

Схема 2.

бане с обратным холодильником при 160 °С в течение двух часов под атмосферным давлением. Выход мономера составил 79%. Соотношение Эндо, эндо- и экзо, экзо-эфирных форм обнаруженных методом газовой хроматографии с масс-селективным детектором и составляют 81% и 19% соответственно.

Полимеризацию диэтилэндиката (4) осуществляли при температуре 120–140 °С в присутствии катализатора – 1,3-бис-(2,4,6-триметилфенил)-2-имидазолидинилден) дихлоро(орто-N,N-диметиламинометилфенил-

метилен) рутения (массовое соотношение катализатор/мономер = 1/15000) (схема 2).

Продолжительность полимеризации составляла 1,5 ч. Параметры полимеризации были постоянными во время реакции. Все операции проводились в условиях инертной атмосферы. Полученный полимер растворяли в хлороформе и пересаждали в этиловый спирт, после чего анализировали методом ИК-спектроскопии, термогравиметрическими и дифференциально-термическими методами анализа.

Список литературы

1. G.S. Bozhenkova, A.P. Samochernova, R.V. Ashirov, A.A. Lyapkov // *Current Organic Synthesis*, 2017.– Vol.14.– P.1–6.
2. D. Huertas, M. Florsche, V. Dragojlovic // *Green Chemistry*, 2009.– Vol.11.– P.91–95.
3. B. Loupy, F. Maurel and A. Sabatie-Gogova, *Tetrahedron*, 2004.– Vol.60.– P.1683–1691.

СИНТЕЗ ЛАКТИДА В ПРИСУТСТВИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ

А.О. Удовик, А.Д. Шутова, А.Л. Зиновьев
Научный руководитель – к.х.н., доцент В.Т. Новиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aou6@tpu.ru

Полилактид нашел широкое применение для изготовления пленок и контейнеров для пищевых продуктов, а также медицинских изделий благодаря таким свойствам, как биоразлагаемость и биорезорбируемость [1–2]. Для производства полилактида и его сополимеров в качестве сырья обычно используют лактид, в свою очередь получаемый из олигомера молочной кислоты [3].

В данной работе было исследовано влияние органических кислот на выход продукта и степень его чистоты в одноконтурном процессе получения лактида. Органическая кислота взаимодействует с концевой карбоксильной группой олигомера молочной кислоты (рис. 1), таким об-

разом ограничивая рост его молекулярной массы, и упрощая тем самым процесс дальнейшей деполимеризации олигомера.

В процессе синтеза использовалась молочная кислота с концентрацией 80% (Purac), в которую сразу (до концентрирования) добавлялись катализатор (крупнозернистый силикагель (SORBIS GROUP) и органическая кислота. Весь процесс получения лактида-сырца длится 5 часов на установке для прямой перегонки. Первая стадия – концентрирование раствора молочной кислоты и ее поликонденсация. Для этого проводился отгон воды из реакционной массы 2,5–3 часа при снижении давления от 1000 до 5 мбар в инертной среде аргона в температурном диапа-

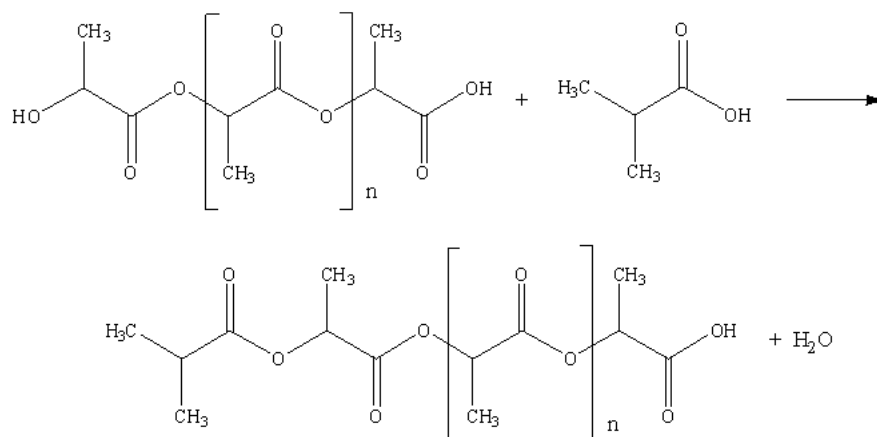


Рис. 1. Механизм взаимодействия олигомера молочной кислоты с изомасляной кислотой

зоне 125–200 °С, при этом параллельно концентрированию МК шел процесс поликонденсации кислоты до олигомера МК. Следующая стадия – деполимеризация олигомера до лактида проводилась в вакууме (3–5 мбар) в температурном диапазоне 200–215 °С в инертной среде аргона.

Анализ полученных образцов лактида-сырца проводился методом газовой хроматографии на хроматографе HROMOS.

Модификация концевых групп олигомера органическими кислотами была доказана методом ¹H ЯМР-спектроскопии.

При использовании в качестве модификаторов олигомера МК алифатических карбоновых и дикарбоновых кислот наибольший выход лактида наблюдается (табл. 1) при использовании изомасляной кислоты.

Также исследовалась зависимость выхода лактида от концентрации изомасляной кислоты

Таблица 1. Данные по выходам лактида-сырца

Кислота	$m_{\text{лак}}$, г	Выход лактида теор., г	Выход лактида практ., %
Винная (3 %)	16,7	25,9	65
Масляная (3 %)	15,4	25,3	61
Изомасляная (3 %)	21,0	26,8	78

(0,5; 1; 1,5; 3; 10 мас. %). Оптимальная концентрация изомасляной кислоты для этого процесса при выбранных условиях равна 3 % мас.

Полученные данные показывают, что при деполимеризации олигомера с модифицированными изомасляной кислотой концевыми группами фактический выход лактида достигает 78 %. Выход лактида в этом случае значительно повышается по сравнению с синтезом без органической кислоты [4].

Список литературы

1. Jasim Ahmed, Sunil K. Varshney. *Polylactides—Chemistry, Properties and Green Packaging Technology: A Review. International Journal of Food Properties.*— 14:1.— P.37–58.— DOI:10.1080/10942910903125284.
2. Ganesh Narayanan, Varadraj N. Vernekar, Emmanuel L. Kuyinu, Cato T. Laurencin. *Poly (lactic acid)-based biomaterials for orthopaedic regenerative engineering. Advanced Drug Delivery Reviews* 107 (2016).— P.247–276.
3. Yoo D.K., Kim D., Lee D.S. // *Macromolecular Research*, 2006.— Vol.14.— №5.— P.510–516.
4. А.В. Яркова, А.А. Шкарин, А.Л. Зиновьев, В.Т. Новиков // *Вестник ТГУ. Химия*, 2015.— №1.— С.65–71.