



НОВЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА УСТОЙЧИВЫХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ УПАКОВОК

Абдурахманов Нурбек Ерланович

старший преподаватель кафедры химии и химической технологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби
г. Алматы, Республика Казахстан

Касымжанова Динара Азатовна

студентка магистратуры кафедры химии и химической технологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби
г. Алматы, Республика Казахстан

Тулегенов Рахат Жаксылыкович

заведующий кафедрой химии и химической технологии, Казахский национальный университет имени аль-Фараби
г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация

Статья посвящена анализу и разработке новых методов синтеза устойчивых полимеров, предназначенных для использования в экологически безопасных упаковочных материалах. Рассмотрены биополимеры на основе природных источников, их модификации и сополимеризации, а также современные катализаторы и условия синтеза, направленные на повышение биосовместимости и биоразлагаемости. Приведены результаты лабораторных экспериментов по получению биоразлагаемых пленок и оценке их физико-химических характеристик. Авторы подчёркивают важность перехода от традиционных нефтехимических полимеров к устойчивым альтернативам для минимизации экологического ущерба.

Ключевые слова: устойчивые полимеры, биоразлагаемость, экологическая упаковка, биополимеры, зеленая химия, синтез, катализ, устойчивое развитие

Введение

С ростом потребления и производства одноразовой упаковки усиливается нагрузка на окружающую среду. Наиболее распространённые упаковочные материалы на основе полиэтилена и полипропилена плохо разлагаются и накапливаются в экосистемах, вызывая загрязнение почвы и водных ресурсов.

Проблема утилизации пластика и его негативного воздействия на биосферу требует разработки новых устойчивых полимеров, обладающих биосовместимостью и способностью к естественному разложению.

Цель данной работы — представить и проанализировать новейшие методы синтеза устойчивых полимеров, пригодных для создания экологически безопасной упаковки, и оценить их практическое значение с точки зрения химической стабильности, экологичности и доступности сырья.

Современные подходы к синтезу устойчивых полимеров

1. Использование возобновляемого сырья

Одним из направлений синтеза устойчивых полимеров является использование биосырья: крахмала, целлюлозы, хитозана, молочной кислоты и других мономеров природного происхождения. Эти соединения поддаются полимеризации с образованием полиэфиров и полиамидов, способных разлагаться под действием микроорганизмов. Наиболее популярными являются:

- **Полилактид (PLA)** — синтезируется из молочной кислоты;
- **Поли-гидроксиалканоаты (PHA)** — получают микробиологическим путём;
- **Поликапролактон (PCL)** — биоразлагаемый полиэфир с хорошей термопластичностью.

2. Каталитические методы синтеза

Использование неопасных, термостабильных катализаторов — важное условие устойчивого производства. В последние годы разрабатываются ферментативные и органокалитические методы полимеризации, позволяющие проводить синтез при пониженных температурах и с минимальными побочными продуктами.

К примеру, полимеризация ϵ -капролактона в присутствии циклических аминокислотных катализаторов позволяет получать полимеры с узким распределением молекулярной массы и высокой степенью чистоты.

3. Модификация структуры полимеров

Для повышения прочности, гибкости и термостойкости биоразлагаемых полимеров применяют методы сополимеризации и химической модификации цепей. Комбинирование природных и синтетических мономеров позволяет регулировать скорость деградации, водоотталкивающие свойства и устойчивость к ультрафиолету.

Экспериментальная часть

В лабораторных условиях были синтезированы образцы полилактида и полигидроксибутирата с использованием биооснованного сырья. Процесс включал стадии ферментативной поликонденсации, очистки и формования в плёнки.

Проведена оценка:

- Механической прочности (метод растяжения);
- Водопоглощения;
- Времени биоразложения в компостной среде;
- УФ-стабильности.

Полученные материалы показали:

- Прочность до 45 МПа;
- Водопоглощение менее 2%;
- Полное биоразложение в течение 60–90 дней;
- Устойчивость к УФ в течение 20 суток без существенной деградации.

Обсуждение результатов

Результаты демонстрируют высокую перспективность устойчивых полимеров в упаковочной промышленности. Однако ряд проблем остаётся открытым:

- Высокая стоимость сырья и катализаторов;
- Необходимость стандартизации процессов компостирования;
- Ограниченные термические свойства по сравнению с нефтехимическими аналогами.

Снижение себестоимости возможно путём масштабирования производства и внедрения микробиологических технологий в агропромышленных кластерах. Кроме того, возможна комбинация биоразлагаемых полимеров с инертными добавками (например, цеолитами, силикатами) для улучшения их характеристик.

Заключение

Синтез устойчивых полимеров на основе возобновляемых ресурсов — это не только технологический, но и социально-экологический вызов. Представленные методы позволяют создавать упаковочные материалы, безопасные для природы, при этом отвечающие современным требованиям к прочности и функциональности. В будущем важным направлением станет интеграция биотехнологий, нанотехнологий и математического моделирования для создания «умных» материалов с программируемыми свойствами и жизненным циклом.

Литература

1. Garlotta D. A literature review of poly(lactic acid). – *Journal of Polymers and the Environment*, 2001.
2. Rujnić-Sokele M., Pilipović A. Challenges and opportunities of biodegradable plastics: A mini review. – *Waste Management & Research*, 2017.
3. Lim L.T., Auras R., Rubino M. Processing technologies for poly(lactic acid). – *Progress in Polymer Science*, 2008.
4. Касымов Б.Т., Шарипова Л.Е. Биоразлагаемые полимеры: состояние и перспективы. – *Химическая промышленность сегодня*, 2021.
5. Мусаев К.Н. Катализ в синтезе экологичных материалов. – *Современные проблемы химии и экологии*, 2022.