

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТА ШЕЛУХИ РАЗНЫХ СОРТОВ ЛУКА ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОКИСЛЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА THE USE OF HUSK EXTRACT OF DIFFERENT VARIETIES OF ONIONS TO STABILIZE THE OXIDATION OF POLYETHYLENE

Елена Воробьева, Елена Приходько,
Минск, Беларусь

Ключевые слова: стабилизация, полиэтилен, биологически активные вещества, антиоксиданты, пигменты

Резюме: В работе изучено влияние экстрактов трех сортов лука (трех разных типов окраски) на термоокислительную стойкость полиэтилена. Термоиспытания полимерных пленок проводили при температуре 150 °С. Из экспериментальных данных следует, что самой высокой антиокислительной активностью обладает экстракт шелухи лука Red Baron.

Keywords: stabilization, polyethylene, biologically active substances, antioxidants, pigments

Summary: The influence of extracts of three onion varieties (three different types of color) on the thermo-oxidative stability of polyethylene was studied. Thermal testing of polymer films was carried out at a temperature of 150 °C. From the experimental data, it follows that the Red Baron onion husk extract has the highest antioxidant activity.

Как и все органические материалы, полимеры подвержены окислению или старению. В промышленности для защиты полимерных материалов используют низкомолекулярные ингибиторы окисления, или антиоксиданты. Известно, что многие промышленные антиоксиданты токсичны, а их синтез достаточно сложный и энергозатратный. В настоящее время ученые изучают возможность использования экологически чистых природных наполнителей для стабилизации полимеров и продления сроков их эксплуатации [1, 6], некоторые из природных соединений-антиоксидантов уже нашли свое практическое применение [4]. Проблема использования экологически безопасных соединений для стабилизации полиэтилена является актуальной ввиду масштабного применения полимеров во многих областях человеческой деятельности.

Известно, что луковая шелуха содержит большое количество биологически активных веществ. В работе [2] показано, что в экстракте луковой шелухи содержатся рутин, кверцетин, витамин С и большое количество каротина. Антиоксидантные свойства кверцетина и его производных описаны в [3]. Кверцетин обладает антирадикальной активностью, выступая в роли доноров электронов или атома водорода, в отношении супероксидного радикала (O_2^-), гидроксильного радикала ($-OH$) и липидного пероксид радикала ($-LOO$), [3, с.114]. В работе [5] антиоксидантную активность у отдельных сортов лука авторы связывают с полифенольными соединениями: в желтых сортах – это кверцетин, рутин, а в красных сортах лука – антоцианы.

Целью данной работы является изучение антиокислительных свойств биологически активных веществ, экстрагируемых из луковой шелухи, при ингибировании процесса термоокисления полиэтилена.

В данной работе основным объектом исследования являлся порошкообразный нестабилизированный полиэтилен низкого давления ГОСТ 16338-85. Для приготовления экстрактов из луковой шелухи использовали верхние сухие чешуи лука репчатого (*Allium cepa* L.) следующих сортов: Red Baron (красная шелуха), Kaba (желто-оранжевая), Albion F1 (бесцветная).

Для извлечения биологически активных веществ луковую шелуху предварительно измельчали в фарфоровой ступке, затем приливали растворитель (ацетон), время экстракции составляло 24 часа. Полученный экстракт фильтровали и смешивали с порошком полиэтилена. Полученные композиции высушивали на воздухе при комнатной температуре. Образцы пленок полиэтилена толщиной 100 мкм получали путем термического прессования порошковых композиций (температура 150 °С, время выдержки в прессе 30-90 секунд). Окисление пленок осуществляли в термошкафах при свободном доступе кислорода при температуре 150 °С на инертных подложках – кристаллах KBr. После окисления в термошкафах образцы охлаждали до комнатной температуры, степень окисления определяли методом ИК-спектроскопии. Степень окисления образцов определяли, используя оптическую плотность полосы 1720 см⁻¹, относящуюся к валентным колебаниям карбонильных групп. В качестве внутреннего стандарта использовали полосу поглощения 1460 см⁻¹, относящуюся к деформационным колебаниям СН₃-групп ($D_{1720/1460}$). Временем окончания индукционного периода окисления (ИПО) считали время, за которое значение $D_{1720/1460}$ в ИК-спектрах образцов принимало значение равным 0,04-0,05 ед. По продолжительности ИПО модифицированных пленок судили об антиокислительной эффективности введенного экстракта. ИК-спектры снимали на Фурье-спектрофотометре Vertex 70 (фирма «Brüker», Германия).

Экспериментальные данные термоиспытаний полиэтиленовых пленок, содержащих экстракт шелухи лука трех разных типов окраски, представлены в таблице 1. Как видно из табличных данных, экстракт шелухи лука сорта Albion F1 не проявил антиокислительной активности, продолжительность ИПО таких образцов пленок составил всего 2 часа. Для сравнения: ИПО пленки чистого полиэтилена составляет около 1,5 часа. Другие образцы пленок, содержащие экстракты окрашенной шелухи лука, характеризовались достаточно высокой устойчивостью к термоокислению. ИПО полиэтиленовых пленок, содержащих экстракт шелухи желто-оранжевого цвета лука сорта Kaba, составил 115 часов. Самой высокой термоокислительной устойчивостью обладали пленки полиэтилена, содержащие экстракт шелухи лука окрашенной в фиолетово-красный цвет сорта Red Baron, ИПО таких образцов составил 120 часов.

Таблица 1 – Кинетика изменения оптической плотности полосы поглощения

1720 см⁻¹ (D_{1720/1460}) в полиэтиленовых пленках содержащих экстракт шелухи лука репчатого разных сортов

Сорт лука					
Albion F1		Kaba		Red Baron	
Окраска шелухи					
Бесцветная		Желто-оранжевая		Фиолетово-красная	
Время окисления, ч	D _{1720/1460}	Время окисления, ч	D _{1720/1460}	Время окисления, ч	D _{1720/1460}
0	0,01	80	0,02	100	0,02
1	0,03	90	0,02	110	0,02
2	0,05	100	0,03	120	0,05
3	0,16	110	0,04	135	0,06
4	0,35	120	0,06	153	0,13
5	0,59	135	0,32	155	0,13
6	0,90	147	0,56	164	0,20
ИПО, ч	2 ч	ИПО, ч	115 ч	ИПО, ч	120 ч

Таким образом, в работе экспериментально изучено влияние экстрактов отдельных сортов лука на термоокислительную стойкость полиэтилена. Из полученных данных следует, что самой высокой антиокислительной активностью обладает экстракт шелухи лука фиолетово-красного цвета Red Baron, наименьшую – Albion F1. Следовательно, вещества определяющие окраску шелухи лука, обладают антиоксидантными свойствами. Отмечна взаимосвязь между интенсивностью окраски шелухи и антиокислительной активностью, при этом чем ярче окраска шелухи, тем больше в ней содержание веществ с антиокислительной активностью, тем длиннее по продолжительности ИПО полимерных пленок, содержащих экстракт шелухи. Результаты анализа позволяют утверждать, что среди соединений, содержащихся в шелухе лука, наибольшим антиоксидантным действием обладают растительные пигменты антоцианы и каротин, которые хорошо растворимы в ацетоне и придают насыщенную окраску шелухе лука.

Работа выполнена в рамках государственной программы научных исследований «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии» (подпрограмма «Полимерные материалы и технологии», задание 6.77, № 20192761).

Литература

1. Воробьева Е.В., Приходько Е.Л. Стабилизация полиэтилена природными наполнителями и их экстрактами // Химия растительного сырья. 2019. N 2. С. 213-223.
2. Ивлева С.В. Определение содержания биологически активных компонентов в шелухе лука [электронный ресурс] // «Молодежь и наука»: сб. матер. X Юбилейной Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых с междунар. уч.,

посвящ. 80-летию образ. Красноярского края – Красноярск: Сибирский федеральный унт, 2014. URL: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/18150> (дата обращения: 26.02.2020).

3. Роговский В.С., Матюшин А.И., Шилановский Н.Л. Перспективы применения препаратов кверцетина для профилактики и лечения атеросклероза // Международный научный журнал. 2011. N 3. С. 114-118.

4. Al-Malaika S. The nature of transformation products of alpha-tocopherol formed during melt processing of LDPE // Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry. 1994. Vol. 32(16). P. 25-40.

5. Kavalcová P. Content of Total Polyphenols and Antioxidant Activity in Selected Varieties of Onion (*Allium cepa* L.) // Potravinarstvo. 2015. Vol. 9(1). P. 494-500.

6. Samper M. The potential of flavonoids as natural antioxidants and UV light stabilizers for polypropylene // Journal of Applied Polymer Science. 2013. Vol. 129(4). P.1707-1716.