

Научная статья
УДК 678.5:664
EDN AOSWPB

Биоразлагаемая antimикробная пленка для пищевой продукции

Елизавета Андреевна Улитина¹, аспирант
Сергей Леонидович Тихонов², доктор технических наук, профессор
Наталья Валерьевна Тихонова³, доктор технических наук, профессор
^{1, 2, 3} Уральский государственный аграрный университет
Свердловская область, Екатеринбург, Россия
² Уральский государственный лесотехнический университет
Свердловская область, Екатеринбург, Россия
¹ egorulitin@inbox.ru, ² tihonov75@bk.ru

Аннотация. Разработана биоразлагаемая пищевая antimикробная пленка на основе противобактериального пептида с последовательностью аминокислот GPE. Доказана бактерицидная активность пептида в отношении *Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*. Предварительно разработан базовый состав пленки, включающий агар-агар в количестве 6 %, пищевой глицерин в количестве 2 % и дистиллированную воду до 100 %.

Ключевые слова: биоразлагаемая пищевая пленка, пептид, противобактериальная активность, аминокислоты, базовый состав

Для цитирования: Улитина Е. А., Тихонов С. Л., Тихонова Н. В. Биоразлагаемая antimикробная пленка для пищевой продукции // Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство : материалы VI всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 20 февраля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 139–145.

Original article

Biodegradable antimicrobial film for food products

Elizaveta A. Ulitina¹, Postgraduate Student
Sergey L. Tikhonov², Doctor of Technical Sciences, Professor
Natalia V. Tikhonova³, Doctor of Technical Sciences, Professor
^{1, 2, 3} Ural State Agrarian University, Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Russia
² Ural State Forestry Engineering University, Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Russia
¹ egorulitin@inbox.ru, ² tihonov75@bk.ru

Abstract. A biodegradable food antimicrobial film based on an antibacterial peptide with a sequence of GPE amino acids has been developed. The bactericidal

activity of the peptide against *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis* has been proven. The basic composition of the film has been previously developed, including agar-agar in an amount of 6%, food glycerin in an amount of 2% and distilled water up to 100%.

Keywords: biodegradable food film, peptide, antibacterial activity, amino acids, basic composition

For citation: Ulitina E. A., Tikhonov S. L., Tikhonova N. V. Biodegradable antimicrobial film for food products. Proceedings from Innovations in the food industry: education, science, production: *VI Vserossijskaya (nacional'naya) nauchno-prakticheskaya konferenciya – VI All-Russian (National) Scientific and Practical Conference*. (PP. 139–145), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Упаковка пищевых продуктов играет важную роль в обеспечении регламентируемого срока годности. Экологические проблемы, связанные с использованием пластика, приводят к необходимости поиска новых упаковочных решений [1]. В последние годы научные исследования направлены на создание пищевых биоразлагаемых пленок путем использования в составе биополимеров. Интерес к использованию пищевых пленок и покрытий возрастает благодаря многообещающим результатам для увеличения срока годности пищевых продуктов [2]. Пищевые биоразлагаемые пленки и покрытия могут быть получены из полисахаридов, белков, липидов или биокомпозитов.

В состав пленки можно включать функциональные ингредиенты, которые позволяют создавать противомикробную и антиоксидантную упаковку, способствующую увеличению срока хранения пищевой продукции (табл. 1) [3]. В качестве антиоксиданта и противомикробного средства можно использовать арабиногалактан [4]. Существует несколько групп синтетических antimикробных и (или) антиоксидантных соединений, которые могут быть включены в пищевые пленки. Однако из-за потенциально токсичного действия синтетических добавок растет интерес к их замене натуральными пищевыми функциональными ингредиентами с необходимой биологической активностью [5].

*Иновации в пищевой промышленности:
образование, наука, производство*

Таблица 1 – Состав биоразлагаемых пленок

Пищевой ингредиент	Источник	Наименование ингредиента
Полисахариды	продукты из морских водорослей	альгинат, каррагинаны, агар
	камеди	гуммиарабик, гуаровая камедь, камедь семян базилика, камедь гальбанума
	производные целлюлозы	метилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза, гидроксипропилцеллюлоза, гидроксипропилметилцеллюлоза
	прочее	пектин, крахмал, хитозан, пуллулан, конъяк глюкоманнан
Белки	растительного происхождения	кукурузный зеин, кафирин, пшеничная клейковина, соевые бобы маш, горох, гороховая крупа, киноа дикая и пасанкалла, горькая вика
	животного происхождения	коллаген, желатин, казеины, сыворотка, яичный белок, миофибриллярный протеин, кератин, сурими
Липиды	масло, жир, маргарин	масла и жиры животного и растительного происхождения: арахисовое, кукурузное, оливковое, подсолнечное, рапсовое, кокосовое, пальмовое, пальмоядровое масло, какао, молочное масло, сало и т. д.; фракционированные, концентрированные или восстановленные масла и жиры: жирные кислоты; моно-, ди- и триглицериды, заменители масла какао и т. д.; гидрогенизированное или трансэтерифицированное масло: маргарин, шортенинг и т. д.
	воски	натуральные растительные воски: канделильский, карнаубский, жожоба, сахарный тростник, рисовые отруби; натуральные воски животного происхождения: пчелиный, китовый, ланолин, насекомые, спермацет; ненатуральные воски: парафиновые, минеральные, микрокристаллические, из окисленного или неокисленного полиэтилена

Натуральные антимикробные соединения, полученные из микроорганизмов, животных и растений, были исследованы в отношении патогенов и бактерий, усиливающих микробную порчу пищевых продуктов [6].

Природные антиоксиданты могут быть получены из растительных экстрактов, эфирных масел из трав и специй, а также широкого спектра полифенольных концентратов из отходов биоресурсов. Они содержат активные соединения, которые предотвращают окисление липидов в продуктах питания, задерживают появление неприятных привкусов и сохраняют стабильность

цвета. Более того, они также могут обладать антимикробными и противогрибковыми свойствами [7, 11].

Для производства биоразлагаемых пищевых пленок может быть использован метод экструзии или термопрессования (термоформования) [8, 9].

В качестве противобактериального компонента в составе пищевой биоразлагаемой пленки можно использовать антимикробные пептиды [10].

Цель исследований – разработка биоразлагаемой пищевой антимикробной пленки на основе противобактериального пептида.

Методы исследований. В качестве объекта исследований использовали аминокислотный пептид с последовательностью аминокислот GPE и биоразлагаемую пленку с его использованием.

Определение бактерицидной активности пептида проводили диско-диффузным методом в отношении *Escherichia coli* и *Bacillus subtilis*.

Степень достоверности рассчитывали статистическим анализом полученных результатов в программе GraphPad Prism 8.1 и с помощью алгоритмов one-way ANOVA и two-way ANOVA. Достоверным считалось различие $p < 0,05$.

Результаты исследований. В таблице 2 представлены результаты исследований антимикробной активности используемого пептида в сравнении с антибиотиком «Канамицин». Установлено, что пептид GPE обладает антимикробными свойствами.

Таблица 2 – Антимикробная активность пептида GPE

Наименование образца	Диаметр зоны лизиса, мм	
	<i>E. coli</i> ATCC 25922	<i>B. subtilis</i>
Пептид GPE	17±2	21±2
Контроль	0	0
Антибиотик «Канамицин»	25±2*	26±2*

* $p \leq 0,05$ в сравнении с действием антибиотика «Канамицин».

Разработана антимикробная биоразлагаемая пленка с использованием пептида GPE. Предварительно разработан базовый состав пленки, включающий агар-агар (ГОСТ 16280–2002 «Агар пищевой. Технические условия») в количестве 6 % и пищевой глицерин (ГОСТ 6824–96 «Глицерин дистиллированный. Общие технические условия») в количестве 2 %, а также дистиллированную воду до 100 %.

Технология производства пленки включает следующие этапы: растворение пептида в дистиллированной воде в соотношении 1:10; приготовление пленкообразующего раствора из агара и глицерина согласно рецептуре; внесение растворенного пептида и выдувание пленки через головку экструдера; охлаждение, калибровку, сушку пленки.

Заключение. *В результате исследований нами доказаны противомикробные свойства пептида GPE и разработана пищевая биоразлагаемая пленка с его использованием.*

Список источников

1. Wohner B., Pauer E., Heinrich V., Tacker M. Packaging-related food losses and waste: An overview of drivers and issues // Sustainability. 2019. No. 11. P. 264.
2. Yıldırım-Yalçın M., Sadıko glu H., Seker M. Characterization of edible film based on grape juice and cross-linked maize starch and its effects on the storage quality of chicken breast fillets // LWT. 2021. No. 142. P. 111012.
3. Kumar A., Hasan M., Mangaraj S., Pravitha M., Verma D. K., Srivastav P. P. Trends in edible packaging films and its prospective future in food: A review // Applied Food Research. 2022. No. 2. P. 100118.
4. Уточкина Е. А., Решетник Е. И. Влияние арабиногалактана на микробиологические показатели и хранимоспособность кисломолочного продукта // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 4 (27). С. 72–76.
5. Aminzare M., Hashemi M., Ansarian E., Bimkar M., Azar H. H., Mehrasbi M. R. [et al.]. Using natural antioxidants in meat and meat products as preservatives: A review // Advances in Animal and Veterinary Sciences. 2019. No. 7. P. 417–426.
6. Quinto E. J., Caro I., Villalobos-Delgado L. H., Mateo J., De-Mateo-Silleras B., Redondo-Del-Río M. P. Food safety through natural antimicrobials // Antibiotics. 2019. No. 8. P. 208.
7. Rangaraj M. V., Rambabu K., Banat F., Mittal V. Natural antioxidants-based

edible active food packaging: An overview of current advancements // Food Bioscience. 2021. No. 43. P. 101251.

8. Da Costa R. D. S., Da Cruz Rodrigues A. M., Borges Laurindo J., Da Silva L. H. M. Development of dehydrated products from peach palm-tucupi blends with edible film characteristics using refractive window // Journal of Food Science and Technology. 2019. No. 56. P. 560–570.

9. Chen W., Ma S., Wang Q., McClement D. J., Liu X., Ngai T., Liu F. Fortification of edible films with bioactive agents: A review of their formation, properties, and application in food preservation // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2022. No. 62. P. 5029–5055.

10. Liu Y., sun Z., Wang C. Purification of a novel antibacterial short peptide in earthworm // Eisenia foetida. 2004. No. 4 (36). P. 297–302.

11. Pei M., Chen S., Li C. Physicochemical properties and volatile components of pea flour fermented by *Lactobacillus rhamnosus* L08 // Food Bioscience. 2022. Vol. 46. P. 101590.

References

1. Wohner B., Pauer E., Heinrich V., Tacker M. Packaging-related food losses and waste: An overview of drivers and issues. *Sustainability*, 2019;11:264.
2. Yıldırım-Yalçın M., Sadıko glu H., Seker M. Characterization of edible film based on grape juice and cross-linked maize starch and its effects on the storage quality of chicken breast fillets. *LWT*, 2021;142:111012.
3. Kumar A., Hasan M., Mangaraj S., Pravitha M., Verma D. K., Srivastav P. P. Trends in edible packaging films and its prospective future in food: A review. *Applied Food Research*, 2022;2:100118.
4. Utochkina E. A., Reshetnik E. I. Influence of arabinogalactan on microbiological parameters and storage capacity of fermented milk product. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2012;4(27):72–76 (in Russ.).
5. Aminzare M., Hashemi M., Ansarian E., Bimkar M., Azar H. H., Mehrasbi M. R. [et al.]. Using natural antioxidants in meat and meat products as preservatives: A review. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2019;7:417–426.
6. Quinto E. J., Caro I., Villalobos-Delgado L. H., Mateo J., De-Mateo-Silleras B., Redondo-Del-Río M. P. Food safety through natural antimicrobials. *Antibiotics*, 2019; 8:208.
7. Rangaraj M. V., Rambabu K., Banat F., Mittal V. Natural antioxidants-based edible active food packaging: An overview of current advancements. *Food Bioscience*, 2021;43:101251.
8. Da Costa R. D. S., Da Cruz Rodrigues A. M., Borges Laurindo J., Da Silva L. H. M. Development of dehydrated products from peach palm-tucupi blends with edible film characteristics using refractive window. *Journal of Food Science and Technology*, 2019;56:560–570.

9. Chen W., Ma S., Wang Q., McClement D. J., Liu X., Ngai T., Liu F. Fortification of edible films with bioactive agents: A review of their formation, properties, and application in food preservation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2022;62:5029–5055.
10. Liu Y., sun Z., Wang C. Purification of a novel antibacterial short peptide in earthworm. *Eisenia foetida*, 2004;4(36):297–302.
11. Pei M., Chen S., Li C. Physicochemical properties and volatile components of pea flour fermented by *Lactobacillus rhamnosus* L08. *Food Bioscience*, 2022;46: 101590.

© Улитина Е. А., Тихонов С. Л., Тихонова Н. В., 2024

Статья поступила в редакцию 12.01.2024; одобрена после рецензирования 22.01.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 12.01.2024; approved after reviewing 22.01.2024; accepted for publication 19.03.2024.