

УДК 620.193.2

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ  
И АНТИМИКРОБНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ**



**THE PROSPECTS OF USING BIODEGRADABLE  
AND ANTIMICROBIAL FILMS BASED ON PECTIN SUBSTANCES**

**Ольховатов Егор Анатольевич**

кандидат технических наук,  
доцент ВАК,  
действительный член Российской инженерной академии –  
ученый секретарь Кубанского отделения;  
доцент кафедры технологии хранения  
и переработки растениеводческой продукции,  
Кубанский государственный аграрный университет  
имени И.Т. Трубилина  
olhovatov\_e@inbox.ru

**Соболь Ирина Валерьевна**

кандидат технических наук,  
доцент ВАК,  
заведующая кафедрой технологии хранения  
и переработки растениеводческой продукции,  
Кубанский государственный аграрный университет  
имени И.Т. Трубилина  
iv-sobol@mail.ru

**Паладыч Мария Васильевна**

обучающаяся 1-го курса магистратуры,  
факультет пищевых производств и биотехнологий,  
Кубанский государственный аграрный университет  
имени И.Т. Трубилина  
m.paladych@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию перспектив применения пищевых пленок, полученных из пектиновых веществ, в качестве альтернативы традиционным полимерным материалам при упаковке продуктов питания. В работе рассматриваются основные характеристики и свойства пектина, его конкурентоспособность, а также особенности использования пектиновых веществ в качестве основы для биоразлагаемых пленок.

**Ключевые слова:** биоразлагаемые полимерные материалы, пищевые продукты и сырье, хитозан, пектин, модификация полисахаридов, биоразлагаемые пленки.

**Olkhovatov Egor Anatolyevich**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor  
of the Higher Attestation Commission,  
full member of the Russian Academy  
of Engineering – Academic Secretary  
of the Kuban branch;  
Associate Professor of the Department  
of Technology of Storage and Processing  
of Plant Products,  
Kuban State Agrarian University  
named after I.T. Trubilin  
olhovatov\_e@inbox.ru

**Sobol Irina Valerievna**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor  
of the Higher Attestation Commission,  
Head of the Department of the Department  
of Technology of Storage  
and Processing of Plant Products,  
Kuban State Agrarian University  
named after I.T. Trubilin  
iv-sobol@mail.ru

**Paladych Maria Vasilyevna**

1st year Graduate Student,  
Faculty of Food Production  
and Biotechnology,  
Kuban State Agrarian University  
named after I.T. Trubilin  
m.paladych@mail.ru

**Annotation.** The article is devoted to the study of the prospects for the use of food films obtained from pectin substances as an alternative to traditional polymer materials in food packaging. The paper discusses the main characteristics and properties of pectin, its competitiveness, as well as the features of using pectin substances as a basis for biodegradable films.

**Keywords:** biodegradable polymer materials, food products and raw materials, chitosan, pectin, modification of polysaccharides, biodegradable films.

**П**роблема сохранения качества пищевого сырья в течение сроков, необходимых для его переработки в целевой продукт, всегда стояла перед человечеством наиболее остро, поскольку отдельные виды материалов являются легко поддающимися воздействию внешних факторов в силу нестабильного состояния сохраняемой системы [1]. Однако, разработка инновационных способов подготовки продукта к хранению, его последующей упаковки и сохранение в надлежащих условиях делают возможным продлить период жизни скоропортящихся продуктов на достаточно длительные сроки [2].

В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений является разработка и исследование биоразлагаемых и антимикробных пленок из полимерных материалов. Упомянутые биоразлагаемые пленки, имеют в виду съедобные пленки из

композиций полисахаридов, обеспечивающих безопасное переваривание продукции, помимо их остальных защитных свойств [3].

Исходя из нынешней ситуации на рынке можно сказать, что производство биоразлагаемых пленок может быть более затратным, по сравнению с производством привычных пластиковых пленок, однако съедобные пленки, например, не требуют затрат на их утилизацию, чего нельзя сказать о пластиковых упаковках. К тому же, развитие технологий набирает огромные темпы, что позволит со временем сократить затраты и на производство съедобных пленок. Ещё один аспект использования биоразлагаемых пленок заключается в том, что они могут повысить общую стоимость продукции, вместе с этим повысится также ее качество и экологическая устойчивость, что, очевидно, компенсирует повышение цены.

Переход на использование биоразлагаемых пленок ведет за собой долгосрочную экономию. Это объясняется тем, что такая упаковка продукции снижает риски загрязнения окружающей среды и связанные с этим финансовые потери.

Немаловажными составляющими человеческого сознания являются стремление к правильности и осознанности. Таким образом, компании использующие биоразлагаемые пленки, могут получить преимущество на рынке за счет позиционирования себя как экологически ответственных производителей. Это может привлечь больше клиентов и партнеров, что в конечном итоге повысит прибыльность бизнеса.

Наиболее часто используемыми полисахаридами для производства съедобных пленок являются крахмал, декстрин, пектин, хитозан, альгинат, каррагинан и производные целлюлозы. Кроме того, для получения съедобных пленок применяются белки, такие как пшеничный глютен, коллаген, зеин, казеин и другие. Для улучшения гибкости и механической прочности полисахаридных пленок используются пластификаторы, включая глицерин, сорбит, маннит, сахарозу и другие вещества с высокой температурой кипения.

В контексте биоразлагаемых полимерных материалов, пектин привлекает особое внимание как потенциальный компонент для создания экологически чистых биоразлагаемых пленок для вторичной упаковки пищевой продукции, обладая уникальными свойствами, такими как способность образовывать гели и стабилизировать эмульсии, что делает его идеальным сырьем для создания съедобных пленок. Полипектины, получаемые при обработке пектина с помощью различных лабораторных методов, могут быть использованы для формирования гибких и прочных пленок, способных обеспечить более длительную сохранность продукции без вредоносного воздействия на ее органолептические и физико-химические показатели. Такие пленки обладают отличными барьерными свойствами, предотвращая проникновение влаги, кислорода и других газов, ведущих к скорой порче продукции. Данные качества делают их потенциально идеальным материалом для упаковки пищевых продуктов и медицинских препаратов.

Ученые разрабатывают различные методы для производства пленок из пектина, например, используя комбинации с другими биоматериалами, такими как крахмал, желатин и различные волокна растительного происхождения. Если говорить о примерах, то пектиново-желатиновые пленки обладают высокими барьерными свойствами и могут использоваться для упаковки продуктов питания, требующих длительного срока хранения. А соединение пектина с хитозаном обеспечивает дополнительные антибактериальные свойства, что может быть полезно для упаковки продуктов с высоким риском микробиологического заражения [4].

Преимуществами разработки съедобных пленок из пектиновых веществ считаются:

- биоразлагаемость считается первопричинным аспектом перспективы создания съедобных пленок для сокращения масштабов наносимого ущерба окружающей среде в процессе реализации пищевой продукции;
- безопасность для здоровья человека. Это объясняется тем, что биоразлагаемые пленки не содержат вредных веществ и, помимо обеспечения сохранности продукции и предотвращения попадания на ее поверхность патогенной микрофлоры, мо-

гут также употребляться в пищу вместе с продуктом и не нести за этим плохих последствий;

- экологическая устойчивость или использование для получения биоразлагаемых пленок возобновляемого сырья, что снижает нагрузку на природные ресурсы;
- улучшенные барьерные свойства. Использование съедобных пленок делает процесс защиты продукции от влаги, кислорода и других нежелательных факторов более детальным и индивидуальным. Тщательная обработка продукции биоразлагаемыми пектиновыми пленками обеспечит более длительный срок ее хранения [5].

Однако использование полипектинов в качестве сырья для изготовления биоразлагаемых съедобных пленок имеет также ряд сложностей. Чаще всего пектины подвергаются химическим модификациям для улучшения его свойств, таких как растворимость, устойчивость к деградации и адгезии. Это достигается путем реакции с различными реагентами, что требует особых знаний и специализированного оборудования. Сюда же можно отнести и то, что для достижения антимикробных свойств пектин необходимо смешивать с различными веществами, такими как серебро, хлоргексидин и тому подобные. Помимо этого, для достижения желаемой структуры и свойств пленок необходимо точное управление процессом литья под давлением, центробежного литья или испарения растворителя, что делает этот метод получения пленок достаточно сложным и требующим высокой степени точности и контроля. Оценка биоразлагаемости, механических свойств, антимикробной активности и биосовместимости полученных пленок требует использования специализированного оборудования и методик, таких как анализ FTIR, DSC, SEM и микробиологические тесты.

При создании принципиально новых составов для получения биоразлагаемых полимерных материалов встает вопрос о доступности сырья и оборудования необходимых в процессе производства. В настоящее время пектин доступен в коммерческих масштабах и широко используется в пищевой промышленности. Его можно приобрести у различных поставщиков, что делает сырье легкодоступным. Модифицирующие агенты, используемые для придания пектиновым пленкам антибактериальных свойств, также могут быть доступны через специализированные компании или лаборатории, занимающиеся производством биоматериалов. Основное оборудование для производства пленок (форсунки, пресс-формы) и анализа их свойств (DSC, SEM) может быть приобретено или арендовано, однако требует значительных начальных инвестиций.

Наиболее сильные стороны пектина, делающие его привлекательным сырьем для производства биоразлагаемых пленок – это, например, его барьерные свойства. Пектин способен формировать прочную и гибкую пленку, которая обеспечивает эффективную защиту продуктов от кислорода, света и других внешних факторов, способствующих порче продуктов. Нельзя не отметить его влагоустойчивость, которая делает его подходящим для использования в качестве сырья для пленки для защиты продуктов от влаги. Это особенно важно для сохранения свежести и продления срока годности пищевых продуктов. Пищевая ценность пектина также является одним из важнейших его преимуществ. Пектин является источником растворимых волокон, которые полезны для пищеварительной системы и общего здоровья человека. То есть при использовании его в качестве сырья для пленки он добавляет дополнительную питательную ценность к продуктам [6].

Немаловажно также то, что производство пленок на основе пектина относительно простое и не требует сложных технологических процессов, что снижает затраты на производство и упрощает процесс внедрения новых технологий.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что пектин является одним из наиболее перспективных видов сырья для производства съедобных пленок благодаря своим уникальным свойствам и широкому спектру применения.

## Литература

1. Длительное хранение рисовой муки: проблематика и решение / Е.А. Ольховатов, Г.И. Касьянов, В.Ю. Айрумян, С.В. Фомин // Совершенствование технологии консервирования сырья растительного и животного происхождения: материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар : КубГТУ, 2021. – С. 139–141.

2. Патент № 2770866 C1 Российская Федерация, МПК A21D 2/02, A23L 3/26. Способ консервации рисовой муки: № 2021117265: заявл. 11.06.2021: опубл. 22.04.2022 / Е.А. Ольховатов, Г.И. Касьянов, В.Ю. Айрумян, С.В. Фомин; заявитель ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ.
3. Биоразлагаемые противомикробные пленки как материалы для упаковки скоропортящихся продуктов / А.А. Костин И.Н. Зубков, А.П. Непомнящий, Д.И. Горячева, Д.С. Рябухин // Все о мясе. – 2020. – № 5. – С. 160–164.
4. Сентурк Паррейдт Т. Пищевые плёнки и покрытия на основе альгината для упаковки продуктов питания / Т. Сентурк Паррейдт, К. Мюллер, М. Шмид // Foods. – 2018. – Т. 7. – № 10.
5. Фазилах А. Физические и механические свойства пленок из крахмала саго и альгината, содержащих хлорид кальция / А. Фазилах // Международный журнал пищевых исследований. – 2011. – Т. 18. – № 3.
6. Шульц Л.В. Исследование механических характеристик крахмально-альгинатных плёнок / Л.В. Шульц, А.А. Красноштанова // Успехи в химии и химической технологии. – 2022. – Т. 36. – № 12(261). – С. 145–147.

### References

1. Long-term storage of rice flour: problems and solutions / E.A. Olkhovатов, G.I. Kasyanov, V.Y. Ayrumyan, S.V. Fomin // Improvement of technology for preserving raw materials of plant and animal origin: materials of the International Scientific and Practical Conference. – Krasnodar : KubSTU, 2021. – P. 139–141.
2. Patent № 2770866 C1 Russian Federation, IPC A21D 2/02, A23L 3/26. Method of preserving rice flour: № 2021117265: application 11.06.2021: publ. 22.04.2022 / E.A. Olkhovатов, G.I. Kasyanov, V.Yu. Ayrumyan, S.V. Fomin; applicant FGBOU IN Kuban State University.
3. Biodegradable antimicrobial films as materials for packaging perishable products / A.A. Kostin, I.N. Zubkov, A.P. Nepomnyashchy, D.I. Goryacheva, D.S. Ryabukhin // All about meat. – 2020. – № 5. – P. 160–164.
4. Senturk Parreydt T. Food films and alginate-based coatings for food packaging / T. Senturk, K. Muller, M. Schmid // Foods. – 2018. – Vol. 7. – № 10.
5. Filakh A. Physical and mechanical properties of films made of sago starch and alginate containing calcium chloride / A. Fasilakh // International Journal of Food Research. – 2011. – Vol. 18. – № 3.
6. Shultz L.V. Investigation of the mechanical characteristics of starch-alginate films / L.V. Shultz, A.A. Krasnoshtanova // Successes in chemistry and chemical technology. – 2022. – Vol 36. – № 12(261). – P. 145–147.