

УДК 619:614.31:637.5:636.5:338.136.83

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ И ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ЖЕЛАТИНА

Бордюгова С.С., кандидат ветеринарных наук, доцент,
Белянская Е.В., кандидат ветеринарных наук доцент,
Пашенко О.А., кандидат ветеринарных наук, доцент,
Коновалова О.В., кандидат ветеринарных наук, доцент,
Зайцева А.А., кандидат ветеринарных наук, доцент,
тел. +7(959)127-44-41, bordugova.lana@mail.ru
ФГБОУ ВО Луганский ГАУ

Ключевые слова: биодegradуемые пленки, упаковка, водопоглощение, химическая стойкость.

В работе представлены данные по степени водопоглощения и химической стойкости экспериментальных биодegradуемых пленок на основе желатина после их получения и в процессе хранения в течение 6 месяцев. Установлена химическая устойчивость по отношению к спирту, щелочи и соляной кислоте и растворимость в серной и уксусной кислотах, а также степень водопоглощения экспериментальных биодegradуемых пленок на основе желатина.

Введение: Ежегодное увеличение потребления продуктов и изделий, реализуемых в упаковке, неизбежно увеличивает количество отходов, при этом снижается доля бумаги и картона в составе ТБО, а содержание предметов на основе синтетических полимеров увеличивается и, соответственно, угроза окружающей среде постоянно возрастает. Решение этой проблемы возможно за счет изготовления упаковки из биоразлагаемых материалов и внедрения «барьерных» технологий, позволяющих предупредить процессы микробиологической порчи и перекисного окисления липидов упакованной продукции. В роли «барьера» для микроорганизмов могут быть биополимерные пищевые плёнки и покрытия. Целесообразность

их использования обоснована следующим: отсутствием в рецептурном составе аллергенов и токсичных компонентов; способностью к барьерной защите от внешних загрязнителей и обеспечением стабильности пищевых систем; предотвращением в процессе хранения и транспортировки механических повреждений; возможностью обеспечения равновесного состояния газовой среды упаковки др. [1, 2].

В настоящее время для производства съедобных покрытий и плёнок используют такие соединения, как белки, липиды, углеводы (полисахариды) [2, 3, 4].

Целью работы являлось изучение степени водопоглощения и химической устойчивости по отношению к этиловому спирту, щелочам и кислотам экспериментальных биодegradируемых пленок на основе природного белка желатина.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные биодegradируемые пленки для пищевых продуктов были получены на основе желатина с добавлением различного количества пластификатора и активных компонентов. Концентрация пластификатора составила 5,0 % (Блок А) и 10,0% (Блок Б). Отличие образцов заключалось в различных компонентах растворителя (для пленки № 1 и № 2 вода, для пленки № 3 и № 4 вода и соевое молоко 1:1) и наличия активных компонентов (пленки № 1 и № 3 без добавления, к пленкам № 2 и № 4 добавляли микроорганизмы *Lactobacillus plantarum* № 11 EOA и *Lactobacillus acidophilus* SO из расчета 10^6 КОЕ в 1,0 мл).

Пленки изготавливали путем нанесения подготовленного пленкообразующего раствора на полимерные подложки, заранее обезжиренные спиртовым раствором. Толщину пленки регулировали количеством наносимого пленкообразующего раствора на подложки одинакового размера. У всех исследуемых образцов толщина пленки составляла $63,5 \pm 2,1$ мкм. Сушка пленок до влажности 8–9 % осуществлялась в сушильном шкафу с конвекцией при температуре 45–50 °C [5].

Измерение степени водопоглощения пленок устанавливали в соответствии с требованиями ГОСТ 4650-2014. Исследование проводили 1 раз в месяц в течении 6 месяцев, хранение пленок осуществляли в помещении, исключающем попадание прямых солнечных лучей при температуре $20 \pm 0,6$ °C.

Образцы тестируемых пленок вырезали в форме квадрата со стороной 50 мм, тщательно просушивали в сушильном шкафу при температуре 50°C в течение 24 ч, охлаждали в эксикаторе над пятиокисью фосфора при температуре 23°C и взвешивали. Далее образцы погружали в дистиллированную воду и выдерживали при температуре 50°C в течение 24 ч. После этого образцы вынимали из воды, вытирали фильтровальной бумагой в течение 1 мин и взвешивали. Массовую долю воды, поглощенную образцом, определяли по формуле:

$$C=13x[(m_2-m_1)/m_1]x100, \text{ где}$$

m_1 - масса испытуемого образца после первоначального просушивания и перед погружением в воду, мг (или масса испытуемого образца в период хранения перед погружением в воду, мг);

m_2 – масса испытуемого образца после выдержки в воде, мг.

Для изучения химической стойкости испытуемые образцы, вырезанные в форме квадрата со стороной 50 мм, погружали в стеклянную посуду с химически активной средой и устанавливали время и степень разложения. Длительность опыта составляла 96 часа, интервал измерений составил в первые 48 часов – 6 часов, в последующие 48 часов – 4 часа. Изучали влияние этилового спирта 96%, раствора гидроксида натрия, растворов серной, соляной и уксусной кислот.

Результаты исследований. При определении степени водопоглощения биодegradуемых пленок (рисунок) выявили, что максимальную степень водопоглощения имели образцы Блока Б (101,3-152,4%), а минимальную – образцы Блока А (19,8-40,1%). В процессе хранения степень водопоглощения снижалась у всех исследуемых образцов и зависела от количества пластификатора в составе. Так, у пленок Блока А за 6 месяцев данный показатель уменьшился на 7,5-9,2%, а у пленок Блока Б на 2,3-5,5%.

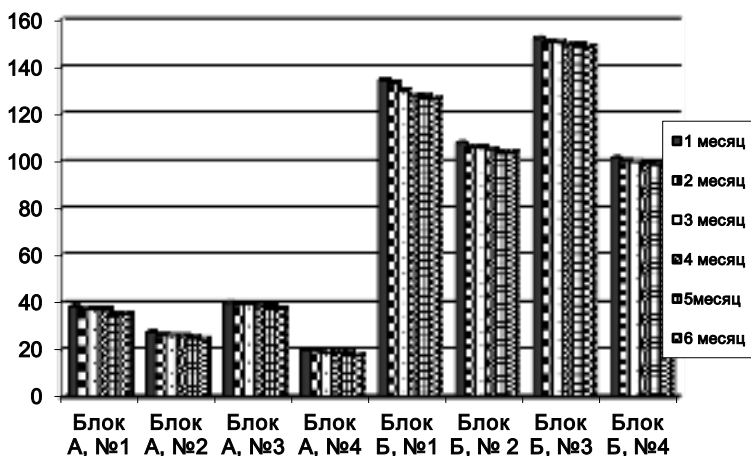


Рис. - Степень водопоглощения экспериментальных биodeградируемых пленок

Таким образом, был сделан вывод о предпочтительном использовании в качестве упаковочных материалов пленок, имеющих в своем составе 5,0% пластификатора, при этом следует учитывать, что достоверной разницы на степень водопоглощения не оказывал состав растворителя и наличие активных компонентов.

В таблице представлены данные о воздействии спирта, щелочи и кислот на экспериментальные биodeградируемые пленки. Выявили, что минимальная устойчивость образцов Блока Б (10,0% пластификатора) наблюдалась к растворам серной кислоты (период полного растворения составил 12-24 часа), менее агрессивно влияла уксусная кислота, растворившая пленки за 48 часов. Пленки, имеющие в своем составе 5,0 % пластификатора (Блок А) под воздействием данных кислот набухли, но не растворились. К воздействию спирта, щелочи и соляной кислоты образцы биodeградируемых пленок с 5,0% и 10,0% пластификатора оказались устойчивы.

Таблица - Химическая устойчивость пленок на основе желатина

Растворитель	Длительность растворения образца, ч (1/2/3/4/5/6 месяцев хранения)							
	Блок А				Блок Б			
	№1	№2	№3	№4	№1	№2	№3	№4
C ₂ H ₅ O H, 96%	-/-/- -/-/-	-/-/- /-/-/-	-/-/- /-/-/-	-/-/- /-/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- /-/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- /-/-/-
NaOH, 0,1М	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-
H ₂ SO ₄ , 0,1 М	+ /+ /+ / + /+ /+ /	+ /+ /+ / + /+ /+ /	+ /+ /+ /+ + /+ /+ /+	+ /+ /+ /+ + /+ /+ /+	12/12/12/ 12/12/12/	24/24/24/2 4/24/24	12/12/12/ 12/12/12	24/24/24/2 4/24/24
HCl, 0,1 М	-/-/- /-/-/-	-/-/- /-/-/-	-/-/- /-/-/-	-/-/- /-/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-	-/-/- -/-/-
CH ₃ CO OH, 0,2 М	+ /+ /+ / + /+ /+ /	+ /+ /+ / + /+ /+ /	+ /+ /+ /+ + /+ /+ /	+ /+ /+ /+ + /+ /+ /	48/48/48/4 8/48/48	48/48/48/4 8/48/48	48/48/48/4 8/48/48	48/48/48/4 8/48/48

Примечание: «-» образцы не растворились, «+» образцы набухли, но не растворились

Необходимо отметить, что процесс хранения не оказал влияния на химическую устойчивость изучаемых образцов пленок.

Заключение. Установлено, что максимальная устойчивость изучаемых экспериментальных биodeградируемых пленок на основе желатина наблюдалась к спирту, щелочи и соляной кислоте, минимальная – к серной и уксусной кислотам, при этом пленки с 10% пластификатора растворялись за 12-48 часов, а с концентрацией 5% - только набухали.

Степень водопоглощения не зависит от состава растворителя и наличия активных компонентов пленок. На водопоглощение оказывает влияние концентрация пластификатора в составе экспериментальных биodeградируемых пленок на основе желатина, с увеличением концентрации степень водопоглощения снижается.

Библиографический список:

1. Ногина, А.А. Разработка и исследование влияния биоразлагаемых пленок на показатели свежести мясных полуфабрикатов/ А. А. Ногина, С. Л. Тихонов, Н.В. Тихонова // Техника и технология пищевых производств. – 2018. – Т. 48, № 4. – С. 73–78. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-4-73-78>.

2. Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and

Aspergillus niger in grapes (*Vitis labrusca* L.) / N. S. T. dos Santos, A. J. A. A. Aguiar, C. E. V. de Oliveira // Food Microbiology. – 2012. – Vol. 32, No 2. – P. 345–353. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.07.014>.

3. Дышлюк, Л.С., Просеков, А.Ю. Исследование кинетики биоразложения, деформационно-прочностных и экотоксикологических свойств, газопроницаемости и водопоглощения антимикробных упаковочных биоразлагаемых пленок на основе природных полисахаридов // Вестник ВГУ. Серия: Химия, Биология, Фармация – 2019. - № 2. – С. 40-47.

4. Дышлюк, Л.С., Просеков, А.Ю., Асякина, Л.К. Изучение свойств биоразлагаемых пленок из природных полисахаридов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. - Т. 9. - № 4. - С. 703–711. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-4-703-711>.

5. Показатели оптической плотности биodeградируемых пленок на основе желатина / С. С. Бордюгова, Е. В. Белянская, О. А. Пашченко [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: Сборник трудов научно-практической конференции, Москва, 08 ноября 2022 года / Под общей редакцией С.В. Полябина, Л.А. Гнездиловой. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2022. – С. 377-379.

STUDY DEGREE OF WATER ABSORPTION AND CHEMICAL STABILITY OF BIODEGRADABLE FILMS BASED ON GELATIN

Bordyugova S.S., Belyanskaya E.V., Pashchenko O.A., Konovalova O.V., Zaitseva A.A.

Key words: *biodegradable films, packaging, water absorption, gelatin, safety.*

Abstract: *the paper presents data on the degree of water absorption and chemical resistance of experimental biodegradable films based on gelatin after their production and during storage for 6 months. Chemical resistance to alcohol, alkali and hydrochloric acid and solubility in sulfuric and acetic acids, as well as the degree of water absorption of experimental biodegradable films based on gelatin, have been established.*