

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-51-62>

УДК 664.85.002.5:634.11:664.292



Совершенствование технологии производства яблочно-пектиновой пасты

А.В. Сатибалов✉¹, З.А.Иванова², Ф.Х. Тхазеплова², Л.Х. Нагудова¹

¹*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»,
г. Нальчик, Российская Федерация
✉aslan-07@list.ru*

²*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова»; г. Нальчик, Российская Федерация*

Аннотация. Введение. Представлены результаты исследований, проведенных в 2022...2023 годах на плодах сортов яблони различного срока созревания: летних – Вильямс Прайд и Мельба, осеннего – Гала, зимнего – Джонатан. Объектами исследования выступили выжимки из плодов районированных сортов. **Цель работы** заключается в определении оптимальных режимов переработки яблочных выжимок в пюреобразную продукцию, позволяющих достичь максимального содержания пектиновых веществ. **Методы.** Изучалось влияние режима термического воздействия (70°C, 75°C, 80°C, 85°C) яблочных выжимок на качество пасты, а также продолжительность (180...210 мин) обработки. Для ускорения процесса перехода протопектина в растворимый пектин использовали 5%-ный раствор сернистой кислоты. Определяли в выжимках содержание растворимого пектина и его молекулярную массу. **Результаты.** Установлено, что при достижении температуры 75°C содержание растворимого пектина в выжимках осенних сортообразцов доходит до 66,9...67,2% через 180...210 мин. При этом отмечено, что пектиновые вещества качественнее сохраняют молекулярную массу и имеют лучшие кондиционные свойства пасты, если период обработки выжимок длится 180 мин. Выявлено, что ограничение длительности обработки выжимок до 15 мин при 75°C приводит к сокращению растворимого пектина, снижению качественных свойств пасты. Таким образом, наиболее оптимальной продолжительностью обработки выжимок плодов сортов яблони осеннего срока созревания является 180 мин при температуре 75°C. В выжимках, прошедших термообработку при 85°C, содержится такое же количество растворимого пектина, как и в образцах, подвергнутых обработке при 75°C в течение 120 минут. **Заключение.** Повышение температуры приводит к снижению молекулярной массы пектиновых веществ. В выжимках плодов летних сортообразцов процесс деструкции протопектина и накопления растворимого пектина при обработке сернистой кислотой протекает более активно при температуре 75°C в течение 90 минут, в то время как при температуре 85°C этот процесс завершается за 60 минут.

Ключевые слова: плоды, яблоки, паста, выжимки, режимы, протопектин, пектин, пюре

Для цитирования: Сатибалов А.В., Иванова З.А., Тхазеплова Ф.Х., Нагудова Л.Х. Совершенствование технологии производства яблочно-пектиновой пасты. Новые технологии / New technologies. 2025; 21(2):51-62. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-51-62>

Improving the technology of apple-pectin paste production

A.V. Satibalov✉¹, Z.A. Ivanova², F.H. Thazeplova²,
L.H. Nagudova¹

¹ *The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture;
Nalchik, the Russian Federation*
✉aslan-07@list.ru

² *The Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov,
Nalchik, the Russian Federation*

Abstract. Introduction. The results of studies conducted in 2022...2023s on the fruits of apple varieties of different ripening periods: summer – Williams Pride and Melba, autumn – Gala, winter – Jonathan have been presented. The objects of the study were pomace from the fruits of zoned varieties. The goal of the research was to determine the optimal modes of processing apple pomace into puree products, allowing to achieve the maximum content of pectin substances. **The methods.** The influence of the thermal action mode (70°C, 75°C, 80°C, 85°C) of apple pomace on the paste quality, as well as the duration (180...210 min) of processing was studied. A 5% sulfurous acid solution was used to accelerate the process of protopectin conversion to soluble pectin. The content of soluble pectin and its molecular weight were determined in the pomace. **The results.** It has been found that when the temperature reaches 75°C, the content of soluble pectin in the pomace of autumn variety samples reaches 66.9...67.2% after 180...210 min. It has been noted that pectin substances better retain their molecular weight and have better conditioning properties of the paste if the pomace processing period lasts 180 min. It has been found that limiting the processing time of the pomace to 15 minutes at 75°C leads to a reduction in soluble pectin and a decrease in the quality properties of the paste. Thus, the most optimal processing time for the pomace of autumn-ripening apple varieties is 180 minutes at 75°C. The pomace that underwent heat treatment at 85°C contains the same amount of soluble pectin as the samples treated at 75°C for 120 minutes. **The conclusion.** An increase in temperature leads to a decrease in the molecular weight of pectin substances. In the pomace of summer varieties, the process of protopectin destruction and soluble pectin accumulation during treatment with sulfurous acid occurs more actively at a temperature of 75°C for 90 minutes, while at a temperature of 85°C this process is completed in 60 minutes.

Keywords: fruits, apples, paste, pomace, modes, protopectin, pectin, puree

For citation: Satibalov A.V., Ivanova Z.A., Thazeplova F.Kh., Nagudova L.Kh. Improving the technology of apple-pectin paste production. *Novye tehnologii /New technologies*. 2025; 21(2):51-62. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2025-21-2-51-62>

Введение. В последние годы в России отмечается положительная динамика в сфере производства плодовой продукции. Объем урожая постоянно растёт. Для достижения продовольственной безопасности страны необходимо дальнейшее развитие отрасли плодоводства и увеличение доли переработанной продукции до более высоких показателей. Это требует совместных усилий государства и всех хозяйствующих субъектов – сельхоз товаропроизводителей разного уровня, фермерских хозяйств, владельцев личных приусадебных

участков, а также перерабатывающих предприятий. Правильная организация технологического процесса и соблюдение всех этапов производства позволяют получать в полном ассортименте качественную продукцию с длительным сроком хранения и высокими потребительскими свойствами.

Рост производства плодовой продукции в сочетании с развитием перерабатывающих технологий создаёт мощную основу для продовольственной безопасности. Переработка позволяет сохранять излишки продукции, расширять ассортимент това-

ров и снижать потери, что особенно важно в периоды, когда урожай урезан или возникают чрезвычайные ситуации. Эта связка повышает устойчивость продовольственного снабжения, способствует созданию рабочих мест и стимулирует развитие сельских территорий. В целом, комплексный подход, где производство и переработка идут рука об руку, превращается в надёжную броню против продовольственных кризисов.

Производство яблочного сока занимает существенную долю в общем объёме переработки яблок, являясь одним из приоритетных направлений использования плодового сырья. Для получения качественной соковой продукции необходим строгий отбор сырья и постоянный контроль на всех этапах производства. Так, например, яблоки собирают в момент их потребительской зрелости, что позволяет достичь оптимального вкуса и сладости. Также важно правильно выбрать сорт яблок, так как разные сорта имеют различный уровень содержания сахаров, кислот, сухих веществ и других компонентов.

В результате переработки плодов образуется значительное количество отходов – яблочных выжимок, составляющих 35...40% от массы переработанных плодов. В состав этих выжимок входят различные части яблока: кожура, плодоножки, семена, семенные коробочки и остатки мякоти. Несмотря на статус отходов, они представляют собой ценный продукт, богатый питательными компонентами: углеводами, витаминами, минеральными веществами и органическими кислотами.

Важно отметить, что содержание полезных веществ в выжимках может существенно варьироваться в зависимости от нескольких факторов: сорта яблок, степени их зрелости и эффективности процесса отжима сока [1, с 424; 2, с. 375; 3, с. 53].

Пектин является универсальным веществом, которое находит широкое применение в различных сферах человеческой деятельности.

В технической отрасли пектин используется для обработки тканей, укрепления бумажной продукции, создания косметических загустителей, производства лакокрасочных материалов.

Особую ценность представляет применение пектина в медицинской сфере и фармацевтике. Одно из самых примечательных и результативных применений пектина в медицине – его использование в хирургии для обработки ран. Пектин, нанесённый на раны в виде 2%-ного раствора, предотвращает воспаление и способствует быстрому заживлению. Пектиновые вещества обладают детоксикационными свойствами, поэтому их используют для лечения аллергии. Также это высокомолекулярные полисахариды, которые могут образовывать гель на поверхности слизистой оболочки желудка и кишечника.

Пектин эффективно выводит из организма соли тяжёлых металлов и защищает от негативного воздействия ионизирующего излучения. Особенно это актуально в последнее время. В связи с ухудшением экологической ситуации во многих регионах России, вызванных загрязнением токсичными веществами и радионуклидами окружающей среды и пищевых продуктов, необходимо не только обеспечивать безопасность продуктов питания, но и проводить профилактические мероприятия. Это, в свою очередь, обуславливает потребность в расширении производства пектина как природного детоксиканта.

Пищевая промышленность является главным потребителем пектина. Его используют в следующих направлениях:

- как загуститель при изготовлении джемов, желе и мармелада;
- в хлебопечении для продления свежести продукции;
- как эмульгатор в производстве соусов и мороженого;
- для повышения вязкости в производстве мутных овощных соков;
- для стабилизации кисломолочных продуктов.

Благодаря своим уникальным свойствам, пектин стал незаменимым компонентом во многих производственных процессах.

Основным сырьём для промышленного производства пектина в регионе служат яблочные выжимки. Литературные источники содержат информацию о различных способах переработки выжимок, однако основное внимание уделяется производству пектиновых веществ для формирования или стабилизации структуры пищевых продуктов [4, с. 45; 5, с. 25; 6, р. 1315-1322]. Пектиновые вещества представляют собой высокомолекулярные полисахариды, которые входят в состав клеточных стенок растений.

Образование растворимого пектина происходит при обычной гидротермической обработке растительной ткани. Технологические свойства пектиновых веществ определяются их способностью к студнеобразованию и комплексообразованию. При этом не весь протопектин переходит в растворимое состояние, а образовавшийся растворимый пектин подвергается частичной деструкции, вследствие чего утрачивает ряд своих ценных технологических свойств, в частности, способность к студнеобразованию [7, с. 270; 8, с. 243; 9, с. 128].

Механизм размягчения растительной ткани показывает, что между условиями гидротермической обработки фруктов, степенью деструкции протопектина и физико-химическими свойствами пектиновых веществ, клеточных стенок имеется четко выраженная корреляция, т.е. при выборе режима обработки яблочных выжимок необходимо учитывать физико-химические показатели их пектиновых веществ [10, с. 131; 11, с. 171; 12, с. 6].

По своему химическому составу пектины представляют собой полисахариды, которые содержатся в клеточных стенках растений. Они состоят из остатков галактуроновой кислоты, связанных между собой α -1,4- и α -1,6-гликозидными связями. Это макромолекулярные соединения, близкие к коллоидным глюकोполисахаридам или полисахаридам растительного организма.

Пектин входит в состав структурных элементов клеточной ткани растений [12, с. 7; 13, с. 70; 14, с. 293; 15, с. 290; 16; 17]. Роль пектина в растениях заключается в том, что он способствует поддержанию тургора, повышает засухоустойчивость и устойчивость при хранении. Наибольшее количество пектина содержится в яблоках и цитрусовых (апельсинах, мандаринах, лаймах, грейпфрутах). В одном яблоке среднего размера содержится около 7...10 граммов пектина, а в грейпфруте – 3,5 грамма. В образцах пектинов, полученных из дикорастущих плодов и ягод, данный показатель является низким и изменяется в пределах от 0,24% (кизил) до 0,65% (боярышник) [18, с. 42]. В структуре плода наибольшее содержание пектина наблюдается в кожуре, ламелях и сердцевине, связывая ассоциации клеток овощей и фруктов.

В растениях пектиновые вещества представлены двумя формами: нерастворимым протопектином, который содержится в первичных клеточных стенках и межклеточном веществе (средних пластинках), и растворимым пектином, находящемся в клеточном соке.

Качество пектина определяется исходным сырьём (его сорта, зрелости, товарных качеств плода, их состояния и т.д.) и технологическими аспектами производства (температура, время экстракции и очистки). В результате именно правильный выбор сырья и точное соблюдение технологии превращают пектин в качественный продукт, способный придать желе, мармеладу и конфитюрам ту самую требуемую текстуру и стабильность. Производители тщательно контролируют качество, потому что оно определяет тип промышленного пектина. В соответствии с основными характеристиками (свойства пектина, методы его получения, тип используемого сырья и внешний вид готового продукта) выделяют несколько групп пектинов [15; 18...22].

Классификация пектинов основывается на типе получаемого концентрата и включает несколько видов. Один из наиболее

распространённых – жёлтый пектин, который получают из яблок. Он наилучшим образом соответствует требованиям промышленности к этому продукту, учитывая особенности технологии производства и свойства, но не касается химического состава пектиновых веществ.

Для улучшения переработки и рационального использования пектина важно изучать его основные физико-химические характеристики.

На основании результатов исследования технологии производства пектина из яблочных выжимок, собственных исследований по изучению механизма размягчения фруктов в процессе гидротермической обработки разработана технология переработки яблочных выжимок на пасту, которую можно использовать в качестве студнеобразователя. Метоксильные группы играют важную роль в студнеобразовании. Количество химически активных групп влияет на процесс студнеобразования: чем их больше, тем лучше студнеобразование. Высокое содержание метоксильных групп обуславливает большую молекулярную массу и студнеобразующую способность пектина, полученного из яблок зимнего срока созревания [23].

Актуальность исследований выражается в том, что извлечение максимального количества пектина из яблочных выжимок при различных сроках созревания плодов способствует более эффективному использованию сырья и снижению отходов. В условиях роста интереса к натуральным и экологически чистым продуктам такие исследования позволяют создавать высококачественную пектиновую продукцию с повышенной биологической ценностью и функциональной привлекательностью. Кроме того, оптимизация технологических режимов обеспечивает экономическую выгоду производству, снижая затраты и повышая рентабельность. В результате эти исследования способствуют развитию устойчивого производства, расширению ассортимента натуральных продуктов и повышению их конкурентоспособности на рынке.

Цель исследований – переработать яблочные выжимки с максимально возможным содержанием пектиновых веществ, т.к. именно такие отходы являются ценнейшим ресурсом для получения пектинов, которые широко используются в пищевой промышленности. А создание пюреобразной продукции с высоким содержанием пектина – это результат. Поэтому, в конечном счёте, важна именно переработка выжимок, чтобы максимально эффективно использовать природный потенциал яблочной мякоти и кожуры. Таким образом, основная цель исследований заключается в установлении оптимальных условий переработки выжимок для получения пюреобразной продукции с максимальным содержанием пектина, полученного с сортов яблок разного срока созревания. Это позволит повысить эффективность использования сырья, улучшить технологические процессы и создавать более ценный и экологичный продукт.

Объекты и методы исследований. Данные научные исследования проводятся на предприятии ООО «Нальчикский консервный завод».

При определении оптимальных условий переработки выжимок с наибольшим содержанием пектиновых веществ в яблочных выжимках использованы сорта яблок: летнего срока созревания – Вильямс Прайд и Мельба, осеннего – Гала, зимнего – Джонатан.

С помощью стандартных лабораторных методов физико-химического анализа сырья определяли общее содержание пектиновых веществ. Из выжимок были выделены пектиновые вещества и даны характеристики по основным физико-химическим показателям. Применяя метод планирования эксперимента, изучали влияние параметров обработки. При оценке пищевых достоинств сортов огромное значение имеет содержание сухого вещества. В плодах определяли растворимые сухие вещества (РСВ) рефрактометрически, органические кислоты – титрованием 0,1н раствором щелочи, общее содержание сахаров по Бертрану, аскорбиновую кислоту (витамин «С») по Тильмансу.

Экспериментальные данные обработаны с использованием основных методов вариационной статистики с использованием статистических компьютерных программ Microsoft Excel, Statistica.

Для ускорения процесса перехода протопектина в растворимый пектин применили 5%-ный раствор сернистой кислоты.

Результаты исследований и их обсуждение. Для определения эффективных приёмов переработки выжимок в пюреобразную продукцию с большим количеством пектиновых веществ в выжимках яблок с разной степенью спелости было установлено общее количество пектиновых веществ, что составляло 9,5...11,5% на сухую массу выжимок.

Из выжимок были выделены пектиновые вещества и даны характеристики по основным физико-химическим показателям (табл. 1).

Пектиновые вещества, выделенные из выжимок, полученных из разных сортов яблок, незначительно различаются между собой по свойствам и отличаются небольшим содержанием ацетильных групп, высоким уровнем метоксилирования (в пределах 76...77%) и относительно немалой молекулярной массой.

Результаты изучения технологии производства пектиновых препаратов из яблочных выжимок свидетельствуют о целесообразности проведения обработки выжимок в среде с низким pH, когда ускоряется про-

цесс перехода протопектина в растворимый пектин и в значительной степени сохраняются технологические свойства пектиновых веществ.

Из кислот, применяемых в производстве пектина, пригодного для пищевой продукции для производства яблочно-пектиновой пасты, выбрали сернистую кислоту. Сернистая кислота обладает летучестью, что позволяет удалять её в определённой степени из готовой продукции.

Выход пасты и физико-химические показатели пектиновых веществ – это ключевые параметры технологического процесса при производстве пектиновых концентратов или желеобразующих веществ. Они позволяют контролировать качество продукта, его вязкость, стабильность и способность к образованию гелеобразных структур. Можно сказать, что эти параметры являются определяющими, задающими тон всему процессу производства, без которых гармония и качество продукта оказались бы невозможными. В мире технологий каждое свойство отражается на вкусе и текстуре.

Сернистую кислоту использовали в виде 5%-ного раствора.

Оптимальное соотношение яблочных выжимок и 5%-ного раствора сернистой кислоты, обеспечивающее кислотность среды в пределах pH от 1,0 до 1,5, составило 1:0,6 (на сухую массу выжимок) и обеспечивало pH среды 1,3...1,5.

Таблица 1. Основные физико-химические показатели пектиновых веществ, полученных из разных сортов яблочных выжимок

Table 1. Main physical and chemical parameters of pectin substances obtained from different types of apple pomace

Показатели	Мельба	Вильямс Прайд	Гала	Джонатан
Влажность, %	10,2	12,2	11,4	10,9
Зольность, %	2,22	2,18	2,15	3,1
Содержание пектина по титрометрическому методу, %	68,8	70,7	69,6	64,4
Содержание групп, %				
свободные карбоксильные	3,31	3,49	3,39	4,72
метоксилированные	11,23	11,5	11,2	9,48
ацетильные	0,42	0,44	78,0	0,26
Степень метоксилирования, %	77,2	76,72	77,0	77,1
Молекулярная масса	84350	83112	85430	72100

Значительное влияние на качество паст оказывает термическая обработка яблочных выжимок. Когда выжимки подвергаются нагреванию, происходят различные химические и физические изменения: разрушаются некоторые ферменты, уменьшается вязкость и возможно повышение концентрации натуральных сахаров, что влияет на вкусовые качества. Однако чрезмерное нагревание может привести к потере витаминов и ароматических веществ, а также к образованию нежелательных веществ, таких как карамелизация или окисление.

Оптимальный режим термической обработки способствует улучшению текстуры и стабильности пасты, повышая её долговечность и ароматическую насыщенность. В целом, баланс между нагреванием и сохранением полезных свойств – ключ к получению высококачественного продукта.

Когда в выжимках количество пектинов составляет 11...12%, то их содержание в пасте при термической обработке 70°C небольшое и составляет только 5,5%. Низкое содержание пектиновых полисахаридов не может обеспечить яблочно-пектиновую пасту большим количеством студней.

Увеличение температуры обработки яблочных выжимок до 75°C, 80°C и 85°C способствует большему повышению в пасте количества пектиновых полисахаридов, чем обработка при температуре 70°C.

В ходе проводимых экспериментов установлено, что наиболее оптимальные условия получения наилучших показателей яблочно-пектиновой пасты наблюдаются при трёхчасовой термической обработке.

Выход и физико-химические характеристики яблочно-пектиновой пасты при различном температурном режиме представлены в таблице 2.

При температуре обработки 85°C, молекулярная масса пектиновых полисахаридов становится меньше, что объясняется распадом молекул. Независимо от снижения молекулярной массы, в яблочно-пектиновой пасте содержится большое количество пектинов, благодаря чему повышается студнеобразующую способность.

Способность сопротивляться разрушению у студня из мармелада схожа с стойкостью студнеобразующей способности пасты, полученной из яблочных выжимок при температуре 75°C и 80°C. Таким образом, для обработки выжимок температурный диапазон 75°C...85°C способствует получению яблочно-пектиновой пасты с хорошими качественными показателями. Стойкость мармеладного студня указывает на то, что наиболее оптимальной для обработки выжимки является температура 80°C.

Длительность обработки выжимок определяется температурой, сортом, товарными качествами и физиологической зрелостью яблок, использованных для получения выжимок. Яблоки ранних сортов, как и их выжимки, размягчаются за короткое время. Для поздних сортов яблок требуется больше времени для размягчения. С увеличением температуры обработки ускоряется процесс смягчения выжимок. Для установления длительности обработки выжимок 5%-ным раствором сернистой кислоты уточняли в них количество гидропектина и его молекулярную массу.

Таблица 2. Влияние трехчасовой термической обработки яблочных выжимок на качество пасты

Table 2. The effect of three-hour heat treatment of apple pomace on the quality of the paste

Показатели	Температура обработки, °C				
	70	75	80	85	90
Содержание пектиновых веществ в пасте, % на сухое вещество	5,5	7,7	8,0	8,2	7,2
Молекулярная масса пектиновых веществ, г/моль	85100	84300	80200	75600	69800
Прочность стандартного мармеладного студня, г	186	392	424	406	323

Количество гидропектина в выжимках при температуре 75°C за 3...3,5 часа составляет 66,9...67,2%. При обработке выжимок в течение трех часов качественные показатели яблочно-пектиновой пасты становятся лучше, молекулярная масса пектинов не уменьшается.

Уменьшение времени обработки до 15 мин при температуре 75°C приводит к ухудшению показателей качества пасты, а также к снижению количества гидропектина в выжимках.

Оптимальной продолжительностью обработки выжимок поздних сортов яблок является 3 часа при температуре 75°C.

При обработке выжимок при температуре 75°C и 85°C, продолжительностью 2 часа, содержание в них гидропектина становится одинаковым, хотя при температуре 85°C молекулярная масса пектиновых веществ намного меньше.

В выжимках ранних сортов яблок, процессы распада нерастворимого пектина и образование гидропектина при использовании сернистой кислоты происходят ускоренно – за 1,5 часа при температуре 75°C, а при 85°C – за 1 час.

Оптимальной продолжительностью обработки яблочных выжимок сернистой кислотой, с учётом сортовых характеристик плодов, является 1...3 часа при температуре 75°C и 85°C.

Анализируя проведённые исследования, можно с полной уверенностью утверждать, что пектины, полученные из яблок разных групп спелости, являются хорошими гидропектинами, а также имеют высокие качественные показатели. Полученный из выжимок пектин по органолептическим и физикохимическим свойствам отвечает установленным требованиям и может быть рекомендован к применению.

Таким образом, пектин имеет большое значение для пищевой, фармацевтической

и медицинской промышленности. Поэтому производство пектина в России должно развиваться, снижая зависимость экономики от импорта. Чтобы решить проблему пектина в стране, есть все составляющие для реализации проекта: сырьевая база, технология переработки различного растительного сырья на отечественном оборудовании, производственные предприятия и специалисты, владеющие наукой, техникой и технологией производства пектина. Требуется лишь объединить эти компоненты с помощью инвестора при поддержке государства.

Выводы.

1. Оптимальной длительностью для обработки поздних сортов яблок являются 3 часа при температуре 75°C.

2. В выжимках ранних сортов яблок процессы распада нерастворимого пектина и образование гидропектина при использовании сернистой кислоты происходят быстрее – за 1,5 часа при температуре 75°C, а при 85°C – за 1 час.

3. При обработке выжимок при температурном диапазоне 75°C и 85°C продолжительностью 2 часа содержание гидропектина в них становится одинаковым, хотя при температуре 85°C молекулярная масса намного снижается.

4. Пектины, полученные из исследованных сортов яблок, являются хорошими гидропектинами, обладают высокими органолептическими и физико-химическими показателями, а также отвечают установленным требованиям и могут быть рекомендованы к применению.

5. Подтверждено, что яблочные выжимки, независимо от сроков созревания плодов, представляют собой ценный источник конкурентоспособной и импортозамещающей продукции – пектиновых веществ.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутова С.Н., Вольнова Е.Р., Зуева К.В. Характеристика пектинов из нетрадиционного сырья // Молодой учёный. 2020. № 22 (312). С. 424-426. EDN: YONHJS
2. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л.А. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов. М.: Дрофа, 2006. 416 с. EDN: SUPLMX
3. Михеев Л.А., Тры А.В. Выделение пектина из растительного сырья и изучение его химических свойств // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2013. № 2. С. 53-55. EDN: RELGUB
4. Аверьянова В.А., Митрофанов Р.Ю. Пектин. Получение и свойства: методические рекомендации по выполнению лабораторной работы по курсам «Технология переработки лекарственного растительного сырья». Бийск: АлтГТУ, 2006. 44 с.
5. Пектины из нетрадиционных источников: технология, структура, свойства, биологическая активность / С.Т. Минзанова [и др.]. Казань: Печать Сервис XXI век, 2011. 224 с. EDN: SOBDYT
6. Pectin from car [et al.]. Carbohydrate Polymers, 2017. 157 p.
7. Зобкова Н.В., Глушихина Е.И. Пектины как средство детоксикации. Комплексообразующие свойства пектинов // Оренбургские горизонты: прошлое, настоящее, будущее: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 275-летию Оренбургской губернии и 85-летию Оренбургской области. Оренбург, 2019. С. 314-317. EDN: DDCGRE
8. Икласова А.Ш., Сакипова З.Б., Бекболатова Э.Н. Пектин: состав, технология получения, применение в пищевой и фармацевтической промышленности // Вестник КазНМУ. 2018. № 3. С. 243-246. EDN: YVQQJF
9. Определение молекулярной массы пектина, полученного кислотным экстрагированием из кожуры семян лютина / Т.М. Васина [и др.] // Сибирский медицинский журнал. 2012. № 3. С. 128-130. EDN: OYRVAX
10. Донченко Л.В., Фирсов Г.Г. Пектин: основные свойства, производство и применение. М.: ДеЛи принт, 2007. 276 с. ISBN 978-5-94343-126-5
11. Ефремов А.А., Кондратюк Т.А. Выделение пектина из нетрадиционного растительного сырья и применение его в кондитерском производстве // Химия растительного сырья. 2008. № 4. С. 171-176. EDN: KGBHZZ
12. Новосельская И.Л. Пектин. Тенденции научных и прикладных исследований // Химия природных соединений. 2000. № 1. С. 3-11.
13. Сравнительная характеристика пектина из различного растительного сырья / Х.Т. Саломов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. 2000. № 12. С. 70-71.
14. Оводов Ю.С. Современные представления о пектиновых веществах // Биоорганическая химия. 2009. Т. 5, № 3. С. 293-310. EDN: KAVPHV
15. Тыщенко В.М. Пектины и пектиносодержащие продукты // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 13. С. 290-291.
16. Gawkowska D., Cybulska J., Zdunek A. Structure-Related Gelling of Pectins and Linking with Other Natural Compounds: A Review // Polymers. 2018. No. 10. P. 762.
17. Dranca F., Oroian M. Optimization of Pectin Enzymatic Extraction from *Malus domestica* 'Fälticeni' Apple Pomace with Celluclast 1.5L // Molecules. 2019. No. 24. P. 2158.
18. Аналитические характеристики пектина в яблоках зимнего периода созревания / Кулажанов Т.К. [и др.] // Вестник Алматинского технологического университета. 2016. № 2. С. 38-42.
19. Ametefe G.D., Orji F.A. Pectin classifications, mode of action and factors influencing pectinase production // Journal of Agricultural, Food Science & Biotechnology. 2024. № 2(1). P. 36-53.

20. Gaimar Prakashobh. 13 types of pectin [Электронный ресурс] // Ingreland. 2025. Режим доступа: <https://ingreland.com/insights/13-types-of-pectin/>
21. Masuelli Martin. Pectins – Extraction, Purification, Characterization and Applications (London: IntechOpen, 2020). 10.5772/intechopen.78880
22. Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Edible Films and Coatings for Food Applications, 3.2.2.3 Pectin (E440), 2009. P. 74.
23. Краснощёлова Е.А., Донченко Л.В. Перспективы расширения производства пектина из отечественного яблочного сырья // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 3(35). С. 176-181.

REFERENCES

1. Butova S.N., Volnova E.R., Zueva K.V. Characteristics of pectins from non-traditional raw materials // Young scientist. 2020. No. 22 (312). P. 424-426. EDN: YONHJS [In Russ.]
2. Vasiliev V.P., Morozova R.P., Kochergina L.A. Analytical chemistry. Laboratory practical training: a tutorial for universities. Moscow: Drofa, 2006. 416 p. EDN: SUPLMX [In Russ.]
3. Mikheev L.A., Try A.V. Isolation of pectin from plant materials and study of its chemical properties // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. 2013. No. 2. P. 53-55. EDN: RELGUB [In Russ.]
4. Averianova V.A., Mitrofanov R.Yu. Pectin. Production and properties: guidelines for completing laboratory work on the courses «Technology of processing medicinal plant materials». Biysk: AltSTU, 2006. 44 p. [In Russ.]
5. Pectins from non-traditional sources: technology, structure, properties, biological activity / S.T. Minzanova [et al.]. Kazan: Pechat Service XXI century, 2011. 224 p. EDN: SOBDYT [In Russ.]
6. Pectin from car [et al.]. Carbohydrate Polymers, 2017. 157 p.
7. Zobkova N.V., Glushikhina E.I. Pectins as a detoxifying agent. Complexing properties of pectins // Orenburg horizons: past, present, future: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 275th anniversary of the Orenburg province and the 85th anniversary of the Orenburg region. Orenburg, 2019. P. 314-317. EDN: DDCGRE [In Russ.]
8. Iklasova A.Sh., Sakipova Z.B., Bekbolatova E.N. Pectin: composition, production technology, application in the food and pharmaceutical industries // Bulletin of KazNMU. 2018. No. 3. P. 243-246. EDN: YVQQJF [In Russ.]
9. Determination of the molecular weight of pectin obtained by acid extraction from the peel of lutean seeds / T.M. Vasina [et al.] // Siberian Medical Journal. 2012. No. 3. P. 128-130. EDN: OYRVAX [In Russ.]
10. Donchenko L.V., Firsov G.G. Pectin: basic properties, production and application. Moscow: DeLi print, 2007. 276 p. ISBN 978-5-94343-126-5 [In Russ.]
11. Efremov A.A., Kondratyuk T.A. Isolation of pectin from non-traditional plant raw materials and its application in confectionery production // Chemistry of plant raw materials. 2008. No. 4. P. 171-176. EDN: KGBHZZ [In Russ.]
12. Novoselskaya I.L. Pectin. Trends in scientific and applied research // Chemistry of natural compounds. 2000. No. 1. P. 3-11. [In Russ.]
13. Comparative characteristics of pectin from various plant raw materials / H.T. Salomov [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. 2000. No. 12. P. 70-71. [In Russ.]
14. Ovodov Yu.S. Modern concepts of pectin substances // Bioorganic chemistry. 2009. Vol. 5, No. 3. P. 293-310. EDN: KAVPHV [In Russ.]
15. Tyshchenko V.M. Pectins and pectin-containing products // Bulletin of Orenburg State University. 2006. No. 13. P. 290-291. [In Russ.]

16. Gawkowska D., Cybulska J., Zdunek A. Structure-Related Gelling of Pectins and Linking with Other Natural Compounds: A Review // *Polymers*. 2018. No. 10. P. 762.
17. Dranca F., Oroian M. Optimization of Pectin Enzymatic Extraction from *Malus domestica* 'Fălticeni' Apple Pomace with Celluclast 1.5L // *Molecules*. 2019. No. 24. P. 2158.
18. Analytical characteristics of pectin in winter-ripening apples / Kulajanov T.K. [et al.] // *Bulletin of Almaty Technological University*. 2016. No. 2. P. 38-42. [In Russ.]
19. Ametefe G.D., Orji F.A. Pectin classifications, mode of action and factors influencing pectinase production // *Journal of Agricultural, Food Science & Biotechnology*. 2024. No. 2(1). P. 36-53.
20. Gaimar Prakashobh. 13 types of pectin [Electronic resource] // Ingreland. 2025. Access mode: <https://ingreland.com/insights/13-types-of-pectin/>
21. Masuelli Martin. Pectins – Extraction, Purification, Characterization and Applications (London: IntechOpen, 2020). 10.5772/intechopen.78880
22. Milda E. Embuscado, Kerry C. Huber, Edible Films and Coatings for Food Applications, 3.2.2.3 Pectin (E440). 2009. P. 74.
23. Krasnoselova E.A., Donchenko L.V. Prospects for expanding pectin production from domestic apple raw materials // *Problems of development of the regional agro-industrial complex*. 2018. No. 3 (35). P. 176-181. [In Russ.]

Информация об авторах / Information about the authors

Сатибалов Аслан Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции и сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; 360004, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Шарданова, д. 23., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2500-613X>, aslan-07@list.ru

Иванова Зарема Амурхановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»; 360030, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г.Нальчик, проспект Ленина, 1в. e-mail zarema1518@mail.ru

Тхазеплова Фатима Хатабиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»; 360030, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г.Нальчик, проспект Ленина, 1в., e-mail: fnagudova@mail.ru

Нагудова Лиана Хаутиевна, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; 360004, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, г.Нальчик, ул. Шарданова, д. 23. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5713-3854>; e-mail liana.nagudova@mail.ru

Aslan V. Satibalov, Dr Sci. (Agr.), Associate Professor, Head of the Department of Breeding and Variety Study of Fruit, Berry and Nut Crops, The North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture; 360004, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 23 Shardanov St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2500-613X>, aslan-07@list.ru

Zarema A. Ivanova, PhD (Agr.), Associate Professor, The Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov; 360030, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 1 v Lenin Avenue, e-mail zarema1518@mail.ru

Fatima H. Thazeplova, PhD (Agr.), Associate Professor, the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov; 360030, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 1 v Lenin Avenue, e-mail: fnagudova@mail.ru

Liana H. Nagudova, PhD (Agr.), Senior Researcher, the North Caucasian Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture; 360004, the Russian Federation, the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, 23 Shardanov St. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5713-3854>; e-mail liana.nagudova@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации

Сатибалов Аслан Владимирович – подбор литературных источников, оформление статьи по требованиям журнала

Тхазеплова Фатима Хатабиевна – разработка методики исследования

Иванова Зарема Амурхановна – проведение эксперимента

Нагудова Лиана Хаутиевна – валидация данных

Claimed contribution of the authors

All authors have contributed equally to the preparation of the publication

Satibalov A.V. – selection of literary sources, article design according to the Journal requirements

Thazeplova F.Kh. – development of the research methodology

Ivanova Z.A. – conducting the experiment.

Nagudova L.Kh. – data validation

Поступила в редакцию 08.04.2025

Поступила после рецензирования 07.05.2025

Принята к публикации 12.05.2025

Received 08.04.2025

Revised 07.05.2025

Accepted 12.05.2025