УДК 678.742.2

ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА ПРОЦЕСС ОКИСЛЕНИЯ ПЛЕНОК ПОЛИЭТИЛЕНА С АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ ЭКСТРАКТА ХВОИ

Лущай К.Д., студент 3 курса; Воробьёва Е.В., к.х.н., доцент
Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины
klyshchai@mail.ru; evorobyova@gsu.by

В настоящее время актуальны вопросы создания новых биоразлагаемых полимеров. Одним из видов биоразлагаемых полимеров являются традиционные углеводородные полимеры с добавками металлов переменной валентности (меди, кобальта, никеля, железа и др.), металлы в их составе выполняют роль активных катализаторов процесса окисления [1, 2]. Эта группа биоразлагаемых полимеров получила название оксо-биоразлагаемые полимеры.

В состав оксо-биоразлагаемых дополнительно вводят антиокислительные добавки, чтобы в период эксплуатации полимерного материала (изделия) ограничить влияние металла. Перспективным является использование природных антиоксидантов, так как они экофильны в отличие от промышленных добавок.

Цель работы – изучить влияние добавки дисперсной меди на окисление полиэтилена, содержащего природную антиокислительную добавку – экстракт хвои сосны обыкновенной (лат. Pínus sylvéstris).

В исследованиях использовали порошкообразный полиэтилен низкого давления. В порошок полимера добавляли экстракт листьев черники и дисперсную медь (марка М1). Экстракт хвои сосны получали следующим образом: к 0,5 г измельченного растительного материала (измельчение на лабораторной мельнице, сито d=1 мм) добавляли 5 мл ацетона, через 2 суток смесь фильтровали. Полученный экстракт добавляли к 0,5 г порошка полиэтилена. Пленки полиэтилена толщиной 100 мкм получали термическим прессованием (при давлении 70-80 кгс/см^2, длительностью 30 с).

Для исследования полученные пленки наносили на неокисляемые (прозрачные в ИК-диапазоне) кристаллы соли (KBr). Термоокисление пленок проводили в термошкафах, за процессом окисления следили по ИК-спектрам, которые снимали на Фурье-спектрофотометре Vertex 70 (Brüker, Германия). В инфракрасных спектрах кристаллических полимеров анализировали полосу 1720 см$^{-1}$, относящуюся к карбонильным группам, в качестве стандарта использовали полосу 1465 см$^{-1}$.

В работе также был проведен фотометрический анализ на общее содержание флавоноидов в спиртовом экстракте хвои: на 0,50 г измельчённого растительного материала 5 мл экстрагента.

Для проведения фотометрического анализа по методике [3] в мерную колбу на 100 мл помещали 2 мл изучаемых экстрактов и доводили объем раствора до метки 70% этанолом. В мерную колбу вместимостью 25 мл помещали 2 мл полученного раствора, добавляли 2 мл 1% раствора алюминия хлорида в 95% этиловом спирте, 0,5 мл 33% раствора уксусной кислоты и доводили объем раствора 95% этиловым спиртом до метки.

Для приготовления раствора сравнения в колбу 25 мл помещали 2 мл исследуемого раствора, 0,5 мл 33% уксусной кислоты и доводили до метки 95% этиловым спиртом, Измерение оптической плотности проводили при длине волны 410 нм, кювета 10 мм.

Суммарное содержание флавоноидов (X, мг/мл) в исследуемых экстрактах в пересчете на рутин по формуле:

$$X_{мг/мл} = \frac{A_x \times C_{ст} \times 5000}{A_{ст} \times V_x}$$, где

A_x – оптическая плотность исследуемого раствора;
$A_{ст}$ – оптическая плотность стандартного раствора рутина;
$C_{ст}$ – концентрация стандартного раствора рутина (%);
V_x – объем исследуемого экстракта (мл).

Проведен анализ ИК-спектров экспериментальных полиэтиленовых пленок, содержащих ацетоновый экстракт хвои сосны и 1% масс. дисперсной меди, данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Изменение оптической плотности полосы 1720 см$^{-1}$ в ИК-спектрах образцов полиэтиленовых пленок, содержащих листьев черники и 1% масс. дисперсной меди

Состав образцов полимерной пленки							
Полиэтилен+экстракт хвои +1% меди				**Полиэтилен+экстракт хвои**			
Время, ч	**Площадь полосы 1720 см$^{-1}$**	**Площадь полосы 1465 см$^{-1}$**	**D**	**Время, ч**	**Площадь полосы 1720 см$^{-1}$**	**Площадь полосы 1465 см$^{-1}$**	**D**
1	4,31	63,49	0,07	1	7,07	53,24	0,13
2	4,53	59,16	0,08	2	6,94	50,02	0,14
3	4,18	60,18	0,07	4	6,57	51,07	0,13
5	4,73	63,62	0,07	5	6,03	52,13	0,12

6	4,65	63,59	0,07	7	5,91	54,65	0,11
8	4,59	61,47	0,07	9	5,95	52,16	0,11
9	5,23	71,59	0,07	11	6,23	50,91	0,12
10	5,15	57,71	0,09	12	6,09	52,28	0,12
12	12,58	55,42	0,23	14	6,72	55,56	0,12
				15	7,09	53,04	0,13
				16	7,65	53,51	0,14
				18	11,34	54,12	0,21
				20	52,27	59,01	0,89

Если данные по оптической плотности полосы 1720 см$^{-1}$ изобразить графически, то наглядно видно, что у образцов полиэтиленовых пленок, содержащих экстракт хвои и 1% масс. дисперсной меди, индукционный период окисления составил 10 часов (рис. 1, кривая 2). В то же время образцы пленок, содержащих экстракт хвои без добавления катализатора окисления (Cu), характеризуются индукционным периодом окисления в 16 часов (рис. 1, кривая 1).

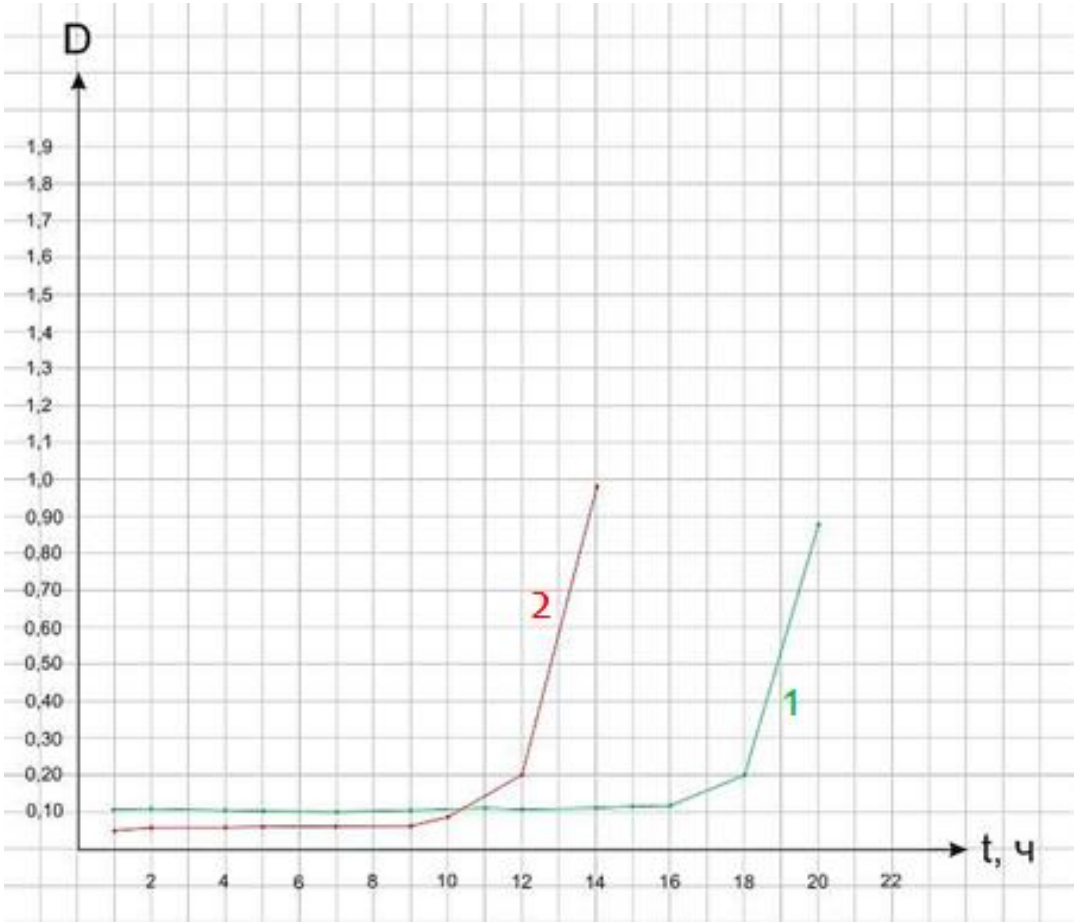

Рисунок 1 – Изменение оптической плотности полосы 1720 см-1 в ИК-спектрах образцов полиэтиленовых пленок, содержащих экстракт хвои (кривые 1,2) и 1% масс. дисперсной меди (кривая 2)

То есть влияние металла было значительным, ИПО уменьшился в 0,625 раз:

$$f_{Cu}=\frac{ИПО\ Cu}{ИПО}=\frac{10\ ч}{16\ ч}=0{,}625$$

В пробах спиртовых экстрактов хвои определено содержание флавоноидов, оно колеблется от 48,0 до 54,4 мг/мл.

Таким образом, экстракты хвои обладают выраженными антиокислительными свойствами, введение ацетонового экстракта в полиэтилен приводит к ингибированию процесса окисления полимера, но при добавлении меди устойчивость полимера к окислению резко уменьшается.

1. Луканина Ю.К., Колесникова Н.Н., Попов А.А., Хватов А.В. Металлосодержащие добавки для оксо-разложения полиэтилена // Химическая физика. 2019. Т. 38. № 4. С. 69-73.
https://doi.org/10.1134/S0207401X19040095

2. Benítez A. et al. Monitoring abiotic degradation of branched polyethylene's formulated with pro-oxidants through different mechanical tests // Polymer degradation and stability. 2013. Т. 98. № 9. С. 1705-1716.
https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2013.06.004

3. Мальцева Е.М., Егорова Н.О., Егорова И.Н. Количественное определение суммарного содержания флавоноидов в траве кровохлебки лекарственной // Вестник уральской медицинской академической науки. 2011. № 3-1. С. 68-69.

УДК 582.28(045)

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИК ВЫДЕЛЕНИЯ ХИТИН-ГЛЮКАНОВОГО КОМПЛЕКСА ИЗ ВЫСШИХ ГРИБОВ

Минаков Р.В., аспирант, Минаков Д.В., к.б.н., доцент
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»
rodionm794@mail.ru, minakovd-1990@yandex.ru

Хитин является вторым по важности природным аминополисахаридным полимером после целлюлозы в мире. Деацетилированное производное хитина – хитозан является перспективным биоактивным полимером, нашедшим широкое применение в фармацевтике.