

Д. С. Сергиевич, аспирант, магистр биол. наук;  
(БГТУ, г. Минск)

## **БИОЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИН ГИДРОХЛОРИДА, В СОСТАВЕ ПОЛИЛАКТИДНЫХ ПЛЕНОК**

В настоящее время множество научных работ посвящено созданию новых экологически чистых материалов, способных надежно защищать товары не только от механических повреждений, но и от воздействия негативных факторов окружающей среды. Актуальным направлением является создание биоразлагаемых полимеров с регулируемым сроком биodeградации. В зависимости от условий или состава, такие материалы способны защитить товары на протяжении всего срока обращения, а затем целиком разложиться под воздействием факторов окружающей среды и микроорганизмов. Одним из таких материалов является полимер молочной кислоты – полилактид (PLA), модифицированный производными полигексаметиленгуанидина.

Несмотря на то, что эффективность воздействия полигексаметиленгуанидина и его производных в их чистом виде достаточно широко исследована, механизмы действия в составе полимеров и их влияние на окружающую среду являются предметом современных научных изысканий. [1]

В настоящем исследовании изучена биоцидная активность полигексаметиленгуанидин гидрохлорида, введенного в состав полилактидной матрицы.

Пленки поли-L-лактида (PLA) с добавками (0,5-2,0 % масс.) получали методом реакционной экструзии порошка поли-L-лактида (4043D, «NatureWorksLLC»). В качестве биоцидной добавки использовали олигомерный полигексаметиленгуанидин (PHMG) гидрохлорид средневязкостной молекулярной массой 6400 Да, синтезированный по методике «ИХНМ НАН РБ» [2].

Исследование антимикробных свойств PLA пленок содержащих PHMG проводили, руководствуясь методикой изложенной в стандарте ISO 22196:2011. При этом в качестве тест-организмов использовали бактерии, различающиеся своими физиолого-биохимическими свойствами, в частности грамотрицательные *E. coli* и *P. aeruginosa*, а также грамположительные *S. aureus* и *E. faecalis*. Используемые тест-организмы культивировали в питательной среде M17.

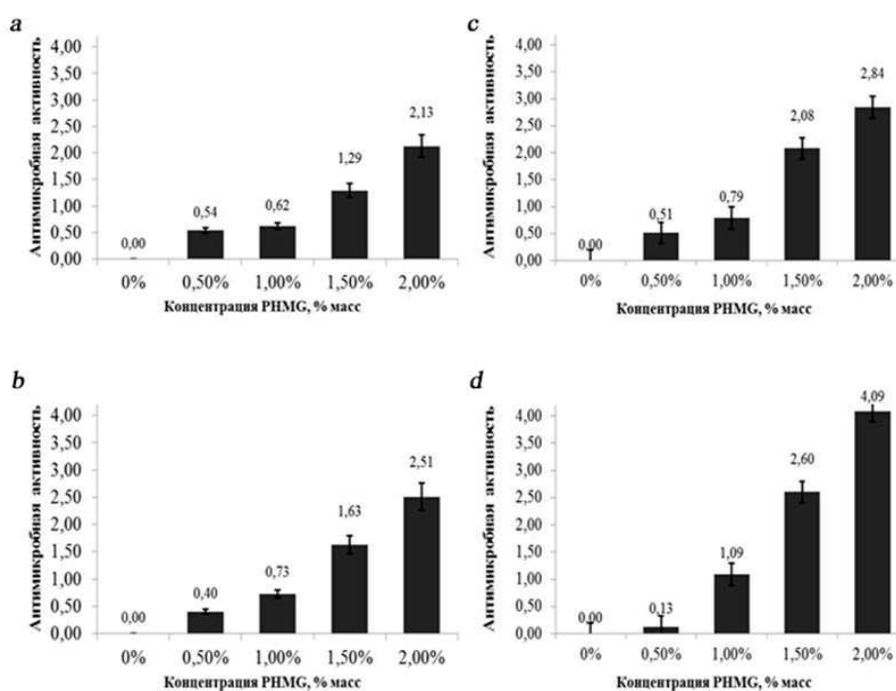
Количественную оценку способности обуславливать гибель бактериальных клеток оценивали по величине фактора редукции (FR) образцов:

$$FR = \log\left(\frac{K_2}{K_1}\right) \quad (1)$$

где,  $K_1$  – концентрация жизнеспособных клеток в промывной воде, полученной смывом с полилактидных пленок модифицированных PHMG;  $K_2$  – концентрация жизнеспособных клеток в промывной воде, полученной смывом с полилактидных пленок без добавления PHMG.

Согласно стандарту ISO 22196:2011, биоцидные свойства соединения считаются высокими, когда показатель антимикробной активности превышает два ( $R \geq 2,0$ ).

Из рисунка 1 видно, что антимикробная активность зависит от концентрации PHMG в составе полилактидных пленок. Однако достоверным антимикробным действием в отношении грамотрицательных бактерий обладают пленки, содержащие 2,0% PHMG (FR составляет 2,13 и 2,51 соответственно). Наиболее выражен эффект от добавки биоцида наблюдается в отношении грамположительных бактерий, на них оказывает действие добавка PHMG начиная с 1,5% (FR 2,08–2,60).



a) *P. aeruginosa* PAO-1; b) *E. coli* ATCC 8739; c) *S. aureus* ATCC 6538; d) *E. faecalis* N42 24.1.3

**Рисунок 1 – Антибактериальная активность полилактидных пленок, модифицированных полигексаметиленгуанидин гидрохлоридом**

Анализ влияния PHMG на бактерии отличающиеся типом метаболизма показало, что разницы в действии не наблюдается, что свидетельствует в пользу механизма связывания с компонентами липидного бислоя, а уж затем с внутренним содержимым клетки, когда в бислое образуются достаточно большие поры для беспрепятственного проникновения не только молекулы PHMG, но и некоторых других веществ [3].

Таким образом, полученные результаты показывают, что добавка PHMG может быть использована в качестве компонента, замедляющего бактериальную деградацию изделий из полилактида. Установлено, что наиболее выраженный бактерицидный эффект наблюдается в отношении грамположительных бактерий при введении в полимер биоцида в количестве превышающем 1,5 % масс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. The influence of modified polyhexamethylene guanidine PHMG on the biodegradation of polylactide / Richert, A., [et al.] // International Biodeterioration & Biodegradation – 2012 – P.1-7

2. Добыш, В. А. Влияние молекулярно-массовых и структурных характеристик полигексаметиленгуанидина на его биоцидную активность/ В.А. Добыш и др. // Журнал общей химии. – 2012. – т.82, №10. – с. 1690-1694

3. Лисица, А. В. Механизмы бактерицидного действия полигексаметиленгуанидина / А. В. Лисица // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України - Нац. аграр. ун-т. – Київ:2011 - №3 – С.11