

**ВЛИЯНИЕ ТРАНСГЛУТАМИНАЗЫ НА СВОЙСТВА
ХИТОЗАН-ЖЕЛАТИНОВЫХ ПЛЕНОК**

Александрова Л. В. (ИТМО)

Научные руководители – доктор технических наук, профессор Успенская М.В. (ИТМО), доктор технических наук, профессор Ишевский А.Л. (ИТМО)

Введение. Получение биodeградируемых гибких упаковочных материалов на основе биополимеров является актуальной темой в связи с увеличением синтетических пластиковых отходов. Для получения гибкой упаковки среди полимеров на биооснове наиболее распространенный тип в промышленном производстве – материалы на основе крахмалов [1]. Однако в исследовательской литературе часто встречаются пленки на основе желатина, получаемого путем частичного расщепления коллагена. Этот компонент уникален тем, что обладает термообратимыми свойствами с температурой плавления, близкой к температуре тела. Также он обладает хорошей механической прочностью, является биodeградируемым, не токсичным компонентом. Но желатиновая пленка, как и большинство белковых пленок, не обладает хорошей паронепроницаемостью, что ограничивает ее применение в качестве пищевой пленки. Добавление других биополимеров (в том числе и хитозана), пластификаторов, сшивающих веществ может позволить преодолеть недостатки желатиновых пленок [2], [3].

Основная часть. Для сшивания желатина могут использоваться альдегиды, которые очень быстро связываются с белками, но они обладают токсичностью, которая неприемлема в пищевой промышленности. Природный сшивающий агент генипин обладает высокой стоимостью. Поэтому в качестве сшивающего агента в данной работе выбрана трансглютаминаза (мТГ), используемая в пищевой промышленности и обладающая уникальной способностью изменять функциональные свойства белков путем образования ковалентных сшивок [4]. Существуют важные различия между эндогенными тТГ, широко встречающимися в тканях растений и животных, и ферментами микробного происхождения – мТГазами, секретируемыми *Streptovorticillium mobaraense*. Активность мТГ не зависит от присутствия Ca^{2+} в отличие от тТГ [5]. мТГаза является более стабильной, катализирует реакцию при более высоких температурах (20–50 °С в зависимости от конкретного ферментного препарата и субстрата). мТГ оказывает влияние на прочностные характеристики пленок (как правило, прочность на разрыв увеличивается), улучшает водобарьерные свойства и растворимость пленок в воде. В данной работе в композицию введен также экстракт семян грейпфрута, оказывающий противомикробные свойства.

Выводы. Введение мТГ значительно снижает водопоглощение пленок и их растворимость в воде. Добавление 3,3 мг/мл мТГ и введение ксилита в качестве пластификатора позволили получить пленки с прочностными свойствами на разрыв в пределах до 20 МПа. Полученные пленки обладают хорошими антибактериальными свойствами против *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* и умеренными свойствами против *Candida albicans*.

Список использованных источников:

1. А. А. Al-Hassan and M. H. Norziah, “Starch-gelatin edible films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers,” *Food Hydrocoll.*, vol. 26, no. 1, pp. 108–117, 2012, doi: 10.1016/j.foodhyd.2011.04.015.
2. Kołodziejaska and B. Piotrowska, “The water vapour permeability, mechanical properties and solubility of fish gelatin-chitosan films modified with transglutaminase or 1-ethyl-3-

(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide (EDC) and plasticized with glycerol,” *Food Chem.*, vol. 103, no. 2, pp. 295–300, 2007, doi: 10.1016/j.foodchem.2006.07.049.

3. R. A. De Carvalho and C. R. F. Grosso, “Characterization of gelatin based films modified with transglutaminase, glyoxal and formaldehyde,” *Food Hydrocoll.*, vol. 18, no. 5, pp. 717–726, 2004, doi: 10.1016/j.foodhyd.2003.10.005.

4. T. N. Pivnenko, “Primeneniye transglutaminazy v pishchevoy promyshlennosti,” *Biochem. Biotechnol.*, vol. 55, no. 1, pp. 5–22, 2021.

5. M. Rosseto et al., “Combined effect of transglutaminase and phenolic extract of *Spirulina platensis* in films based on starch and gelatin recovered from chrome III tanned leather waste,” *Biofuels, Bioprod. Biorefining*, vol. 15, no. 5, pp. 1406–1420, 2021, doi: 10.1002/bbb.2244.