

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-25-32>

УДК 678.01:547.458.61

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ЗЕИНА И ГЛЮКОМАННАНА

И. Б. ИСМАИЛОВ¹⁺, Х. М. АБДУЛЛАЕВ², А. С. НАСРИДДИНОВ¹, З. К. МУХИДИНОВ¹

¹Институт химии имени В. И. Никитина АН Республики Таджикистан, ул. Айни, 299/2, 734063, г. Душанбе, Таджикистан

²Таджикский национальный университет, кафедра физики твёрдых тел физического факультета, Проспект Рудаки, 17, 734025, г. Душанбе, Таджикистан

В данной статье приводятся результаты исследования взаимодействия природных полимеров зеина и глюкоманнана при формировании биоразлагаемых композитных пленок, оценка их физико-механических свойств.

Методом ИК-Фурье спектроскопии исследованы взаимодействия полимеров при формировании пленок. Установлено, что в полученных плёнках происходит молекулярное взаимодействие зеина и глюкоманнана. Изучены их физико-механические свойства в соответствии с ГОСТ 14236. Изменение физического состояния композитных пленок сопровождается изменением их механических характеристик. Установлено, что при массовом соотношении компонентов зеин/глюкоманнан = 1,0–1,75, композитные пленки находятся в высокоэластическом, а при более высоких значениях 1,75–2,0 — в стеклообразном состоянии.

Для оценки барьерных свойств разработанных композитных пленок исследовали их влагопроницаемость. Предполагали, что благодаря своей гидрофобной природе пленки, содержащие зеин, должны обеспечивать низкую проницаемость водяного пара. Результаты исследования показали, что композитные пленки с содержанием зеина 60–63% (зеин/ глюкоманнан = 1,5–1,75) можно использовать для получения биоразлагаемых упаковочных материалов с удовлетворительными механическими, влагоудерживающими и влагозащитными свойствами.

Ключевые слова: зеин, глюкоманнан, биоразлагаемая плёнка, физико-механические свойства.

MECHANICAL PROPERTIES OF BIODEGRADABLE COMPOSITES BASED ON ZEIN AND GLUCOMANNAN

I. B. ISMAILOV¹⁺, KH. M. ABDULLAEV², A. S. NASRIDDINOV¹, Z. K. MUHIDINOV¹

¹V. I. Nikitin Institute of Chemistry Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Ainy St., 299/3, 734063, Dushanbe, Tajikistan

²Tajik National University, Department of Solid State Physics of the Physical faculty, Rudaki Ave, 17, 734025, Dushanbe, Tajikistan

This article presents the results of a study of the interaction of natural polymers of zein (Z) and glucomannan (GM) in the formation of biodegradable composite films, an evaluation of their mechanical properties.

The method of FTIR spectroscopy was used to study polymer interactions during film formation. It was established that the molecular interaction of zein and glucomannan occurs in the resulted films. Their physical and mechanical properties were studied in accordance with GOST 14236. A change in the physical state of composite films is accompanied by a change in mechanical characteristics. It was found that with the mass ratio of components Z/GM = 1.0–1.75, the composite films are in a highly elastic state, and at higher values of 1.75–2.0, they are in a glassy state.

To assess the barrier properties of the developed composite films, their moisture permeability was studied. It was suggested that, due to their hydrophobic nature, films containing zein should provide low water

⁺ Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: ikromjon.bomurodi92@mail.ru

vapor permeability. The results of the study showed that composite films with a zein content of 60–63% ($Z/GM = 1.5-1.75$) can be used in producing biodegradable packaging materials with satisfactory mechanical, moisture-holding and moisture-proofing properties.

Keywords: zein, glucomannan, biodegradable film, physical and mechanical properties.

Поступила в редакцию 22.01.2020

© И. Б. Исмаилов, Х. М. Абдуллаев, А. С. Насриддинов, З. К. Мухидинов, 2020

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Исмаилов И. Б., Абдуллаев Х. М., Насриддинов А. С., Мухидинов З. К. Физико-механические свойства биоразлагаемых композитов на основе зеина и глюкоманнана // Полимерные материалы и технологии. 2020. Т. 6, № 1. С. 25–32. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-25-32>

Citation sample:

Ismailov I. B., Abdullaev Kh. M., Nasriddinov A. S., Mukhidinov Z. K. Fiziko-mekhanicheskie svoystva biorazlagaemykh kompozitov na osnove zeina i glyukomannana [Mechanical properties of biodegradable composites based on zein and glucomannan]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2020, vol. 6, no. 1, pp. 25–32. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2020-6-1-25-32>

Литература

- Ghosh P. Polymer Science and Technology, Plastics, Rubbers, Blends and Composites. 3 edition. New Delhi: McGraw Hill Education, 2001, 598 p.
- Савицкая Т. А. Съедобные полимерные плёнки и покрытия: история вопроса и современное состояние (обзор) // Полимерные материалы и технологии. 2016. Т. 2, № 2. С. 6–36. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2016-2-2-6-36>
- Tharanathan R. N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future // Trends in Food Science & Technology, 2003, vol. 14, is. 3, pp. 71–78. DOI: 10.1016/S0924-2244(02)00280-7
- Fakhoury F. M., Martelli S. M., Bertan L. C., Yamashita F., Mei L. H. I., Queiroz F. P. C. Edible films made from blends of manioc starch and gelatin—Influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties // LWT — Food Science and Technology, 2012, vol. 49, no. 1, pp. 149–154.
- Krocha J. M., Mulder-Johnston C. De. Edible and biodegradable polymer films: Challenges and Opportunity // Food Technology, 1997, vol. 51, no. 2, pp. 61–74.
- Wu C. H., Peng S. H., Wen C. R., Wang X. M., Fan L. L., Deng R. H., Pang J. Structural characterization and properties of konjac glucomannan/curdlan blend films // Carbohydrate Polymers, 2012, vol. 89, is. 2, pp. 497–503. doi: 10.1016/j.carbpol.2012.03.034
- Muhidinov Z. K., Bobokalonov J. T., Ismoilov I. B., Strahan G. D., Chau H. K., Hotchkiss A. T., Liu L. S. Characterization of two types of polysaccharides from *Eremurus hissaricus* roots growing in Tajikistan // Food Hydrocolloids, 2020, vol. 105, art. 105768. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105768>
- Касымова Г. Ф., Бобокалонов Д. Т., Халикова М. Д., Мухидинов З. К., Куканиев М. А. Выделение и характеристика зеинов кукурузы, произрастающей в Таджикистане // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2007. № 2 (127). С. 42–50.
- Исмаилов И. Б., Маликов Т. С., Насриддинов А. С., Джонмуродов А. С., Мухидинов З. К. Формирование биоразлагаемых композитов на основе зеина и глюкоманнана // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2019. Т. 62, № 3–4. С. 207–214.
- Kai Wang, Kao Wu, Man Xiao, Ying Kuang, Harold Corke, Xuwen Ni, Fatang Jiang. Structural characterization and properties of konjac glucomannan and zein blend films // International Journal of Biological Macromolecules, 2017, vol. 105, pp. 1096–1104. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.07.127
- GB/T 1037-1988, Chinese National Standard. Plastic Film and Shee of Water Vapor Permeability Test Method. 1988.
- Chen J. G., Liu C. H., Chen Y. Q., Chen Y., Chang P. R. Structural characterization and properties of starch/konjac glucomannan blend films // Carbohydrate polymers, 2008, vol. 74, no. 4, pp. 946–952.

13. Cho S. Y., Lee S. Y., Rhee C. Edible oxygen barrier bilayer film pouches from corn zein and soy protein isolate for olive oil packaging // *LWT – Food Science and Technology*, 2010, vol. 43, is. 8, pp. 1234–1239.
14. Ozcalik O., Tihminlioglu F. Barrier properties of corn zein nanocomposite coated polypropylene films for food packaging applications // *Journal of Food Engineering*, 2013, vol. 114, is. 4, pp. 505–513.
15. Sperling L. H. *Introduction to Physical Polymer Science*. 4th ed. Hoboken: Wiley-Interscience, 2006. xxx, 845 p.

References

1. Ghosh P. *Polymer Science and Technology, Plastics, Rubbers, Blends and Composites*. 3 edition. New Delhi: McGraw Hill Education, 2001, 598 p.
2. Savitskaya T. A. S"edobnye polimernye plenki i pokrytiya: istoriya voprosa i sovremennoe sostoyanie (obzor) [Edible films and coatings: story and trends (A review)]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer materials and technology], 2016, vol. 2, no 2. pp. 6–36. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2016-2-2-6-36>.
3. Tharanathan R. N. Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, 2003, vol. 14, is. 3, pp. 71–78. DOI: 10.1016/S0924-2244(02)00280-7
4. Fakhoury F. M., Martelli S. M., Bertan L. C., Yamashita F., Mei L. H. I., Queiroz F. P. C. Edible films made from blends of manioc starch and gelatin—Influence of different types of plasticizer and different levels of macromolecules on their properties. *LWT – Food Science and Technology*, 2012, vol. 49, no. 1, pp. 149–154.
5. Krocha J. M., Mulder-Johnston C. De. Edible and biodegradable polymer films: Challenges and Opportunity. *Food Technology*, 1997, vol. 51, no. 2, pp. 61–74.
6. Wu C. H., Peng S. H., Wen C. R., Wang X. M., Fan L. L., Deng R. H., Pang J. Structural characterization and properties of konjac glucomannan/curdlan blend films. *Carbohydrate Polymers*, 2012, vol. 89, is. 2, pp. 497–503. doi: 10.1016/j.carbpol.2012.03.034
7. Muhidinov Z. K., Bobokalonov J. T., Ismoilov I. B., Strahan G. D., Chau H. K., Hotchkiss A. T., Liu L. S. Characterization of two types of polysaccharides from *Eremurus hissaricus* roots growing in Tajikistan. *Food Hydrocolloids*, 2020, vol. 105, art. 105768. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105768>
8. Kasymova G. F., Bobokalonov D. T., Khalikova M. D., Mukhidinov Z. K., Kukaniev M. A. Vydelenie i kharakteristika zeinov kukuruzy, proizrastayushchey v Tadzhikestane [Excretion and characterization of zeins of maize growing in Tajikistan]. *Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadzhikestan. Otdelenie fiziko-matematicheskikh, khimicheskikh, geologicheskikh i tekhnicheskikh nauk* [News of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan. Department of physical, mathematical, chemical, geological and technical Sciences], 2007, no. 2 (127), pp. 42–50.
9. Ismailov I. B., Malikov T. S., Nasriddinov A. S., Dzhonmurodov A. S., Mukhidinov Z. K. Formirovanie biorazlagaemykh kompozitov na osnove zeina i glyukomannana [Preparation and characterization of the biodegradable films from zein and glucomannan]. *Doklady Akademii nauk Respubliki Tadzhikestan* [Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan], 2019, vol. 62, no. 3–4, pp. 207–214.
10. Kai Wang, Kao Wu, Man Xiao, Ying Kuang, Harold Corke, Xuewen Ni, Fatang Jiang. Structural characterization and properties of konjac glucomannan and zein blend films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2017, vol. 105, pp.1096–1104. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.07.127
11. Chinese National Standard GB/T 1037-1988. Plastic Film and Shee of Water Vapor Permeability Test Method. 1988.
12. Chen J. G., Liu C. H., Chen Y. Q., Chen Y., Chang P. R. Structural characterization and properties of starch/konjac glucomannan blend films. *Carbohydrate polymers*, 2008, vol. 74, no. 4, pp. 946–952.
13. Cho S. Y., Lee S. Y., Rhee C. Edible oxygen barrier bilayer film pouches from corn zein and soy protein isolate for olive oil packaging. *LWT – Food Science and Technology*, 2010, vol. 43, is. 8, pp. 1234–1239.
14. Ozcalik O., Tihminlioglu F. Barrier properties of corn zein nanocomposite coated polypropylene films for food packaging applications. *Journal of Food Engineering*, 2013, vol. 114, is. 4, pp. 505–513.
15. Sperling L. H. *Introduction to Physical Polymer Science*. 4th ed. Hoboken: Wiley-Interscience, 2006. xxx, 845 p.