

УДК 637.072:664.292

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОК АЛТАЙСКОГО КРАЯ

© Д.И. Болдинов, Е.В. Аверьянова\*

Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова, пр. Ленина, 46, Барнаул, 656038, Россия,  
averyanova@mail.asu.ru

В данной статье представлены сведения о мелкоплодных яблонях (лат. *Mālus × domestica*), также называемых ранетки или «полукультурки», являющихся основной плодовой культурой в садоводстве Алтайского края в его южной предгорной и низкогорной, в центральной и южной лесостепной (Бийской) зонах. Показаны основные направления промышленной переработки плодов яблонь и перспективные разработки сибирских ученых, приведено описание некоторых мелкоплодных сортов яблонь. Установлено, что кроме целевых продуктов при переработке плодов яблонь хорошую перспективу имеет производство пектиновых веществ из их выжимок или некондиционных плодов. Получены пектиновые вещества из плодов пяти сортов яблонь «Добрыня», «Сибирский сувенир», «Алтайское золотое», «Янтарка Алтайская» и «Ранетка пурпуровая» урожая 2023 года. Выход пектина составил от 2.74% для сорта *Ранетка пурпуровая* до 3.64% для сорта *Добрыня* в пересчете на выжимки. Исследование органолептических показателей экспериментальных образцов пектина показало их идентичность за исключением цвета, который варьировал от светло-розового до кремового, и соответствие требованиям нормативной документации. Значения физико-химических показателей также соответствовали требованиям ГОСТ 29186-91 Пектин. Технические условия, по степени этерификации все образцы пектина относятся к высокоэтерифицированному пектину средней или медленной садки. На основании комплексного исследования свойств пектина, выделенного из плодов разных сортов яблонь, можно рекомендовать их совместную переработку, не разделяя на сорта.

*Ключевые слова:* пектиновые вещества, мелкоплодные яблоки, микронутриенты, органолептические показатели, физико-химические характеристики, Алтайский край.

**Для цитирования:** Болдинов Д.И., Аверьянова Е.В. Сравнительное исследование пектиновых веществ мелкоплодных яблок Алтайского края // Химия растительного сырья. 2025. №2. С. 84–92. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250215762>.

### Введение

В современных условиях недостатка микронутриентов в рационе питания населения Сибири, вызванного, в том числе, недостаточным потреблением фруктов, уделяется возрастающее внимание развитию промышленного садоводства в этом регионе [1, 2] и предложено выделить наиболее устойчиво плодоносящие культуры, осуществить их перевод на индустриальные основы выращивания [3]. Так, например, ежегодный прирост площадей многолетних насаждений плодовых и ягодных культур в Алтайском крае за последнее десятилетие составляет 160–330 га (табл. 1) и обеспечивается в основном за счет облепихи и мелкоплодных яблонь, как наиболее приспособленных к экстремальным климатическим условиям Сибири.

Среди наиболее распространенных плодовых культур в садах и питомниках Алтайского края следует отметить яблоню (лат. *Mālus × domestica*), ареал произрастания которой показан на рисунке 1.

Таблица 1. Прирост площадей под промышленные сады в Алтайском крае, га [4]

Показатель	Год									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Площадь закладки (многолетние посадки)	192.8	170.0	330.0	296.0	218.0	230.5	212.0	186.6	160.0	230.0

\* Автор, с которым следует вести переписку.

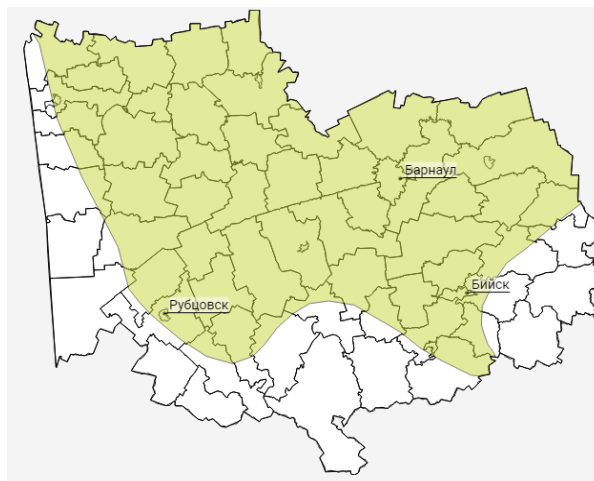


Рис. 1. Ареал произрастания яблони в Алтайском крае [5]

Яблоневые сады распространены в южной предгорной и низкогорной почвенно-мелиоративной провинциях Северного Алтая, а также в центральной лесостепи Алтайского края и южной лесостепной (Бийской) зоне [5]. Однако возделыванию яблони на юге Западной Сибири препятствуют такие факторы, как резкое осеннее похолодание, критические низкие температуры воздуха и продолжительные морозные периоды в середине зимы и весенние заморозки в период бутонизации и цветения. Поэтому для успешного выращивания яблони на Алтае усилия селекционеров направлены на выведение местных зимостойких сортов этой культуры. Исследования по сортоизучению и селекции яблони в регионе были начаты Михаилом Афанасьевичем Лисавенко в 30-х гг. прошлого столетия и продолжаются учеными «НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко» и других профильных организаций Алтайского края и Республики Алтай до настоящего времени [6–10].

Мелкоплодные сорта яблонь (ранетки и полукультурные) были получены в результате скрещивания яблони ягодной или яблони сибирской (лат. *Malus baccata* (L.) Borkh.) с крупноплодными сортами яблонь. Они обладают положительными свойствами своего дикого предка: зимостойкость, ранняя высокая урожайность и высокими вкусовыми качествами более крупных плодов, характерными для европейских сортов. Ряд исследователей отмечают более высокое содержание и разнообразие биологически активных веществ в плодах мелкоплодных сортов яблонь [11–16]. При этом срок созревания плодов составляет довольно длительный период: для ранних сортов – с конца июля, для поздних – до конца октября, что обуславливает эффективность выращивания в больших масштабах для промышленной переработки [6, 16, 17]. На территории Алтайского края переработкой плодов яблонь занимаются порядка 10 предприятий различных форм собственности: ООО «Персона» (Барнаул), ООО «Алсу» (Барнаул), ООО «Родник» (Камень-на-Оби), ООО «Сократика» (Барнаул), ООО «АлтайПлод» (Бийск) и др., целевыми продуктами которых являются в основном напитки, фруктовые консервы, специи и кондитерские изделия (рис. 2) [18].

Однако объем переработки плодов яблонь и степень вовлечения вторичных ресурсов (выжимок) в технологический процесс недостаточны. Так, плоды мелкоплодных сортов яблони, культивируемой в Алтайском крае, являются ценным источником сахаров, органических кислот, витаминов, пищевых волокон, фенольных соединений и др. БАВ [3]. Особенно богаты мелкоплодные яблоки пектиновыми веществами (ПВ), содержание которых составляет от 1 до 15% (в пересчете на сухую массу). Яблочный пектин – пищевая добавка E440, используется в пищевой промышленности как загуститель и стабилизатор. Помимо этого, пектин является природным детоксикантом, который выводит из организма тяжелые металлы и радионуклиды. Стоит отметить, что функциональные свойства ПВ также заключаются в способности снижать скорость увеличения содержания глюкозы в крови после приема пищи, что играет большую роль при профилактике сахарного диабета [19]. Перечисленные свойства ПВ позволяют рассматривать плоды мелкоплодных яблонь в качестве перспективного сырья для организации производства пектина. В таблице 2 обобщены основные характеристики некоторых сортов мелкоплодных яблок, культивируемых и/или селекционированных в Алтайском крае.

Вместе с тем несмотря на высокое содержание пектина в сухом остатке плодов яблонь, в регионе отсутствует глубокая переработка выжимок и некондиционных яблок, что обусловило цель настоящего исследования – оценка качества пектиновых веществ, выделенных из выжимок мелкоплодных яблок Алтайского края, в сравнении с коммерческим образцом яблочного пектина для определения возможности их совместной биоконверсии.



Рис. 2. Продукты переработки мелкоплодных яблок на предприятиях Алтайского края [18]

Таблица 2. Характеристика сортов мелкоплодных яблок (составлена авторами по [20, 21])

Название сорта	Урожайность, т/га / Средняя масса плода, г	Окраска плодов	Назначение сорта	Содержание пектина, % (в пересчете на сухую массу)
<i>Алтайской селекции</i>				
Сибирский сувенир	50.0 / 30.0	Румянец ярко-красный или оранжевый	Технический	8.00
Алтайский голубок	31.5 / 28.0	Темно-красная		4.07
Пепинка Алтайская	18.4 / 41.0	Ярко-красная		5.84
Алтайское золотое	12.5 / 82.0	Янтарно-желтая	Универсальный	–
Горноалтайское	24.5 / 39.0	Ярко-красная		5.00
Осенняя радость	10.3 / 45.0	Темно-красная		4.69
Алтайское багряное	11.0 / 27.0	Темно-красная		6.89
Красная горка	13.5 / 81.0	Ярко-красная		3.46
<i>Культивируемые в Алтайском крае</i>				
Янтарка Алтайская	30.7 / 9.0	Золотисто-желтая	Технический	–
Добрыня	8.1 / 13.0	Ярко-пурпуровая		13.59
Ранетка пурпуровая	21.7 / 13.0	Темно-красная		7.69
Лалетино	11.5 / 10.0	Оранжево-красная		–

### Экспериментальная часть

Объектами исследования являлись образцы пектина, выделенного из плодов мелкоплодных сортов яблонь «Добрыня», «Сибирский сувенир», «Алтайское золотое», «Янтарка Алтайская» и «Ранетка пурпуровая» урожая 2023 года. Пектиновые вещества выделяли из выжимок, высушенных до влажности 8–10%, методом гидролиза-экстракции 0.5%-ным раствором лимонной кислоты при температуре 75–80 °С, pH=3 в течение 1 ч, гидромодуль 1 : 5 [22]. Полученный экстракт отфильтровывали от выжимок и упаривали под вакуумом до ¼ первоначального объема. Из полученного концентрата осаждали пектиновые вещества 95%-ным раствором этилового спирта. Выпавший осадок пектина отделяли центрифугированием и высушивали до влажности не более 10% конвективным методом. В качестве контрольного образца выбран коммерческий яблочный пектин производства «Yantai Andre Pectin Co» (Китай).

Органолептические показатели, массовую долю влаги, степень этерификации пектина, посторонние примеси, видимые невооруженным глазом, массовую долю частиц волокнистой фракции определяли по ГОСТ 29186-91 Пектин. Технические условия. Зольность определяли гравиметрическим методом анализа по ГОСТ 10847-2019 Зерно. Методы определения зольности; pH 1%-ого раствора пектина – по [23] с помощью pH-метра PH2101; массовую долю пектовой кислоты – по методике, суть которой заключается в

определении массы осадка пектата кальция с последующим ее пересчетом на массу пектовой кислоты [24]; массовую долю свободных и метоксилированных карбоксильных групп определяли титриметрическим методом анализа по [25]. Определение желирующей способности осуществляли по [26]: навеску пектина массой 2 г заливали 50 мл дистиллированной воды в фарфоровой чашке. Спустя некоторое время добавляли 25 г сахарного песка и кипятили на песчаной бане в течение 15 минут. Далее в упаренную смесь прилили 1 мл 40%-ного раствора лимонной кислоты, перемешали и разлили в плоские пластмассовые формочки. Желирующую способность выражали во времени, необходимом для образования студня. Исследования проведены в трехкратной повторности и обработаны методами математической статистики.

### Обсуждение результатов

Выход пектина в пересчете на выжимки яблок составил: 3.64% для сорта «Добрыня», 3.46% – «Янтарка Алтайская», 3.33% – «Алтайское золотое», 2.98% – «Сибирский сувенир» и 2.74% – «Ранетка пурпуровая». Внешний вид экспериментальных образцов пектина в сравнении с контрольным образцом представлен на фотографиях (рис. 3).

На рисунке 3 видно, что образцы пектина имеют разные оттенки цвета. Результаты определения органолептических показателей экспериментальных образцов яблочного пектина в сравнении с ГОСТ 29186-91 представлены в таблице 3.

Согласно данным таблицы 3, экспериментальные образцы яблочного пектина соответствуют требованиям ГОСТ 29186-91 и имеют небольшое отличие цвета. Так, цвет пектина, выделенного из плодов яблонь сортов *Добрыня* и *Ранетка пурпуровая*, соответствует контрольному образцу, пектин сортов *Алтайское золотое* и *Янтарка Алтайское* несколько светлее, а в пектине сорта *Сибирский сувенир* присутствует розовый оттенок, что вероятно свидетельствует о наличии фенольных веществ, в том числе антоцианов, входящих в состав кожуры яблок и не противоречит данным нормативной документации.



Рис. 3. Фотографии экспериментальных образцов яблочного пектина

В таблице 4 представлены результаты определения физико-химических показателей экспериментальных образцов яблочного пектина.

Данные таблицы 4 указывают на то, что по физико-химическим показателям экспериментальные образцы пектина, выделенного из мелкоплодных сортов яблонь Алтайского края, соответствуют требованиям ГОСТ 29186-91, и на основании значения степени этерификации их можно разделить на две группы, обуславливающие направления использования в пищевых системах:

- пектины, выделенные из яблок сортов «Добрыня» и «Янтарка Алтайская», относятся к типу Б (средней садки), образуют устойчивые желе и могут использоваться в технологии кондитерских изделий;
- пектины, выделенные из яблок сортов «Сибирский сувенир», «Алтайское золотое» и «Ранетка пурпуровая», относятся к типу В (медленной садки), образуют студни в присутствии ионов кальция, поэтому могут использоваться, например, в технологии молочных продуктов.

Для уточнения особенностей экспериментальных образцов пектина определены их дополнительные физико-химические свойства, не регламентируемые нормативной документацией, но характеризующие сорбционную способность пектина и его строение по наличию полигалактуроновой кислоты (табл. 5).

По показателям таблицы 5 массовая доля пектовой кислоты и содержание свободных карбоксильных групп экспериментальных образцов пектина (34.1–37.3 и 16.6–17.1% соответственно) выше, чем у контрольного образца (28.8 и 15.6% соответственно), при этом содержание метоксилированных карбоксильных групп и рН 1%-ого раствора экспериментальных образцов пектина (6.6–7.0 и 2.0–2.7% соответственно) ниже, чем у контрольного образца (8.5 и 3.2% соответственно). Из этого следует, что экспериментальные образцы яблочного пектина по сравнению с коммерческим образцом имеют большее количество реакционноспособных карбоксильных групп в молекуле пектина и, соответственно, проявляют более высокую комплексообразующую способность, определяющую функциональные свойства пектина.

Таблица 3. Органолептические показатели экспериментальных образцов яблочного пектина

Сорт яблок	Внешний вид	Вкус	Цвет
Данные ГОСТ 29186-91	Порошок тонкого помола без посторонних примесей. Допускается наличие волокнистой фракции пектина в виде хлопьев	Слабокислый	От светло-серого до кремового
Контрольный образец «Добрыня» «Сибирский сувенир» «Алтайское золотое» «Янтарка Алтайская» «Ранетка пурпуровая»	Порошок тонкого помола без посторонних примесей	Отсутствует	Кремовый Насыщенный кремовый Светло-розовый Бежевый Бежевый Кремовый

Таблица 4. Физико-химические показатели экспериментальных образцов пектина,  $M \pm m$ ,  $n=3$

Наименование показателя	Действительное значение						
	ГОСТ 29186-91	Контрольный образец	«Добрыня»	«Сибирский сувенир»	«Алтайское золотое»	«Янтарка Алтайская»	«Ранетка пурпуровая»
Массовая доля влаги, %	Не более 10	5.5±0.1	7.7±0.1	8.3±0.1	9.1±0.1	9.2±0.1	7.9±0.1
Степень этерификации, %	Тип А >70 Тип Б 67–69 Тип В 60–66	77.9±0.2	67.3±0.2	64.4±0.3	65.9±0.3	67.0±0.2	61.1±0.2
Посторонние примеси, видимые невооруженным глазом	Не допускаются	Отсутствуют					
Массовая доля частиц волокнистой фракции размером более 0.5 мм, %	Не более 20	2	2	5	5	6	3

Таблица 5. Физико-химические свойства экспериментальных образцов пектина,  $M \pm m$ ,  $n=3$ 

Наименование показателя	Действительное значение					
	Контроль	«Добрыня»	«Сибирский сувенир»	«Алтайское золотое»	«Янтарка Алтайская»	«Ранетка пурпуровая»
Массовая доля пектовой кислоты, %	28.8±0.5	37.3±0.5	35.4±0.5	35.7±0.5	36.8±0.5	34.1±0.5
Содержание свободных карбоксильных групп, %	15.6±0.2	17.1±0.2	16.9±0.2	16.6±0.2	17.0±0.2	16.7±0.2
Содержание метоксилированных карбоксильных групп, %	8.5±0.2	7.0±0.2	7.0±0.2	6.6±0.2	6.9±0.2	6.7±0.2
Массовая доля общей золы, %	1.7±0.1	2.4±0.1	2.3±0.1	2.4±0.1	2.2±0.1	2.3±0.1
pH 1%-ого раствора	3.2±0.2	2.7±0.2	2.4±0.2	2.3±0.2	2.0±0.2	2.7±0.2
Желирующая способность, мин	120±5	120±5	120±5	120±5	120±5	120±5

### Выводы

Таким образом, плоды мелкоплодных сортов яблонь Алтайского края и продукты их переработки – выжимки – являются перспективным сырьем для получения пектина, выход которого составляет от 2.74% для сорта «Ранетка пурпуровая» до 3.64% для сорта «Добрыня» в пересчете на выжимки. По показателям качества все экспериментальные образцы пектина соответствуют требованиям ГОСТ 29186-91 Пектин. Технические условия и относятся к высокоэтерифицированному пектину средней и медленной садки, что допускает возможность переработки мелкоплодных сортов яблонь без разделения на сорта. По показателям, характеризующим сорбционную способность пектина, экспериментальные образцы превосходят коммерческий образец, что гарантирует наличие функциональных свойств пищевых продуктов, в рецептуре которых присутствует пектин.

#### Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ (№ 075-03-2024-105, номер темы FZMM-2024-0003, рег. № НИОКТР 124013000666-5).

#### Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

#### Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

### Список литературы

1. Стратегия социально-экономического развития Сибирского федерального округа до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 26 января 2023 г. № 129-р // Собр. Законодательства РФ. 2023. № 5 (30 января). С. 2963–2986.
2. Официальное опубликование правовых актов. Об утверждении государственной программы Алтайского края «Развитие сельского хозяйства Алтайского края»: постановление Правительства Алтайского края от 29 ноября 2023 г. № 453. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/2200202312010004>.
3. Ершова И.В. Биохимический потенциал сибирских плодов и ягод: актуальные направления исследований // Индустриальное садоводство Сибири. Сорта, технологии, практика. Барнаул, 2019. С. 64–76.
4. Миненко А.В. Целеполагание в развитии промышленного садоводства в Алтайском крае // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. №9-1 (60). С. 172–175. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2021-9-1-172-175>.
5. Комиссаренко С.Н., Спиридонов В.Н. Пектины – их свойства и применение // Растительные ресурсы. 1998. Т. 34, №1. С. 111–119.
6. Калинина И.П., Макаренко С.А. Результаты и перспективы селекции яблони на Алтае // Достижения науки и техники АПК. 2013. №7. С. 9–11.
7. Макаренко С.А. Приоритетные направления селекции яблони для районов с суровыми климатическими условиями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. №8 (178). С. 28–35.
8. Болотов А.Г., Гончаров Н.А., Гончаров И.А. Зависимость продуктивности яблони от факторов внешней среды в условиях Алтайского Приобья // Символ науки. 2015. №7-2. С. 16–17.
9. Гунина Ю.С., Троско Е.С. Новые сорта яблони алтайской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. №2 (184). С. 19–25.

10. Макаренко С.А. Сорты яблони горноалтайской селекции в сорimente Сибири // Садоводство и виноградарство. 2017. Т. 6. С. 13–18. <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2017.6.8424>.
11. Ершова И.В. Биологически активные соединения плодов алтайских сортов яблони // Садоводство и виноградарство. 2017. №6. С. 48–53. <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2017.6.8430>.
12. Макаренко С.А. Сравнительная оценка биохимии плодов яблони алтайских сортов как источника питательных и биологически активных веществ // Химия растительного сырья. 2021. №3. С. 245–252. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021039177>.
13. Goncharovska I., Olena M.V., Sedlackova V.H. Comparative evaluation of the biochemical composition of fruits *Malus spp* // *Notulae Scientia Biologicae*. 2024. Vol. 16, no. 2. 11902. <https://doi.org/10.55779/nsb16211902>.
14. Yoon H.K., Kleiber T., Zydlik Z., Rutkowski K. A comparison of selected biochemical and physical characteristics and yielding of fruits in apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.) // *Agronomy*. 2020. Vol. 10, no. 4. 458. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040458>.
15. Busatto N., Matsumoto D., Tadiello A. Multifaceted analyses disclose the role of fruit size and skin-russeting in the accumulation pattern of phenolic compounds in apple // *PLoS One*. 2019. Vol. 14, no. 7. Pp. 152–171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219354>.
16. Типсина Н.Н. Характеристика и использование мелкоплодных яблок // Вестник КрасГАУ. 2003. №3. С. 272–274.
17. Шелковская Н.К., Калинина И.П., Коцюба В.П., Камаева С.И. Исследование сортов яблони алтайской селекции для производства высококачественных игристых вин // Ползуновский вестник. 2013. №4. С. 146–150.
18. Информационный портал «Алтайские продукты +100 к здоровью!» [Электронный ресурс]. URL: <https://altaiprod.ru/>.
19. Адыгезалова С.Г. Основные функциональные свойства пектиновых полисахаридов в овощном сырье // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8, №5. С. 218–223. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/30>.
20. Помология: в 5 томах. Т. 1. Яблоня / под ред. Е.Н. Седова. М., 2020. 634 с.
21. Калинина И.П. Помология: сибирские сорта плодовых и ягодных культур XX столетия. Новосибирск, 2005. 565 с.
22. Аверьянова Е.В. Научно-практическое обоснование получения и применения функциональных пищевых ингредиентов из вторичных сырьевых ресурсов растительного сырья: дис. ... докт. техн. наук. Бийск, 2023. 377 с.
23. Кайшева Н.Ш., Кайшева А.Ш., Губанова Л.Б., Саморядова А.Б. Применение очищенного яблочного пектина для стабилизации аскорбиновой кислоты в фреш-соках // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2019. №1 (367). С. 40–46. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.1.10>.
24. Бободжонова Г.Н. Получение и водопоглощающая способность компонентов распада протопектина корзинки подсолнечника: дис. ... канд. техн. наук. Душанбе, 2018. 108 с.
25. Хайтметова С.Б., Тураев А.С., Халилова Г.А. Выделение и физико-химические характеристики пектина из сырья *Inonotus Hispidus* // Высокомолекулярные соединения. Серия Б. 2022. Т. 64, №4. С. 283–289. <https://doi.org/10.31857/S2308113922700085>.
26. Школьникова М.Н., Аверьянова Е.В. Пектин как функциональный пищевой ингредиент в составе зефира // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2017. Т. 5, №1. С. 35–44. <https://doi.org/10.14529/food170105>.

*Поступила в редакцию 2 сентября 2024 г.*

*После переработки 18 октября 2024 г.*

*Принята к публикации 28 января 2025 г.*

**Boldinov D.I., Aver'yanova Ye.V.\* COMPARATIVE STUDY OF PECTIN SUBSTANCES OF SMALL-FRUITED APPLES OF THE ALTAI TERRITORY**

*Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Lenina st., 46, Barnaul, 656038, Russia, averyanova@mail.asu.ru*

This article presents information about small-fruited apple trees (lat. *Mālus*), also called ranetki or semi-cultured apple trees, which are the main fruit crop in horticulture of the Altai region and are widely represented in its southern foothill and low-mountain, central and southern forest-steppe (Biysk) zones. The main directions of industrial processing of apple fruits and promising developments of Siberian scientists are shown, a description of some varieties of small-fruited apple trees zoned in the region or Altai selection is given. It has been established that, in addition to the target products in the processing of apple fruits, the production of pectin substances from their pomace or substandard fruits has good prospects. Pectin substances were obtained from five varieties of small-fruited apples "Dobrynya", "Sibirsky Souvenir", "Altai Zolotoe", "Yantarka Altaiskaya" and "Ranetka Purpurovaya" from the 2023 harvest; the pectin yield ranged from 2.74% for the Ranetka Purpurovaya variety to 3.64% for the Dobrynya variety in terms of pomace. A study of the organoleptic characteristics of experimental pectin samples showed their identity, with the exception of color, which varied from light pink to cream, and compliance with the requirements of GOST 29186-91. The values of physicochemical indicators also met the requirements of regulatory documentation; in terms of the degree of esterification, all pectin samples belong to highly esterified pectin of medium or slow setting. Based on a comprehensive study of the properties of pectin isolated from different varieties of small-fruited apples, it is possible to recommend their joint processing without separating them into varieties.

**Keywords:** pectin substances, small-fruited apples, micronutrients, organoleptic characteristics, physical and chemical characteristics, Altai Territory.

**For citing:** Boldinov D.I., Aver'yanova Ye.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 2, pp. 84–92. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250215762>.

**References**

1. *Strategiya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Sibirskogo federal'nogo okruga do 2035 goda: rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 26 yanvarya 2023 g. No. 129-r. Sobr. Zakonodatel'stva RF.* [Strategy for the socio-economic development of the Siberian Federal District until 2035: Order of the Government of the Russian Federation of January 26, 2023. No. 129-r. Coll. Legislation of the Russian Federation]. 2023, no. 5, pp. 2963–2986. (in Russ.).
2. *Ofitsial'noye opublikovaniye pravovykh aktov. Ob utverzhenii gosudarstvennoy programmy Altayskogo kraya «Razvitiye sel'skogo khozyaystva Altayskogo kraya»: postanovleniye Pravitel'stva Altayskogo kraya ot 29 noyabrya 2023 g. No. 453.* [Official publication of legal acts. On approval of the state program of the Altai Territory "Development of agriculture in the Altai Territory": Resolution of the Government of the Altai Territory dated November 29, 2023. No. 453]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/2200202312010004>. (in Russ.).
3. Yershova I.V. *Industrial'noye sadovodstvo Sibiri. Sorta, tekhnologii, praktika.* [Industrial gardening of Siberia. Varieties, technologies, practice]. Barnaul, 2019, pp. 64–76. (in Russ.).
4. Minenko A.V. *Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk*, 2021, no. 9-1 (60), pp. 172–175. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2021-9-1-172-175>. (in Russ.).
5. Komissarenko S.N., Spiridonov V.N. *Rastitel'nyye resursy*, 1998, vol. 34, no. 1, pp. 111–119. (in Russ.).
6. Kalinina I.P., Makarenko S.A. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, no. 7, pp. 9–11. (in Russ.).
7. Makarenko S.A. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, no. 8 (178), pp. 28–35. (in Russ.).
8. Bolotov A.G., Goncharov N.A., Goncharov I.A. *Simvol nauki*, 2015, no. 7-2, pp. 16–17. (in Russ.).
9. Gunina Yu.S., Trosko Ye.S. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020, no. 2 (184), pp. 19–25. (in Russ.).
10. Makarenko S.A. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 2017, vol. 6, pp. 13–18. <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2017.6.8424>. (in Russ.).
11. Yershova I.V. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 2017, no. 6, pp. 48–53. <https://doi.org/10.18454/VSTISP.2017.6.8430>. (in Russ.).
12. Makarenko S.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 3, pp. 245–252. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021039177>. (in Russ.).
13. Goncharovska I., Olena M.V., Sedlackova V.H. *Notulae Scientia Biologicae*, 2024, vol. 16, no. 2, 11902. <https://doi.org/10.55779/nsb16211902>.
14. Yoon H.K., Kleiber T., Zydlik Z., Rutkowski K. *Agronomy*, 2020, vol. 10, no. 4, 458. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040458>.
15. Busatto N., Matsumoto D., Tadiello A. *PLoS One*, 2019, vol. 14, no. 7, pp. 152–171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219354>.
16. Tipsina N.N. *Vestnik KrasGAU*, 2003, no. 3, pp. 272–274. (in Russ.).
17. Shelkovskaya N.K., Kalinina I.P., Kotsyuba V.P., Kamayeva S.I. *Polzunovskiy vestnik*, 2013, no. 4, pp. 146–150. (in Russ.).
18. *Informatsionnyy portal «Altayskiye produkty +100 k zdorov'yu!»* [Information portal "Altai products +100 to health!"]. URL: <https://altaiprod.ru/>. (in Russ.).

\* Corresponding author.



19. Adygezalova S.G. *Byulleten' nauki i praktiki*, 2022, vol. 8, no. 5, pp. 218–223. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/30>. (in Russ.).
20. *Pomologiya: v 5 tomakh. T. 1. Yablonya* [Pomology: In 5 volumes. Vol. 1. Apple tree], ed. Ye.N. Sedov. Moscow, 2020, 634 p. (in Russ.).
21. Kalinina I.P. *Pomologiya: sibirskiye sorta plodovykh i yagodnykh kul'tur XX stoletiya*. [Pomology: Siberian varieties of fruit and berry crops of the 20th century]. Novosibirsk, 2005, 565 p. (in Russ.).
22. Aver'yanova Ye.V. *Nauchno-prakticheskoye obosnovaniye polucheniya i primeneniya funktsional'nykh pishchevykh ingrediyyentov iz vtorichnykh syr'yevykh resursov rastitel'nogo syr'ya: dis. ... dokt. tekhn. nauk*. [Scientific and practical substantiation of obtaining and using functional food ingredients from secondary raw materials of plant raw materials: diss. ... Doctor of Technical Sciences]. Biysk, 2023, 377 p. (in Russ.).
23. Kaysheva N.Sh., Kaysheva A.Sh., Gubanova L.B., Samoryadova A.B. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*, 2019, no. 1 (367), pp. 40–46. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.1.10>. (in Russ.).
24. Bobodzhonova G.N. *Polucheniye i vodopogloshchayushchaya sposobnost' komponentov raspada protopektina korzinki podsolnechnika: dis. ... kand. tekhn. nauk*. [Obtaining and water-absorbing capacity of components of protopectin decay of sunflower basket: diss. ... Cand. of Technical Sciences]. Dushanbe, 2018, 108 p. (in Russ.).
25. Khaytmetova S.B., Turayev A.S., Khalilova G.A. *Vysokomolekulyarnyye soyedineniya. Seriya B*, 2022, vol. 64, no. 4, pp. 283–289. <https://doi.org/10.31857/S2308113922700085>. (in Russ.).
26. Shkol'nikova M.N., Aver'yanova Ye.V. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevyye i biotekhnologii*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 35–44. <https://doi.org/10.14529/food170105>. (in Russ.).

Received September 2, 2024

Revised October 18, 2024

Accepted January 28, 2025

#### Сведения об авторах

Болдинов Даниил Игоревич – стажер-исследователь ЦКИ «АлтайБиоЛакт», аспирант, [daniilb99@mail.ru](mailto:daniilb99@mail.ru)

Аверьянова Елена Витальевна – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник ЦКИ «АлтайБиоЛакт», [averyanova@mail.asu.ru](mailto:averyanova@mail.asu.ru)

#### Information about authors

Boldinov Daniil Igorevich – research intern at the AltayBioLakt Research Center, postgraduate student, [daniilb99@mail.ru](mailto:daniilb99@mail.ru)

Averyanova Elena Vitalievna – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the AltayBioLakt Research Center, [averyanova@mail.asu.ru](mailto:averyanova@mail.asu.ru)