

## Список литературы

1. Думский Ю.В. *Химия и технология нефтенолимерных смол.* – М.: Химия, 1988. – 168с.
2. Zamanova M.K., Bondaletov V.G., Kucuk V., Rusakov D.A *Influence of stabilization recipe on the oxide DCPD formation during thermo-oxidative aging* // *На стыке наук. Физико-химическая серия*, 2015. – Т.2. – 150с.
3. David Huertas, Melinda Florscher and Veljko Dragojlovic *Solvent-free Diels-Alder reactions of in situ generated cyclopentadiene* // *GreenChemistry*, 2009. – Vol.11. – P.91–95.
4. Qian Feng, Dajun Chen, Danyang Feng, Libin Jiao, Zhigang Peng, Lixia Pei *Synthesis of poly(norbornene-co-styrene) copolymers containing high styrene incorporation using bis( $\beta$ -ketoamino) copper catalysts* // *J Polym Res*, 2014. – Vol.21. – P.1–7.
5. Боженкова Г.А. *Дисс. ...к.х.н.* – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016. – 125с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

С.А. Кайзер, А.П. Чернова

Научный руководитель – к.х.н., доцент А.П. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, y7x7@mail.ru

Природные биополимеры растительного происхождения имеют ряд значимых свойств, благодаря которым они могут быть востребованы в химической, фармацевтической, пищевой и многих других отраслях промышленности [1].

Одним из перспективных биополимеров считается полилактид – алифатический полиэфир, продукт конденсации молочной кислоты [2]. Ежегодно на основе полилактида выпускаются новые модифицированные полимеры с содержанием различных добавок.

В нашей работе использовали полилактид с содержанием бетулина. Бетулин обладает широким спектром биологической активности, поэтому может дополнительно улучшить характеристики полилактида в области медицины и фармацевтики. Полимер был получен методом конденсации из олигомера полимолочной кислоты в присутствии катализатора оксалата олова и сокатализатора бензилового спирта в условиях микроволнового облучения.

Исследования по изучению трансформации полимолочной кислоты с бетулином в литературе отсутствуют и являются актуальными. Поэтому целью нашей работы являлось изучение гидролитической устойчивости и биотрансформации полилактида с содержанием бетулина.

В качестве объекта исследования были выбраны образцы полимолочной кислоты с различным процентным содержанием бетулина: №10 – 1% бетулина; №12 – 5% бетулина; №15 – 1% бетулина без Sn(Oct)<sub>2</sub> и бензилового спир-

та. Средняя молекулярная масса полимеров составила 3200 Da, в зависимости от количества бетулина.

На первом этапе изучали гидролитическую устойчивость полимеров в буферном растворе с рН=4,62. Измерения проводили каждые 5 дней в течение 40 дней. Было установлено, что образцы характеризуются различной скоростью разложения. Дольше всего разлагался образец №10, содержащий 1% бетулина и имеющий наибольший молекулярный вес, потеря массы которого за 40 дней исследований составила 26%. Деструкция образца №12, содержащего 5% бетулина протекала немного быстрее и составила 33%. Самая высокая скорость разложения у образца №15 содержащего 1% бетулина, без Sn(Oct)<sub>2</sub> и бензилового спирта, она составила 78%.

На втором этапе изучалась биотрансформация полимеров углеводородокисляющими бактериями рода *Acinetobacter junii*, выделенных из почвы загрязненной нефтепродуктами. Субстрат (полилактид молочной кислоты с содержанием бетулина) вносили в питательную среду (МПБ), предварительно растворив в этилацетате в соотношении 1:50. В полученные смеси добавляли по 1 см<sup>3</sup> суспензии бактерий *Acinetobacter junii* в концентрации 10<sup>8</sup>. В контрольном образце отсутствовали микроорганизмы. Культивирование проводили в течение 6 часов при температуре 30 °С.

В связи с тем, что входящий в состав полимера бетулин, обладает антибактериальными

свойствами и в зависимости от своей концентрации влияет на рост численности микроорганизмов, то нам необходимо было установить жизнеспособность бактерий *Acinetobacter junii* при различном количестве субстрата. Жизнеспособность определяли на мясопептонном агаре по методу Коха. В ходе исследований установили, что при увеличении содержания бетулина в полимере идет подавление культуры, то есть этот полимер обладает большими асептическими свойствами. Оптимальная концентрация субстрата составила от 0,2 до 4%.

### Список литературы

1. Войнов Н.А. *Современные проблемы и методы биотехнологии: электрон. учеб. пособие* // Н.А. Войнов, Т.Г. Волова, Н.В. Зобова и др.; под науч. ред. Т.Г. Воловой. – Электрон. дан. – Красноярск: ИПКСФУ, 2009.
2. Берсенева О.А., Кулемина О.А. *Полимеры*

Таким образом, было проведено исследование по трансформации полилактида с бетулином, в результате которого установлено, что все образцы полимеров являются хорошей питательной средой для углеводородокисляющих бактерий *Acinetobacter junii* и подвергаются деструкции и биотрансформации. Для определения состава веществ, полученных в процессе биотрансформации полилактида с различным содержанием бетулина бактериями *Acinetobacter junii*, необходимы дальнейшие исследования в этой области.

*нового поколения [Текст] // Современная химия: Успехи и достижения: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). – Чита: Издательство Молодой ученый, 2016. – С.27–29.*

## ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕРНЫХ МИЦЕЛЛ В КАЧЕСТВЕ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

П.М. Калетина

Научный руководитель – к.х.н, с.н.с. М.В. Еделева

*Институт органической химии имени Н.Н. Ворожцова СО РАН  
630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева 9*

*Новосибирский государственный университет  
630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова 2, polich95@yandex.ru.*

Адресная доставка лекарственных препаратов активно развивается с 2000 годов, хотя концепция эффективности заключения лекарств в мицеллы из блок-сополимеров была продемонстрирована в 1994 году [1].

Целью моей работы является получение и изучение свойств металл-полимерных мицелл, обладающих повышенной стабильностью в кровотоке и способных раскрываться при снижении рН. Для этого использовать две различные схемы получения амфифильных блок-сополимеров.

Новизной работы является то, что кроме изучения стабильности обыкновенных (несшитых) мицелл аналогичным образом исследуются мицеллы, сшитые ионами металла. Предполагается, что на основе полученных мицелл возможно будет создать контейнер для адресной доставки лекарств, стабильный в кровотоке и способный открываться при попадании в межклеточное пространство раковой клетки.

Для этого были получены блок-сополимеры двух типов – диблок-сополимер и триблок-сополимер. Первая стратегия заключалась в проведение 1,2-радикальной реакции присоединения гидроксилamina ВВ к ПЭГ-диакрилату с последующим образованием диалкоксиямина на основе SG1, который использовался для иницирования сополимеризации стирола и 4-винилпиридина. В результате получали амфифильный триблок-сополимер. Вторая стратегия заключалась в последовательной полимеризации стирола с 4-винилпиридином и последующим добавлением 4-ацетосистирола в реакционную смесь. Для образования диблок-сополимера с гидрофильным блоком проводили частичный гидролиз второго блока.

Из блок-сополимеров были получены обычные и металл-сшитые мицеллы методом «масло в воде». Металл-сшитые мицеллы отличались лишь тем, что на начальной стадии мицеллиза-