестве растворителя. Также окись мезитила используют в качестве реагента для производства метилизобутилкетона [1]. В связи с ростом на спрос окиси мезитила, развитие и улучшение технологий производства является актуальной задачей. Использование совмещенного реакционно-ректификационного процесса при производстве окиси мезитила значительно увеличивает конверсию процесса и скорость реакции за счет вывода продукта из реакционной зоны. Для выбора условий проведения совмещенного процесса необходимо подробно исследовать физико-химические основы превращения ацетона в окись мезитила.

Теоретическая часть

Создание более экологически безопасных и экономически выгодных технологий привело к внедрению в промышленность совмещенных процессов. Это связано с тем, что в совмещенных процессах по сравнению с традиционным последовательным способом, блок химического превращения и блок разделения объединены в один аппарат [2]. Размещение реакционной зоны в разделительном аппарате создает благо-

приятные условия для протекания целевой химической реакции и подавления побочных, что позволяет увеличить селективность и степень конверсии реагентов в ряде случаев практически до 100% [1, 3]. В качестве примеров совмещенных процессов в промышленности можно привести процессы получения сложных эфиров уксусной кислоты, простых эфиров и обессеривания нефтяных фракции и др. [4, 5]. Современным методом разработки реакционно-ректификационных процессов является анализ статистики, позволяющий выделить предельные стационарные состояния, соответствующие максимальному выходу целевого продукта. Следующим этапом разработки совмещенного процесса является вычислительный эксперимент.

Методика эксперимента

Вычислительный эксперимент для проведения совмещенного процесса состоит из нескольких этапов:

1. Выбор модели и подбор параметров, описывающих фазовое равновесие.
2. Выбор и оценку параметров кинетической модели.
3. Анализ статистики, как метод разработки совмещенного процесса.
4. Математическое моделирование совмещенного процесса с целью оценки возможности