

УДК 631.95

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-368-3-117-121

О.В. Зинина, ✉
С.П. Меренкова,
Е.А. Вишнякова

Южно-Уральский государственный
университет, Челябинск,
Российская Федерация

✉ zininaov@susu.ru

Поступила в редакцию:
01.02.2023

Одобрена после рецензирования:
15.02.2023

Принята к публикации:
01.03.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-368-3-117-121

Oksana V. Zinina, ✉
Svetlana P. Merenkova,
Elena A. Vishnyakova

South Ural State University,
Chelyabinsk, Russian Federation

✉ zininaov@susu.ru

Received by the editorial office:
01.02.2023

Accepted in revised:
15.02.2023

Accepted for publication:
01.03.2023

Технологии получения пищевых пленочных покрытий на основе различных структурообразователей

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Разработки новых композиционных материалов как основы для пищевых биоразлагаемых пленок в последние годы становятся актуальными в связи с необходимостью отказа от синтетических полимерных материалов. Структура и свойства пищевых пленок зависят от специфических особенностей выбранных в качестве основы биополимеров, поэтому возникает необходимость изучения характеристик пищевых пленок, изготовленных на разных структурообразователях. Кроме того, индивидуальные особенности структурообразователей влияют на технологические параметры изготовления пищевых пленок.

Методы. Объектами исследования являются пищевые пленки, полученные на основе пектина, агара и альгината с добавлением белкового гидролизата. По представленным в работе технологиям получены пищевые пленки. Изучены их органолептические показатели и микроструктура, измерена толщина с помощью штангенциркуля.

Результаты. Представлен обзор основных типов структурообразователей, используемых при изготовлении пищевых пленок. Описаны технологии и композиции изготовленных в лабораторных условиях пленок. Визуальная оценка пленок показала, что на основе пектина пленка получается прозрачной, в пленках на альгинате видны нерастворимые вкрапления компонентов, что подтверждают и результаты микроскопии, пленка на агаре наиболее плотная и практически непрозрачная. Толщина пленок варьирует от 0,11 мм у альгинатных пленок до 0,19 мм у пленок на агаре. Таким образом, при получении пленок необходимо учитывать технологические свойства компонентов матрицы, что в итоге повлияет на материалы и его механические характеристики.

Ключевые слова: пищевая пленка, микроструктура, структурообразователь, белковый гидролизат, пектин, агар, альгинат

Для цитирования: Зинина О.В., Меренкова С.П., Вишнякова Е.А. Технологии получения пищевых пленочных покрытий на основе различных структурообразователей. *Аграрная наука*. 2023; 368(3): 117–121. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-117-121>

© Зинина О.В., Меренкова С.П., Вишнякова Е.А.

Technologies for obtaining food film coatings based on various structure formers

ABSTRACT

Relevance. The development of new composite materials as the basis for food biodegradable films has become relevant in recent years due to the need to abandon synthetic polymeric materials. The structure and properties of food films depend on the specific features of the biopolymers chosen as the basis, and therefore it becomes necessary to study the characteristics of food films made on different structure-forming agents. In addition, the individual characteristics of structurers affect the technological parameters of the production of food films.

Methods. The objects of research are food films obtained on the basis of pectin, agar and alginate with the addition of protein hydrolyzate. Food films were obtained using the technologies presented in the work. Their organoleptic characteristics and microstructure were studied; the thickness was measured using a caliper.

Results. A review of the main types of structure-forming agents used in the manufacture of food films is presented. The technologies and compositions of the films produced under laboratory conditions are described. The visual assessment of the films showed that the pectin-based film is transparent, in the films on alginate, insoluble inclusions of components are visible, which is also confirmed by the results of microscopy, the film on agar is the dense and practically not transparent. The thickness of the films varies from 0.11 mm for alginate films to 0.19 mm for agar films. Thus, when producing films, it is necessary to take into account the technological properties of the matrix components, which will eventually affect the materials and its mechanical characteristics.

Key words: food film, microstructure, structurant, protein hydrolysate, pectin, agar, alginate.

For citation: Zinina O.V., Merenkova S.P., Vishnyakova E.A. Technologies for obtaining food film coatings based on various structure formers. *Agrarian science*. 2023; 368(3): 117–121. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-117-121> (In Russian).

© Zinina O.V., Merenkova S.P., Vishnyakova E.A.

Введение / Introduction

В связи с постепенным переходом промышленного производства упаковочных материалов на биоразлагаемые возникает необходимость разработки новых композиционных составов с определенными свойствами в зависимости их от назначения. Особо актуально использование биоразлагаемых и биоактивных пленочных покрытий в пищевой промышленности, так как большие объемы синтетических материалов идут именно на упаковку данной категории продукции.

Важнейшими характеристиками пищевых пленок и покрытий являются барьерные свойства, паро- и газопроницаемость, структурно-механические свойства и влияние на внешний вид пищевых продуктов [1]. Кроме того, пленки и покрытия могут являться носителями агентов биоконтроля и широкого спектра биоактивных и функциональных соединений, оказывающих влияние на сохранность продукции в процессе хранения, предотвращение окислительной и микробиологической порчи. В качестве таких активных компонентов используют антиоксиданты, противомикробные добавки, активные ионы металлов, а также гидролизаты белков, содержащие биоактивные пептиды [2–4].

На формирование таких свойств пленок, как смачиваемость, однородность, биodeградация, будет влиять состав композиции. Обычно при изготовлении биоразлагаемых материалов в качестве основы и структурообразователя используют природные биополимеры. Для придания пленкам гибкости, растяжимости и стабильности структуры добавляют пластификаторы и эмульгаторы. Кроме того, в состав могут быть включены сшивающие агенты, поверхностно-активные вещества, функциональные добавки.

В качестве структурообразователей целесообразно использовать вторичные ресурсы и отходы производства, получаемые при переработке сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения: соединительную ткань как сырье для получения коллагена, хитин и его производное хитозан, целлюлозу и другие биополимеры, содержащиеся в растительных отходах.

В таблице 1 приведены сравнительные свойства пищевых пленок на разных структурообразователях.

На рисунке 1 представлены схематически разные способы получения пленочных материалов.

Цель работы — исследование свойств пищевых пленок, полученных на различных структурообразователях с добавлением белкового гидролизата.

Методы и материалы / Methods and materials

Объектами исследования являются пленки, полученные на разных основах структурообразователей, с добавлением в качестве активного компонента гидролизата белка, полученного микробной ферментацией желудков цыплят-бройлеров в творожной сыворотке в присутствии пропионовокислых бактерий [13].

Для получения полимерной матрицы использовали: пектин со степенью этерификации 36–40% (Dangshan Haisheng Pectin Co., Ltd., Китай); агар (ООО «Роспланта», Россия); альгинат натрия (ООО «Ингредико», Россия).

В качестве пластификатора в состав композиции включали глицерин (ООО «Йодные технологии и маркетинг», Россия).

Рецептуры композиций и технологические особенности получения пленок на различных структурообразователях приведены на рисунке 2.

После получения пищевых пленок по приведенным технологическим схемам проведены визуальная оценка внешнего вида пленок и исследование их микроструктуры под микроскопом «Микромед» при увеличении 400.

Толщину пленок измеряли цифровым штангенциркулем ШЦЦ-150-1. Среднюю толщину определяли по результатам 10 измерений на различных участках пленки.

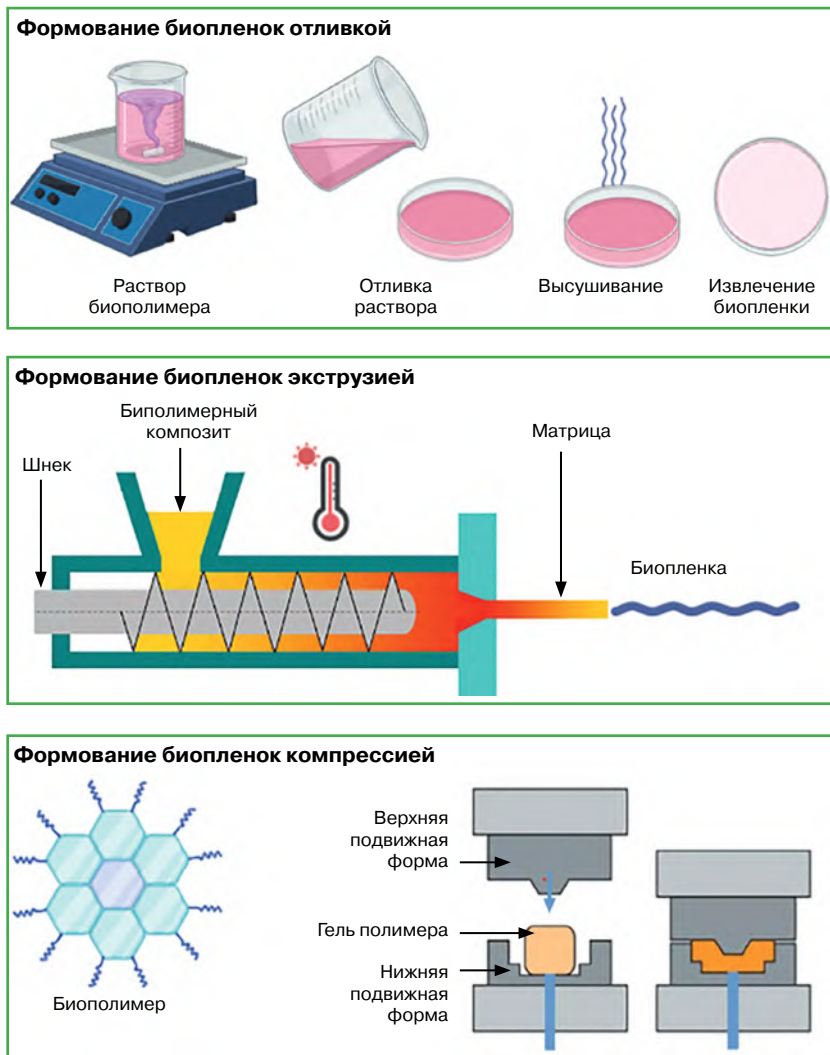
Результаты и обсуждения / Results and discussion

Свойства пленочных материалов зависят от концентрации и специфических особенностей используемых структурообразователей. На рисунке 3 приведены внешний вид, толщина и микроструктура пищевых

Таблица 1. Пищевые пленки на разных структурообразователях

Table 1. Food membranes on different structure formers

Структуро-образователь	Положительные свойства	Отрицательные свойства	Источник
Крахмалы	Полимерные пленки, полученные из крахмала, биоразлагаемы и имеют хорошие барьерные свойства по отношению к кислороду. Модифицированные термopластичные крахмалы экономичны и доступны в больших количествах для производства упаковки	Полимеры на основе крахмала обладают низкой влагостойкостью, что ограничивает их применение в производстве упаковки. Нативный крахмал представляет собой негибкую кристаллическую молекулярную структуру	[5–7]
Пектин	Доступность, низкая стоимость, структурная гибкость и способность к полимеризации способствуют его использованию в качестве матрицы для пищевых упаковочных материалов	Обладают слабыми антимикробными свойствами	[8, 9]
Желатин	Обладает различными функциональными свойствами: защитная коллоидная функция, образование и стабилизация эмульсии и пены, адгезия и когезия, а также способность образовывать пленки; свойства, связанные с гелеобразованием, такие как загущение, текстурирование и связывание воды	Ограниченная термостабильность и механические свойства при обработке. Из-за высокой гигроскопичности имеет тенденцию набухать или растворяться при контакте с поверхностью продуктов с высоким содержанием влаги	[10, 11]
Коллаген	Обладает хорошими барьерными свойствами для влаги, кислорода, предотвращает миграцию растворенных веществ, обеспечивает структурную целостность и паропроницаемость	Имеет шероховатую поверхность и низкую термическую стабильность, низкую механическую прочность	[12]

Рис. 1. Способы формирования пищевых биопленок**Fig. 1.** Methods for forming food biofilms

пленок, полученных на основе пектина, агара и альгината. Все образцы пленок были гибкие, без трещин и посторонних включений, без пузырьков воздуха. Наиболее прозрачной оказалась пленка на основе пектина, менее прозрачна — на основе агара. В пленке на основе альгината визуализируются нерастворимые вкрапления.

При исследовании микроструктуры также заметны эти включения. Более однородная структура у пектиновых пленок, на микропрепарате заметна равномерно распределенная аморфная масса. Межмолекулярное взаимодействие составных компонентов композиции, растворимость соединений будут влиять на формирование механических свойств пленок. Наличие комплексных соединений в составе композиции вызывает структурные изменения в матрице пленки, что приводит к менее плотной структуре [14].

Разные авторы приводят данные о толщине получаемых пищевых пленок в зависимости от типа структурообразователя и количества пленкообразующего раствора. Так, толщина пленок на желатине, полученном из отходов рыбоперерабатывающей промышленности, варьирует от 38,42 до 69,37 мкм [15], пленок на агаре — от 31,5 до 52,0 мкм [1], пленок на крахмале — от 0,23 до 0,26 мм [6].

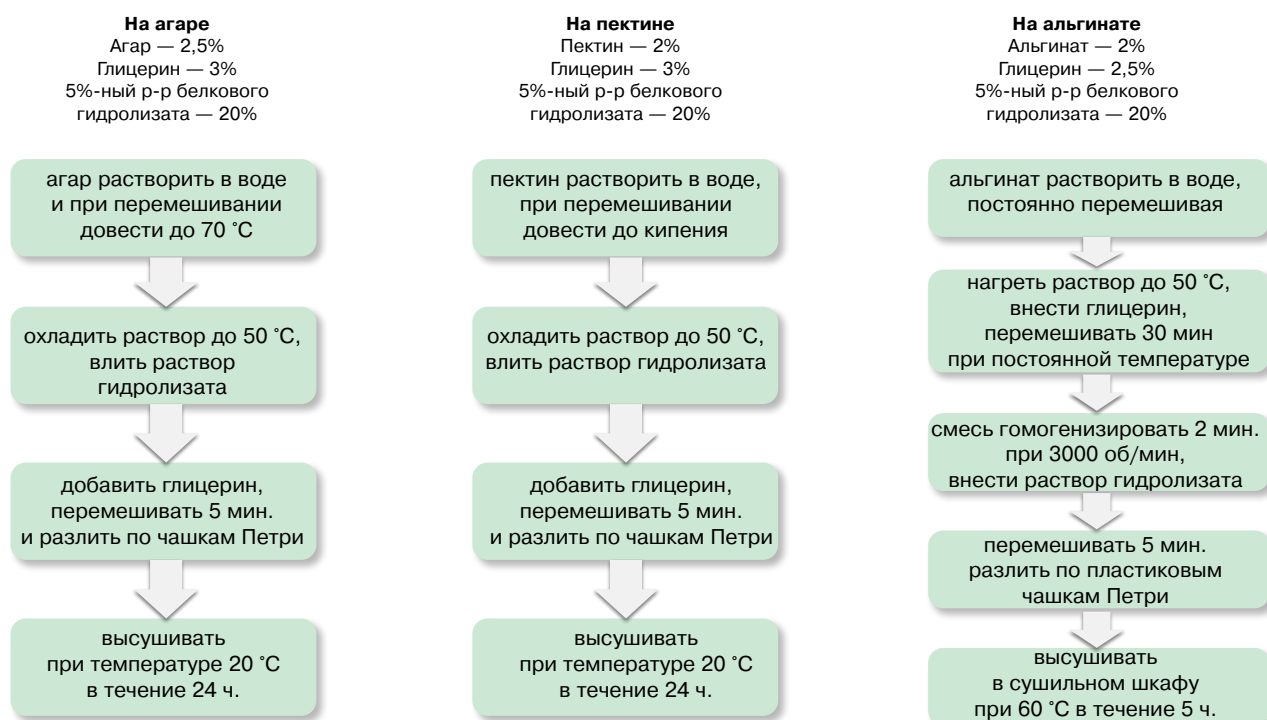
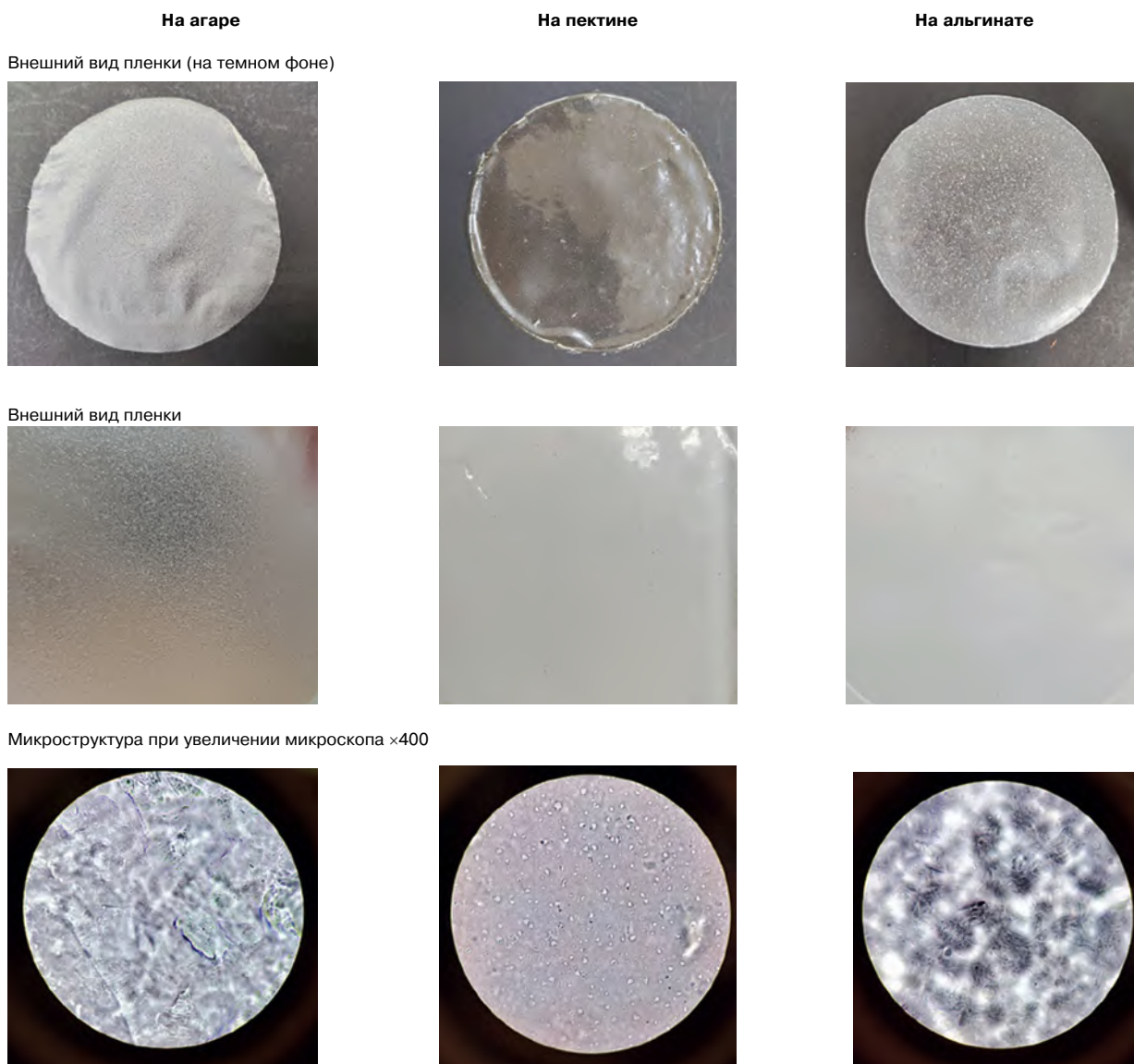
Рис. 2. Композиции и технологии получения пленок**Fig. 2.** Compositions and technologies for obtaining films

Рис. 3. Внешний вид и микроструктура пленок**Fig. 3.** Appearance and microstructure of films**Выводы/ Conclusions**

Результаты работы показали, что органолептические свойства, толщина и микроструктура пищевых пленок зависят от типа структурообразователя. Также выбранная основа материала предусматривает особенности

технологических подходов при получении композиции для формования. При введении одинакового количества раствора белкового гидролизата визуально полученные пленки значительно отличаются друг от друга, в том числе по толщине.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда № 23-26-00153 <https://rscf.ru/project/23-26-00153/>

FUNDING

This research was funded by Russian Science Foundation No. 23-26-00153 <https://rscf.ru/project/23-26-00153/>

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихонов С.Л., Тихонова Н.В., Ногина А.А. Технология и оценка качества пищевых пленок. *Вестник ВСГУТУ*. 2019; 1(72): 19–28. eLIBRARY ID: 37182009

REFERENCES

1. Tikhonov S.L., Tikhonova N.V., Nogina A.A. Technology and quality assessment of food films. *Bulletin of the East Siberian State University of Technology and Management*. 2019; 1(72): 19–28. eLIBRARY ID: 37182009 (In Russian).

2. Ногина А.А., Тихонов С.Л., Тихонова Н.В. Разработка и исследование влияния биоразлагаемых пленок на показатели свежести мясных полуфабрикатов. *Техника и технология пищевых производств*. 2018; 48(4): 73–78. eLIBRARY ID: 36932023
3. Мукатова М.Д., Сколков С.А., Моисеенко М.С., Киричко Н.А. Пищевая биоразлагаемая пленка с использованием хитозана. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2018; 3: 124–131. eLIBRARY ID: 35585095
4. Gonçalves J., Filho O., Egea M.B. Edible Bioactive Film with Curcumin: A Potential «Functional» Packaging? *Int. J. Mol. Sci.* 2022; 23: 5638. <https://doi.org/10.3390/ijms23105638>
5. Dorigato A., Perin D., Pegoretti A. Effect of the Temperature and of the Drawing Conditions on the Fracture Behaviour of Thermoplastic Starch Films for Packaging Applications. *Journal of Polymers and the Environment*. 2020; 28: 3244–3255. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01843-3>
6. Потороко И.Ю., Малинин А.В., Цатуров А.В. и др. Биоразлагаемые материалы на основе растительных полисахаридов для упаковки пищевых продуктов. Часть 4: Структурные изменения компонентов в матрице материала. *Вестник ЮУрГУ. Серия: Пищевые и биотехнологии*. 2022; 10(4): 26–35. <https://doi.org/10.14529/food220403>
7. Shevkani K., Singh N., Bajaj R., Kaur A. Wheat starch production, structure, functionality and applications-a review. *International Journal of Food Science & Technology*. 2017; 52: 38–58. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13266>
8. Kumar M., Tomar M., Saurabh V., Mahajan T., Punia S., Contreras M. del M., Rudra S.G., Kaur C., Kennedy J.F. Emerging trends in pectin extraction and its anti-microbial functionalization using natural bioactives for application in food packaging. *Trends in Food Science & Technology*. 2020; 105:223–237. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.009>
9. Ifigiez-Moreno M., Ragazzo-Sánchez J.A., Calderón-Santoyo M. An Extensive Review of Natural Polymers Used as Coatings for Postharvest Shelf-Life Extension: Trends and Challenges. *Polymers*. 2021; 13: 3271. <https://doi.org/10.3390/polym13193271>
10. Scopel B.S., Ribeiro M.E., Dettmer A., Baldasso C. Cornstarch-Gelatin Films: Commercial Gelatin Versus Chromed Leather Waste Gelatin and Evaluation of Drying Conditions. *Journal of Polymers and the Environment*. 2018; 26: 1998–2006. <https://doi.org/10.1007/s10924-017-1097-z>
11. Chandra M.V., Shamasundar B.A. Texture Profile Analysis and Functional Properties of Gelatin from the Skin of Three Species of Fresh Water Fish. *International Journal of Food Properties*. 2015; 18: 572–584. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.845787>
12. Lisitsyn A., Semenova A., Nasonova V., Polishchuk E., Revutskaya N., Kozyrev I., Kotenkova E. Approaches in Animal Proteins and Natural Polysaccharides Application for Food Packaging: Edible Film Production and Quality Estimation. *Polymers*. 2021; 13:1592. <https://doi.org/10.3390/polym13101592>
13. Зинина О.В., Ребезов М.Б., Меренкова С.П. Оптимизация процесса получения белковых обогаителей из субпродуктов на основе микробной ферментации сырья. *Всё о мясе*. 2022; 2: 14–17. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2022-2-14-17>
14. Perera K.Y., Sharma Sh., Pradhan D., Jaiswal A.K., Jaiswal S. Seaweed Polysaccharide in Food Contact Materials (Active Packaging, Intelligent Packaging, Edible Films, and Coatings). *Foods*. 2021; 10: 2088. <https://doi.org/10.3390/foods10092088>
15. Сергязева О.Д., Долганова Н.В. Применение пленок на основе желатина для сохранения качества пищевых продуктов. *Техника и технология пищевых производств*. 2018; 48(1): 156–163. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-156-163>
2. Nogina A.A., Tikhonov S.L., Tikhonova N.V. Development and study of the effect of biodegradable films on the freshness of semi-finished meat products. *Technique and technology of food production*. 2018; 48(4): 73–78. eLIBRARY ID: 36932023 (In Russian).
3. Mukatova M.D., Skolkov S.A., Moiseenko M.S., Kirichko N.A. Food biodegradable film using chitosan. *Vestnik of Astrakhan state technical university. series: Fishing industry*. 2018; 3: 124–131. eLIBRARY ID: 35585095 (in Russian)
4. Gonçalves J., Filho O., Egea M.B. Edible Bioactive Film with Curcumin: A Potential «Functional» Packaging? *Int. J. Mol. Sci.* 2022; 23: 5638. <https://doi.org/10.3390/ijms23105638>
5. Dorigato A., Perin D., Pegoretti A. Effect of the Temperature and of the Drawing Conditions on the Fracture Behaviour of Thermoplastic Starch Films for Packaging Applications. *Journal of Polymers and the Environment*. 2020; 28: 3244–3255. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01843-3>
6. Potoroiko I.Yu., Malinin A.V., Tsaturov A.V. Biodegradable materials based on plant polysaccharides for food packaging. Part 4: Structural changes in the components in the material matrix. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology*. 2022; 10(4): 26–35. <https://doi.org/10.14529/food220403> (In Russian).
7. Shevkani K., Singh N., Bajaj R., Kaur A. Wheat starch production, structure, functionality and applications-a review. *International Journal of Food Science & Technology*. 2017; 52: 38–58. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13266>
8. Kumar M., Tomar M., Saurabh V., Mahajan T., Punia S., Contreras M. del M., Rudra S.G., Kaur C., Kennedy J.F. Emerging trends in pectin extraction and its anti-microbial functionalization using natural bioactives for application in food packaging. *Trends in Food Science & Technology*. 2020; 105: 223–237. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.009>
9. Ifigiez-Moreno M., Ragazzo-Sánchez J.A., Calderón-Santoyo M. An Extensive Review of Natural Polymers Used as Coatings for Postharvest Shelf-Life Extension: Trends and Challenges. *Polymers*. 2021; 13: 3271. <https://doi.org/10.3390/polym13193271>
10. Scopel B.S., Ribeiro M.E., Dettmer A., Baldasso C. Cornstarch-Gelatin Films: Commercial Gelatin Versus Chromed Leather Waste Gelatin and Evaluation of Drying Conditions. *Journal of Polymers and the Environment*. 2018; 26: 1998–2006. <https://doi.org/10.1007/s10924-017-1097-z>
11. Chandra M.V., Shamasundar B.A. Texture Profile Analysis and Functional Properties of Gelatin from the Skin of Three Species of Fresh Water Fish. *International Journal of Food Properties*. 2015; 18: 572–584. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.845787>
12. Lisitsyn A., Semenova A., Nasonova V., Polishchuk E., Revutskaya N., Kozyrev I., Kotenkova E. Approaches in Animal Proteins and Natural Polysaccharides Application for Food Packaging: Edible Film Production and Quality Estimation. *Polymers*. 2021; 13:1592. <https://doi.org/10.3390/polym13101592>
13. Zinina O.V., Rebezov M.B., Merenkova S.P. Optimization of the process of obtaining protein fortifiers from by-products based on microbial fermentation of raw materials. *Vso o myase*. 2022; 2: 14–17. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2022-2-14-17> (In Russian).
14. Perera K.Y., Sharma Sh., Pradhan D., Jaiswal A.K., Jaiswal S. Seaweed Polysaccharide in Food Contact Materials (Active Packaging, Intelligent Packaging, Edible Films, and Coatings). *Foods*. 2021; 10: 2088. <https://doi.org/10.3390/foods10092088>
15. Sergazieva O.D., Dolganova N.V. The use of films based on gelatin to preserve the quality of food products. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2018; 48(1): 156–163. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-156-163> (in Russian)

ОБ АВТОРАХ:

Оксана Владимировна Зинина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация zininaov@susu.ru <https://orcid.org/0000-0003-4817-1645>

Светлана Павловна Меренкова, кандидат ветеринарных наук, доцент, кафедра пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация merenkovasp@susu.ru <https://orcid.org/0000-0002-8795-1065>

Елена Александровна Вишнякова, студент, Южно-Уральский государственный университет, пр. Ленина, 76, Челябинск, 454080, Российская Федерация l_vishny@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-8557-9239>

ABOUT THE AUTHORS:

Oksana Vladimirovna Zinina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, 76 Lenin Ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation zininaov@susu.ru <https://orcid.org/0000-0003-4817-1645>

Svetlana Pavlovna Merenkova, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Department of Food and Biotechnology, South Ural State University, 76 Lenin Ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation merenkovasp@susu.ru <https://orcid.org/0000-0002-8795-1065>

Elena Aleksandrovna Vishnyakova, student, South Ural State University, 76 Lenin Ave, Chelyabinsk, 454080, Russian Federation l_vishny@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-8557-9239>