

Исследование зависимости прочностных характеристик от состава биodeградируемых пленок

Родионова Наталья Михайловна

10 класс, МБОУ «Лицей №40»

Научный руководитель Качалова Екатерина Алексеевна

магистрант 2 года кафедры ВМС и КХННГУ

им. Н.И. Лобачевского



*В данной работе была изучена зависимость прочностных характеристик от состава биodeградируемых плёнок, перспективных в качестве упаковочного материала. В ходе работы были созданы пленки на основе природного полимера – хитозана, а также тройного сополимера: хитозана с привитым крахмалом акриламидом. Было исследовано влияние добавок энантового альдегида в качестве модификатора. Физико-механические свойства сравнивали у пленочных образцов с различным составом: 3% кислотный водный раствор хитозана; 3% кислотный водный раствор хитозана, модифицированного энантовым альдегидом; 3% кислотный водный раствор хитозана с сополимером крахмала с акриламидом. Исследование прочности пленочных образцов проводили на разрывной машине Roell/Zwick Z005. Биodeградируемость материалов доказана опытным путем: 30-дневная инкубация под действием плесневых грибов *AspergillusNiger* в питательной среде.*

В современном мире нас практически везде окружают предметы, созданные из искусственно полученных полимеров. В большинстве своем они не разлагаются. Накопление этих отходов приводит к загрязнению окружающей природы. С ухудшением экологической обстановки на планете становится необходимым использование биоразлагаемых материалов. Однако, биodeградируемость веществ негативно сказывается на прочности материала, поэтому появление прочных биodeградируемых материалов снизит использование бионеразлагаемых упаковок, что положительно повлияет на экологическое состояние Земли.

Цель данной работы – изучение зависимости прочности материала от его состава и строения. Это исследование имеет большое значение при построении модели вещества с заранее заданными свойствами, т.к. становится известно, какие компоненты как влияют на прочность и другие характеристики материала.

В ходе работы было создано несколько образцов пленок на основе природных полимеров – крахмала и хитозана [1]. Проведено исследование пленок на прочность, анализ полученных данных и установление зависимости прочности от состава пленки.

Для получения пленок готовили раствор. При нагревании порошок хитозана растворяли в воде, кислоте (уксусной или молочной). Получали 3% водно-кислый раствор хитозана. Этот раствор – основной. Степень деацетилирования хитозана 82%. Молекулярная масса используемого хитозана 3000 кДа. Готовили 3 разных образца, основанных на растворе хитозана. Первый – основной раствор хитозана. Для приготовления второго к основному раствору хитозана добавляли 10 масс.% энантового альдегида, производили центрифугирование, чтобы удалить пузырьки воздуха. Третий образец – основной раствор хитозана с сополимером крахмала и акриламида [2, 3]. В сополимере количества крахмала и акриламида относятся как 1:2 (по массе). В растворе количество хитозана к количеству сополимера относится как 1:2 (по массе сухого полимера).

Раствор каждого образца помещали на стеклянную подложку и распределяли ровным слоем. Заливка производилась с помощью лабораторной установки для нанесения покрытий с вакуумным патроном и настраиваемыми функциями нагрева Xiamen TMAXCN. Пленки сохли в течение нескольких дней при комнатной температуре. Были получены образцы толщиной 60 ± 5 мкм в виде прямоугольников шириной 15 мм. После снятия пленок провели исследование их на прочность и биodeградируемость.

Физико-механические характеристики (прочность при растяжении и удлинение при разрыве) материала определяли на разрывной машине Roell/Zwick Z005. Испытания проводили при скорости растяжения 10 мм/мин на образцах толщиной 60 ± 5 мкм в виде прямоугольников шириной 15 мм. Для каждого состава пленок измеряли не менее 10 образцов. В таблице 1 приведены средние значения.

Таблица 1

Прочностные характеристики плёнок в зависимости от их состава

№ состава	Состав пленки ¹	Максимально выдерживаемое давление при растяжении, МПа	Процент удлинения при разрыве, %
1	ХТЗ	15-20	5-7
2	ХТЗ + 10 масс.% ЭА	100	14-17
3	ХТЗ + (КР:АА) 1:2 (1:2)	65	12

Примечание. ХТЗ – хитозан, ЭА – энантовый альдегид, КР – крахмал, АА – акриламид.

По данным таблицы 1 видно, что самой прочной оказалась пленка из раствора хитозана, модифицированного энантовым альдегидом. Однако, большое содержание хитозана делает пленки такого состава дорогими. Прочность пленки из раствора хитозана с сополимером меньше прочности образца 2, но ненамного. Эластичность всех образцов достаточно низкая. При сравнении образцов 1 и 2, видно, что энантовый альдегид увеличивает эластичность пленки. Различная точность приведенных значений обуславливается неоднородностью пленок.

Пленки, в основном содержащие хитозан будут биоразлагаемы, т.к. хитозан – природный полимер. Для пленок, содержащих акриламид, было проведено доказательство биodeградируемости. Образцы 3 были отданы в специализированную лабораторию и находились в 30-дневной инкубации под действием плесневых грибов *AspergillusNiger* в питательной среде. В этом эксперименте было выделено 4 этапа (длительностью 1 неделя). С помощью хромато-масс спектрометрии был определен состав образцов на каждом этапе. В конце эксперимента обнаруживается даже акриламид (рис.1), что свидетельствует о



биоразлагаемости материала данного состава.

Рис.1. Образцы пленок под действием плесневых грибов на разных этапах

Выводы:

В ходе данной работы была изучена зависимость прочностных характеристик от состава биodeградируемых плёнок, перспективных в качестве упаковочного материала, исследовано влияние добавления энантового альдегида в качестве модификатора. Энантовый альдегид увеличивает пластичность и прочность пленки. Добавление сополимера крахмала и акриламида понижает стоимость пленочных материалов на основе хитозана, без значительного уменьшения прочностных характеристик.

Литература

- [1] Thomas, M. S., Koshy, R. R., Mary, S. K., Thomas, S., A. Pothan, L., Starch, Chitin and Chitosan Based Composites and Nanocomposites. SpringerBriefs in Molecular Science, 2019, p. 29-31.
- [2] Мочалова А.Е., Заборщинова Н.В., Князев А.А., Смирнова Л.А., Извозчикова В.А., Медведева В.В., Семчиков Ю.Д. Привитая полимеризация акриламида на хитозан: структура и свойства сополимеров. Нижний Новгород, Высокомолекулярные соединения, серия А, т. 48, №9, 2006, с. 1589-1590.

[3] Байбурдов Т.А., Шмаков С.Л. Синтез и физико-химические свойства привитых сополимеров хитозана и акриловых мономеров. Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2020. Т. 20, вып. 1, с. 39-40.