

УДК 577.114

## ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРОДУКТАХ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА ПЕКТИНА

*Р.М. Одилова, Е.Н. Нуруллина, А.В. Броднева*

*Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия*

Пектины – это природные полисахариды, добываемые из растительного сырья, такого как яблоки, цитрусовые, свекла и другие фрукты и овощи. Они обладают ценными функциональными свойствами, включая способность образовывать гели, регулировать вязкость, связывать металлы и улучшать усвоение питательных веществ. Изучение пектинов из сельскохозяйственных продуктов открывает новые возможности для их использования в различных сферах, способствуя развитию устойчивого сельского хозяйства и созданию новых продуктов и технологий. Методом кислотного экстрагирования получены образцы пектинов из продуктов сельского хозяйства: картофеля и семян тыквы. Изучено влияние кислотности и природы гидролизующего агента на выход пектина. Показано, что выделенные из нетрадиционного сырья пектины не уступают традиционному яблочному. Наилучшие результаты получены из семян тыквы. Анализ диаграмм TGA/DTG позволил судить о минимальном наличии остаточных растворителей в полученных продуктах.

**Ключевые слова:** пектиновые вещества, пектин, сельское хозяйство, гидролиз, экстракция.

## STUDY OF THE POTENTIAL OF PECTIN SUBSTANCES IN AGRICULTURAL PRODUCTS: METHODS OF PECTIN PRODUCTION AND PROPERTIES

*R.M. Odilova, E.N. Nurullina, A.V. Brodneva*

*Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia*

Pectins are natural polysaccharides extracted from plant material such as apples, citrus fruits, beets and other fruits and vegetables. They have valuable functional properties including the ability to form gels, regulate viscosity, bind metals, and improve nutrient absorption. The study of pectins from agricultural products opens new opportunities for their utilization in various applications, contributing to the development of sustainable agriculture and the creation of new products and technologies. Pectin samples from agricultural products: potato and pumpkin seeds were obtained by acid extraction method. The influence of acidity and nature of hydrolyzing agent on pectin yield was studied. It is shown that pectins isolated from non-traditional raw materials are not inferior to traditional apple pectin. The best results were obtained from pumpkin seeds. The analysis of TGA/DTG diagrams allowed to judge about the minimal presence of residual solvents in the obtained products.

**Keywords:** pectin substances, pectin, agriculture, hydrolysis, extraction.

### Введение

Пектин - представляет собой семейство сложных полисахаридов, которые находятся в клеточных стенках растений и выполняют функцию “цемента”, связывающего клетки. [1] Его молекула была впервые выделена в 1790 году французским химиком Луи Николя Вокленом.

Различают четыре типа пектиновых веществ: протопектин, пектиновая кислота, соли пектиновой кислоты - пектаты и пектин. [2]

Коммерческий пектин получают в основном из сельскохозяйственных продуктов. Он состоит преимущественно из пектина со следами пектиновой кислоты.

Благодаря уникальным свойствам, возможная область применения пектинов обширна и включает в себя производство пищевых продуктов (например, желированных конфет, джемов, мармеладов), фармацевтическую промышленность (для создания лекарственных форм), косметическую индустрию (в производстве кремов, масок, шампуней), текстильную промышленность (для улучшения свойств тканей) и т.д. [3-4]

К основным способам извлечения пектина из растительного сырья с помощью которых получают три вида пектина: низкоэтерифицированный, высокоэтерифицированный и амидированный относятся химический способ, экстракция и ферментация. [5-7]

В настоящее время в Российской Федерации пектин не производят, отечественные компании являются дистрибьютерами или торговыми представителями ведущих зарубежных производителей, а объёмы импорта пектина в нашей стране составляют в среднем 4,5 тыс. т., в связи с чем исследования в данной области весьма актуальны.

Целью работы являлось изучение процесса выделения пектина из продуктов растительного происхождения, а также оптимизация этого процесса и изучение физико-химические свойства полученного продукта.

### Методы и методики проводимых исследований

В данной статье для получения пектина в качестве растительного сырья использовали – картофель и семена тыквы. Синтез и исследование свойств полученных пектинов проводили на основе методик "ГОСТ 29186-91. Межгосударственный стандарт. Пектин. Технические условия"

Для синтеза пектина была применена стратегия «сверху вниз» данный подход основан на идее синтеза молекулярных компонентов, которые затем объединяются и реагируют между собой для образования целевого продукта.

Основные этапы синтеза, заключались в следующем: сушка сырья; измельчение; проведение мягкого гидролиза; отделение твердой фракции; этерификация; фильтрация, сушка и измельчение целевого продукта. Этап мягкого гидролиза проводили при следующих параметрах: на протяжении двух, трех и четырех часов при температуре 80°C сырье нагревали в кислотной среде. В качестве кислот использовали соляную и лимонную кислоты. Далее с помощью фильтровальной сетки отделяли жидкую фракцию от твердой. [8]

Экстракция осуществлялась следующим образом: жидкую фракцию, полученную после гидролизата, упаривали в 2 раза, затем добавляли 96%-этиловый спирт в соотношении 1:1,5. В результате образовывались хлопья пектина. С помощью вакуумного фильтрования смесь разделяли. Осадок сушили в термошкафу и полученный целевой продукт измельчали (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица экспериментальных данных

Сырье	Гидролизующая кислота	Время гидролиза, ч	Гидролиз							Целевой продукт	
			pH	V жидкости	m твердой фракции	Мутность	Цвет	Сухой вес, %	PВ, %	m пектина, г	Выход пектина в расчете на вес сырья, %
Картофель	HCl	2	1,62	7	5,42	0	3	1,66	1,23	0,03	1,5
		3	1,28	10	4,14	1	1	1,19	1,64	0,05	<b>2,5</b>
		4	3,683	11,5	6,09	2	1	0,5	1,71	0,05	2,5
	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	2	3,25	11	0,91	1	1	1,16	1,21	0,01	0,5
		3	3,13	10	5,05	4	1	1,06	1,41	0,02	<b>1</b>
		4	3,15	10,5	6,22	3	2	0,92	1,43	0,02	1
Семена тыквы	HCl	2	1,42	15,5	2,58	1	4	1,31	1,91	0,08	4
		3	1,33	16	3,19	4	4	0,5	2,62	0,09	<b>4,5</b>
		4	1,905	17	2,99	5	5	0,89	2,7	0,09	4,5
	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	2	3,16	15	3,64	1	3	0,27	1,8	0,06	3
		3	2,91	13	3,67	2	2	0,5	1,8	0,07	3,5
		4	2,996	15	3,73	5	2	0,4	1,93	0,08	<b>4</b>

Образцы полученного целевого продукта были проанализированы с помощью TGA/DTG методов — это два подхода, которые совместно применяются для исследования свойств материалов. Диаграммы представлены на рис. 1 и 2.

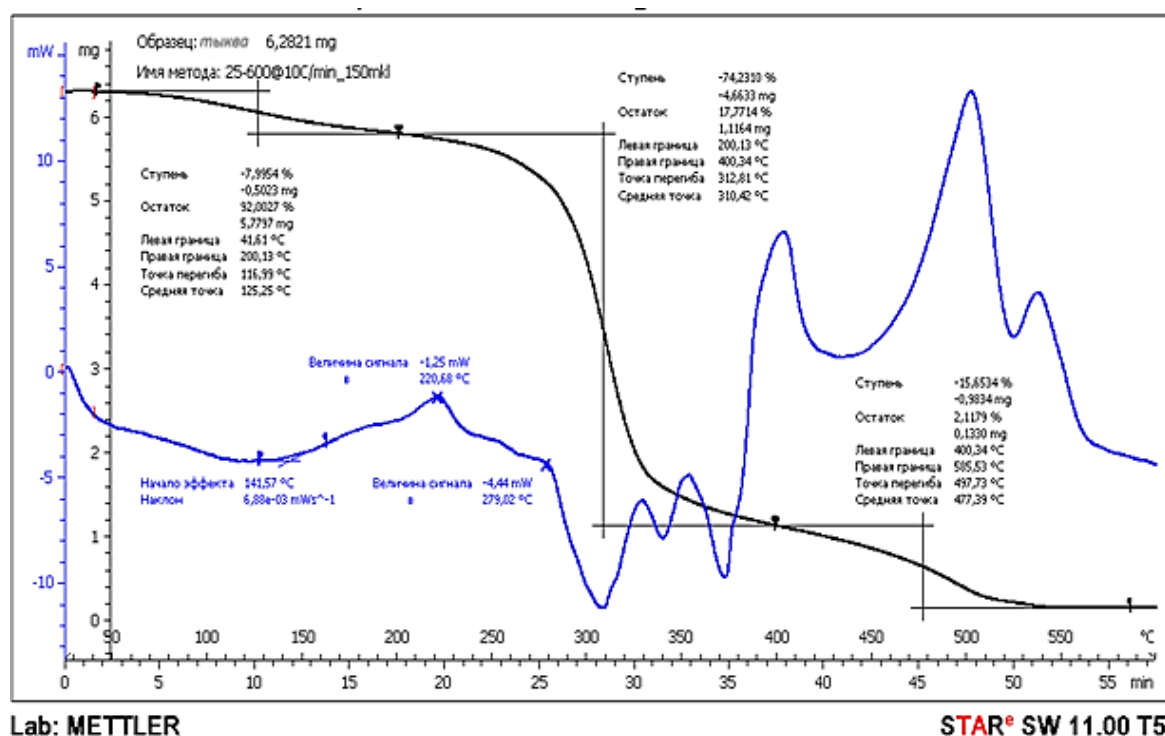


Рисунок 1. TGA/DSC - анализ пектина из тыквы

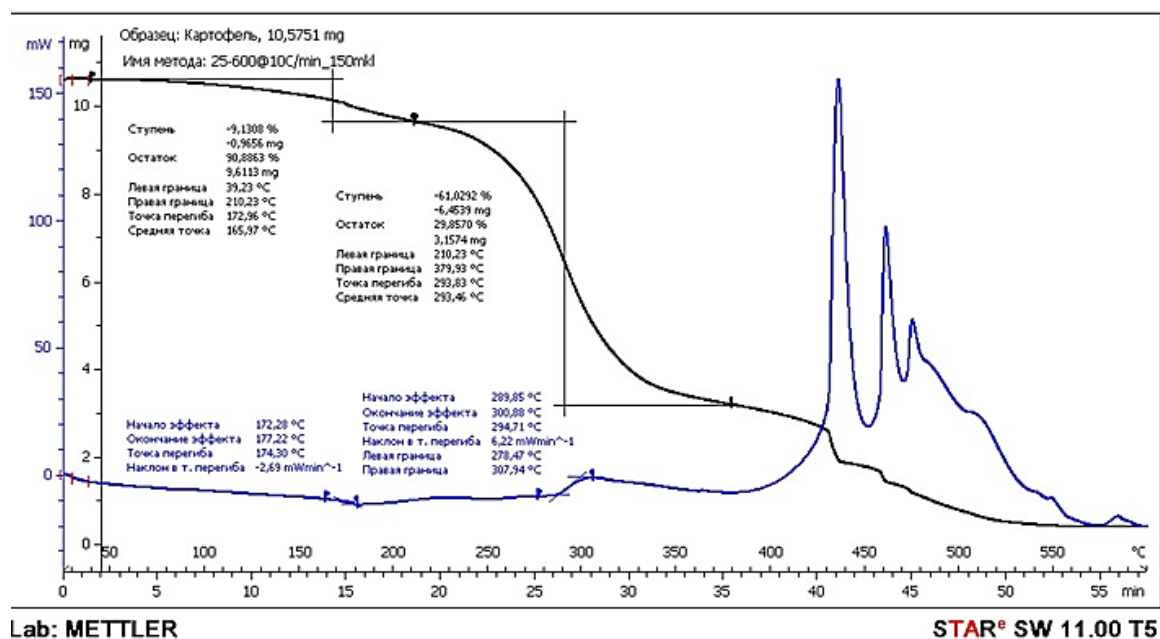


Рисунок 2. TGA/DSC - анализ пектина из картофеля

## Выводы

Природа экстрагента, время экстракции, pH среды и температура процесса оказывают существенное влияние на выход пектиновых веществ из продуктов сельского хозяйства. Из полученных экспериментальных данных можно увидеть, что:

- максимальный выход пектиновых веществ из семян тыквы (4,5%) наблюдался, когда в качестве гидролизующего агента использовали соляную кислоту при времени обработки в 3 часа;
- наибольший выход пектина из картофеля происходил также под воздействием соляной кислоты за 3 часа;
- использование лимонной кислоты в качестве агента при более высокой кислотности и увеличенном времени показал меньший выход по целевому продукту;
- анализ диаграмм мутности, цвета, отношения выхода твердой фракции и жидкой, рВ и выход пектиновых веществ свидетельствует о стабильности проведенных исследований.

Характер полученных диаграмм TGA/DTG показал, что:

- на начальном этапе нагрева до температуры 100°C потеря массы вещества связана с испарением молекул этилового спирта и воды;
- далее при повышении температуры до 200-310°C происходит значительное разрушение полисахаров - сопровождающееся изменением массы вещества.

Результаты проведенных исследований указывают на необходимость более тщательного исследования свойств пектиновых веществ, содержащихся в семенах тыквы.

### Библиографический список

1. Оводов Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах // Биоорганич. химия. – 2009. – Т. 5, № 3. – С. 293–310.
2. Тыщенко В.М. Пектины и пектиносодержащие продукты // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ОГУ, 2006. – № 13. – С. 290–291.
3. Шелухина Н.П., Ашубаева З.Д., Аймухамедова Г.Б. Пектиновые вещества, их некоторые свойства и производные. – Фрунзе : Илим, 1970. – 71 с.
4. Михеев Л.А. Выделение пектина из растительного сырья и изучение его химических свойств / Ульяновский государственный университет // Вестник ВГУ. Серия «Химия. Биология. Фармация». – 2013. – № 2. – С. 53–55.
5. Минзанова С.Т. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства, биологическая активность / С.Т. Минзанова, В.Ф. Миронов, А.И. Коновалов, А.Б. Выштакалюк [и др.]. – Казань : Печать Сервис XXI век, 2011. – 224 с.
6. Бутова С.Н. Характеристика пектинов из нетрадиционного сырья / С.Н. Бутова, Е.Р. Вольнова, К.В. Зуева // Молодой ученый. – 2020. – № 22 (312). – С. 424–426.
7. Саломов Х.Т. Сравнительная характеристика пектина из различного растительного сырья / Х.Т. Саломов, Н.Ш. Кулиев, Ш.С. Хикматова [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 12. – С. 70–71.
8. Хрундин Д.В. Влияние температурного фактора на функциональные и технологические свойства пектина / Д.В. Хрундин, Н.К. Романова, О.А. Решетник // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 1. – С. 26.