

УДК 664.292:634

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА ПЛОДОВ ДВУХ ВИДОВ БОЯРЫШНИКА, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УЗБЕКИСТАНЕ*

© М.С. Зокирова¹, М.Х. Маликова², Э.Х. Ботиров^{2**}

¹ Ташкентский химико-технологический институт, ул. А. Навои, 32,
Ташкент, 100011, Узбекистан

² Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН
РУз, ул. М. Улугбека, 77, Ташкент, 100170, Узбекистан, botirov-nepi@mail.ru

Статья посвящена выделению и изучению физико-химических свойств пектиновых веществ (ПВ) плодов двух видов боярышника – *Crataegus songarica* и *Crataegus turkestanica*, произрастающих в Узбекистане. Выход ПВ из плодов *C. songarica* и *C. turkestanica* составляет 9.58 и 11.25% соответственно. В продуктах гидролиза полученных пектиновых веществ обнаружены моносахариды галактоза, глюкоза, арабиноза, ксилоза, уроновые кислоты и следы рамнозы. Данные титриметрического анализа показывают, что сильное различие по значениям Кс, Кз, Кб и СЭ между двумя изученными видами боярышника не наблюдается. ПВ изученных видов боярышников являются высокоэтерифицированными (СЭ 61.9–62.4).

Растворы пектиновых веществ с раствором йода дают характерное синее окрашивание, что свидетельствует о присутствии глюканов крахмального типа. Показатели относительной вязкости ($\eta_{\text{отн}}$) водных растворов пектиновых веществ по данным вискозиметрии составляют 2.03 (*C. songarica*) и 6.56 (*C. turkestanica*).

Анализ ИК-спектров пектиновых веществ плодов *C. songarica* и *C. turkestanica* показывает, что исследуемые биополимеры являются карбоксиполисахаридами с основной α -1 \rightarrow 4 гликозидной связью между остатками D-галактуроновой кислоты в главной цепи, где карбоксильные группы метилированы.

Молекулярные массы образцов определяли методом универсальной калибровки гель-хроматографии. Установлено, что пектин плодов *C. songarica* состоит из трех компонентов, тогда как пектин плодов *C. turkestanica* – из двух компонентов. Общая молекулярная масса пектина из плодов *C. songarica* и *C. turkestanica* составляют 110630 Да и 110000 Да соответственно.

Ключевые слова: *Crataegus songarica*, *Crataegus turkestanica*, пектиновые вещества, экстракция, степень этерификации, молекулярная масса, физико-химические свойства.

Для цитирования: Зокирова М.С., Маликова М.Х., Ботиров Э.Х. Пектиновые вещества плодов двух видов боярышника, произрастающих в Узбекистане // Химия растительного сырья. 2024. №2. С. 118–125. DOI: 10.14258/jcrpm.20240213399.

Введение

Боярышник (лат. *Crataegus*) – род листопадных, редко полувечнозеленых высоких кустарников или небольших деревьев, относящихся к семейству *Rosaceae*, представлен более 300 видами, 10 из которых произрастают в горных и предгорных районах Узбекистана [1, 2]. Представители рода широко используются как декоративные и лекарственные растения, плоды употребляются в пищу, являются медоносом. Цветы и плоды боярышника применяют при функциональных расстройствах сердечной деятельности, мерцательной аритмии, пароксизмальной тахикардии, миокардите, атеросклерозе, ожирении сердца, вегетативной дистонии, при недостаточности кровообращения у людей в пожилом возрасте, ревматизме, бессоннице, гипертонии и других заболеваниях [3–5]. В народной медицине настоек цветков и плодов принимают внутрь при неврозе сердца, гипертонии, удущье, вызванном сердечными недомоганиями, приливе крови к голове и при сильных нервных потрясениях [2, 4, 5]. Препараты боярышника улучшают кровоток коронарной артерии и сокращении сердечной мышцы, поэтому широко используется при сердечнососудистых расстройствах, таких как аритмия, инфаркт миокарда, сердечная недостаточность [4–6].

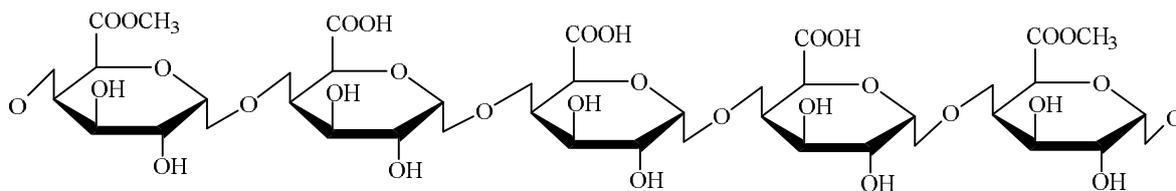
* Данная статья имеет электронный дополнительный материал (приложение), который доступен читателям на сайте журнала. DOI: 10.14258/jcrpm.20240213399s

** Автор, с которым следует вести переписку.

К важнейшим биологически активным компонентам боярышника относятся флавоноиды, проантоцианидины и тритерпеновые сапонины [2, 3, 6–10]. Основными флавоновыми и флавоноловыми гликозидами являются витексин, гиперозид, кверцитрин [2, 3]. Установлено, что именно флавоноиды и тритерпеновые сапонины обуславливают разнообразную биологическую активность экстрактов боярышника – кардиотоническую, антиаритмическую, гипотензивную, гиполипидемическую, антидепрессантную, диуретическую, антиоксидантную [3, 6, 8, 9]. Плоды боярышника также богаты пектиновыми веществами (ПВ), широко используемыми в качестве пищевой добавки (загустителя и желеобразующего агента) [11–13]. Водные растворы пектина плодов боярышника отличаются высоким показателем вязкости и эффективны при приготовлении и стабилизации эмульсий по сравнению с коммерческими пектинами из кожуры цитрусовых [13].

Crataegus songarica (боярышник сонгарский) – кустарник или небольшое дерево. В природе ареал вида охватывает Центральную Азию, западные районы Китая, Иран, Пакистан и Афганистан. Произрастает в среднем поясе гор, среди зарослей кустарников, в долинах рек и по склонам ущелий. Ареал *Crataegus turkestanica* (боярышник туркестанский) охватывает горную систему Копетдаг, расположенную на территории Ирана, горную систему Памиро-Алай, расположенную на территории Афганистана, горную систему Тянь-Шань [1, 2, 12].

ПВ определяют как группу гетерополисахаридов сложного строения, основу которых составляют молекулы D-галактуроновой кислоты. Часть карбоксильных групп ПВ этерифицированы метанолом, а часть вторичных спиртовых групп могут быть ацетилированы. В полимерную линейную молекулу главной цепи неравномерно через 1,2-гликозидную связь включаются остатки молекул L-рамнозы, придавая ей зигзагообразный характер [14–17].



В виде боковых цепочек к основной макромолекуле присоединяются остатки ксилозы, арабинозы, галактозы, посредством которых молекула пектина связывается с молекулами целлюлозы в растительных тканях. Гетерополисахаридный характер ПВ обусловлен присутствием трех структурных единиц: пектовой кислоты, галактана и арабинана. Пектовая кислота, кроме D-галактуроновой кислоты, включает нейтральные сахара: L-арабинозу, D-галактозу, L-рамнозу. Одним из важнейших свойств ПВ для организации лечебно-профилактического питания является их комплексообразующая способность, основанная на взаимодействии молекулы пектина с ионами тяжелых и радиоактивных металлов [14–17]. Это свойство дает основание рекомендовать ПВ для включения в рацион питания лиц, находящихся в среде, загрязненной радионуклидами и имеющих контакт с тяжелыми металлами [18, 19]. Для организма человека особенно опасны долгоживущие изотопы цезия (¹³⁷Cs), стронция (⁹⁰Sr), иттрия (⁹¹Y) и др. Экскреция пектина по отношению к введенной дозе ¹³⁷Cs составляет 8.4%, ⁹⁰Sr – 52.6.

К характерным показателям ПВ относятся молекулярная масса, количество метоксильных и ацетильных групп, растворимость в воде, вязкость и свойство желеобразования. Молекулярная масса ПВ колеблется от 3000 до 300000 Да и зависит не только от источника его получения, но и метода извлечения, а также степени деградации различных молекул.

Одним из важных показателей ПВ является количество метоксильных групп. Метоксильное число имеет важное значение при определении свойства желеобразования пектина. Количество метоксильных групп желеобразующего пектина не должно быть меньше 7% [14, 16]. Степень этерификации полигалактуроновых кислот связана с источником и условиями получения ПВ.

В составе ПВ существует малое количество ацетильных групп и оно негативно влияет на свойство желеобразования. Допустимое содержание ацетильных групп ПВ, образующих студенистую массу, не должно превышать 1%.

Свойство желеобразования пектина связано с длиной цепи полигалактуроновой кислоты – чем длиннее цепь, тем выше степень метоксилирования и желеобразующая способность. Расщепление пектина до растворимой полигалактуроновой кислоты осуществляется с помощью фермента полигалактуроназы (пектиназа, пектолаза, полигалактуронид гликаногидролаза) [8, 9, 11, 12].

Цель настоящего исследования – выделение и изучение структурных особенностей и физико-химических свойств ПВ плодов двух видов боярышника: *C. songarica*, *C. turkestanica*, произрастающих на территории Узбекистана.

Экспериментальная часть

Объект исследования. Для выделения ПВ использовали плоды *C. songarica*, собранные в октябре 2021 г. на территории Республики Узбекистан (Наманганская область, Чартакский район, окрестности села Арбагиш), и плоды *C. turkestanica*, заготовленные в том же месте 30 августа 2021 г. Плоды сушили в хорошо проветриваемом помещении в течение 6 дней, затем отделили семена и сушили в сушильном шкафу при температуре 40–45 °С в течение 4 ч. Влажность сырья составляет 10–11%.

Методика получения ПВ. Измельченное сырье (0.3–0.5 мм) в количестве 20 г трижды экстрагировали смесью 0.3%-ных растворов щавелевой кислоты и оксалата аммония (1 : 1) при 75–80 °С в течение 90 мин при постоянном перемешивании. Экстракты объединяли, диализовали, упаривали до небольшого объема (30–40 мл) и осаждали 96%-ным спиртом (1 : 3). Выпавший осадок отфильтровали через капронные мембраны, промывали 96%-ным спиртом, высушивали в сушильном шкафу, измельчали [20].

Определение моносахаридного состава. По 100 мг ПВ гидролизовали 2N раствором H₂SO₄ при 100 °С в течение 18–20 ч. Гидролизат нейтрализовали BaCO₃, деионизировали катионитами КУ-2 (H⁺ форма), упаривали и хроматографировали на бумаге FN-12 в системе *n*-бутанол-пиридин-вода (6 : 4 : 3) нисходящим методом в течение 18 ч. Хроматограмму высушивали, опрыскивали кислым анилин-фталатом, снова высушивали и нагревали в сушильном шкафу при 110 °С в течение 2–4 мин.

Гексозы проявляются в виде коричневых пятен, пентозы и уроновые кислоты – в виде розовых.

Определение степени этерификации ПВ. 0.15 г ПВ растворяли в 625 мл воды при слабом нагревании, через 2 ч титровали 0.1 н раствором NaOH в присутствии фенолфталеина до слабо-розовой окраски [21].

$$k_c = \frac{a}{p} \times 0.45\% ,$$

где k_c – количество свободных карбоксильных групп; a – количество 0.1 н NaOH, израсходованного на титрование, мл (1 мл NaOH соответствует 0.0045 г карбоксильных групп); p – навеска пектина, г.

Количественное содержание этерифицированных карбоксильных групп $K_э$ проводили следующим образом: к пробе прибавляли 10 мл 0.1 н NaOH и омыляли в течение 2 ч при комнатной температуре, т.е. омыляли метоксилированные карбоксильные группы. Затем в реакционную смесь добавляли 10 мл 0.1 н HCl и ее избыток оттитровали 0.1 н NaOH в присутствии индикатора фенолфталеина.

$$K_э = \frac{B}{p} \times 0.45\% ,$$

где B – количество NaOH (0.1 н), использованного для второго титрования.

Общее количество карбоксильных групп $K_о = K_c + K_э$.

Степень этерификации (СЭ) вычисляют по формуле:

$$СЭ = \frac{K_э}{K_о} \times 100\% .$$

Определение относительной вязкости ($\eta_{отн}$) ПВ. По 100 мг каждого образца растворяли в 10 мл воды. Измеряли показатели на вискозиметре Освальда с диаметром капилляра 0.73 мм при температуре +20–21 °С. Время протекания воды – 30 сек. Время протекания растворов ПВ: ПВ *C. songarica* – 61 сек; относительная вязкость $\eta_{отн}=2.03$; ПВ *C. turkestanica* – 3 мин 17 сек; относительная вязкость $\eta_{отн}=6.56$.

Определение молекулярной массы пектинов, полученных из двух видов боярышника. Анализ гель-хроматографии проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1260 Infinity. Скорость объемного потока элюента составляет 0.8 мл/мин. В качестве детектора использован рефрактометр. Концентрация образца в дозаторе составляла 3 мг/мл. Объем образца в инжекторе – 20 мкл. Анализ

проводился по программе Agilent Chemstation. Хроматографическая колонка (25 × 0.8 см) из нержавеющей стали в форме цилиндра заполнена сорбентом TSK GM PW_{XL} (Toya Soda, Japan) [22].

ИК-спектры образцов снимали на ИК-Фурье спектрометре фирмы Perkin Elmer, модель 2000, в пластинках с KBr.

Обсуждение результатов

В настоящее время в Узбекистан ПВ импортируются из зарубежных стран, однако в нашей республике существуют большие возможности и источники их выделения из местного растительного сырья. Нами изучены ПВ плодов двух видов боярышника – *C. songarica* и *C. turkestanica*. Выход ПВ из плодов *C. songarica* и *C. turkestanica* составляет 9.58 и 11.25% соответственно.

Качественные составы моносахаридов ПВ, определенные по результатам кислотного гидролиза, приведены в таблице 1.

Как видно из данных таблицы 1, пектиновые вещества *C. songarica* и *C. turkestanica* по моносахаридному составу не отличаются. Наблюдается различие в количественном содержании моносахаридов, однако в обоих случаях доминирующими являются уроновые кислоты и арабиноза, что характерно для изучаемых биополимеров.

Растворы пектиновых веществ из плодов боярышников с раствором йода дают характерное синее окрашивание, что свидетельствует о присутствии глюканов крахмального типа.

Для определения степени этерификации проводили определения титриметрических показателей пектиновых веществ. Данные титриметрического анализа показывают, что сильного различия по значениям K_c , K_s , K_o и СЭ между двумя изученными ПВ не наблюдается (табл. 2). ПВ изученных видов боярышников характеризуются высоким содержанием этерифицированных карбоксильных групп, т.е. являются высокоэтерифицированными [16, 23].

Относительные вязкости ($\eta_{отн}$), измеренные на вискозиметре Освальда, ПВ имеют значения $\eta_{отн}=2.03$ для пектина плодов *C. songarica* и $\eta_{отн}=6.56$ для пектина плодов *C. turkestanica*.

ИК-спектры ПВ имеют схожие полосы поглощения, характерные для карбоксиполисахаридов. Прежде всего, это широкая интенсивная полоса поглощения в области 3498 и 3466 cm^{-1} , характеризующая гидроксильные группы (ОН). Полосы поглощения в области 2913 и 2924 cm^{-1} незначительной интенсивности показывают наличие СН групп в ПВ. Валентные колебания карбониллов (C=O) карбоксильных групп проявляются в области 1748 и 1739 cm^{-1} . Пектиновые вещества в растениях находятся в виде солей натрия, калия или кальция. В результате чего в ИК-спектрах присутствуют полосы поглощения, характерные для ионизированного карбоксила (COO⁻) в областях 1622 и 1440 cm^{-1} (ПВ *C. songarica*) и 1630, 1454 cm^{-1} (ПВ *C. turkestanica*).

Поскольку ПВ обычно этерифицированы метиловым спиртом, то в ИК-спектрах присутствует полоса поглощения в области 1365 и 1370 cm^{-1} .

Кроме того, для СН₃-ПВ характерны полосы колебаний эфирной связи (C-O-C) в области 1244 cm^{-1} (ПВ *C. songarica*). Следующие полосы поглощения 1144, 1103, 1013, 9511 (ПВ *C. songarica*); 1093, 1074, 1020, 945 (ПВ *C. turkestanica*) отражают колебания различных фрагментов пиранозных циклов: C-H, C-O, CH₂ и т.д.

Характерной полосой поглощения является область 827 cm^{-1} , которая показывает наличие α -гликозидной связи между остатками D-галактуроновой кислоты в цепи биополимера. Полоса поглощения при 632 и 637 cm^{-1} показывает β -гликозидную связь остатков нейтральных моносахаридов в пектине.

Таблица 1. Выход и моносахаридный состав ПВ двух видов *Crataegus*

Объект	Выход, %*	Моносахаридный состав					
		Gal	Glu	Ara	Xyl	Rha	UAc
<i>Crataegus turcistanica</i>	11.25	+	+	++	+	следы	++
<i>Crataegus songarica</i>	9.58	+	+	++	+	следы	++

* выход относительно веса исходного сырья, Gal – галактоза, Glu – глюкоза, Ara – арабиноза, Xyl – ксилоза, Rha – рамноза, UAc – уроновые кислоты.

Таблица 2. Титриметрические показатели ПВ плодов *C. songarica* и *C. turkestanica*

ПВ	K_c , %	K_s , %	K_o , %	СЭ, %
<i>Crataegus turkestanica</i>	20.9	34.79	55.69	62.4
<i>Crataegus songarica</i>	22.5	36.59	59.09	61.92

Таким образом, анализ ИК-спектров пектиновых веществ плодов *C. songarica* и *C. turkestanica* показывает, что исследуемые биополимеры являются карбоксиполисахаридами с основной α -1 \rightarrow 4 гликозидной связью в главной цепи, где карбоксильные группы метилированы.

Молекулярные массы образцов определяли методом универсальной калибровки гель-хроматографии.

На рисунке 1 показано, что пектин *C. songarica* состоит из трех компонентов, представлены молекулярные массы каждого из них. Общая молекулярная масса полученного пектина составляет 110630 Да.

Пектин, выделенный из вида *C. turkestanica*, состоит из двух компонентов (рис. 2). Молекулярная масса первого компонента составляет 100000 Да, а второго компонента – 10000 Да.

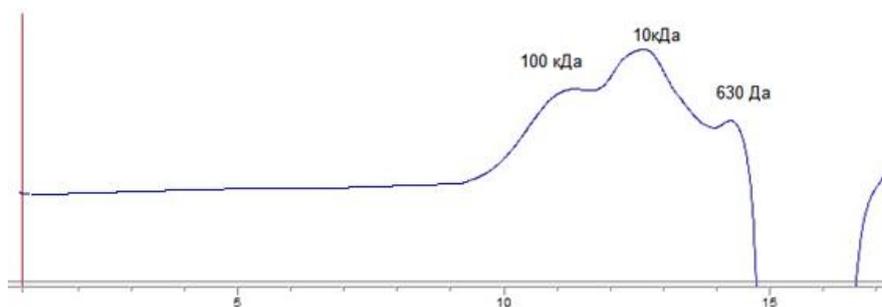


Рис. 1. Хроматограмма ПВ *C. songarica*

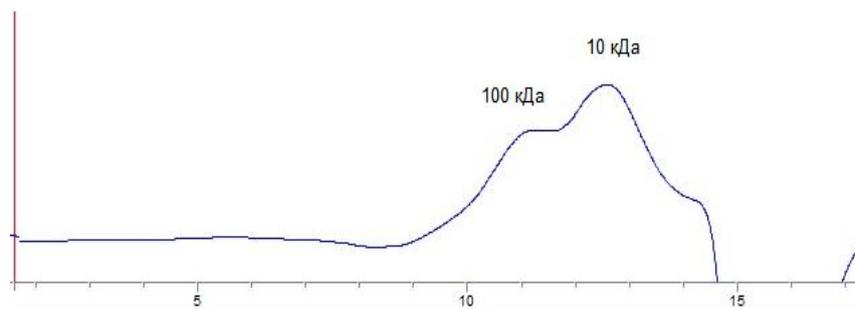


Рис. 2. Хроматограмма ПВ *C. turkestanica*

Выводы

Плоды боярышников *C. songarica* и *C. turkestanica*, произрастающих в Узбекистане, богаты пектиновыми веществами, и по своим физико-химическим показателям они могут быть использованы в пищевой и медицинской отраслях. Содержание пектиновых веществ в плодах *C. songarica* составляет 9.58%, в плодах *C. turkestanica* – 11.25%. Моносахаридный состав пектиновых веществ плодов двух изученных видов боярышников практически не отличается друг от друга. Общая молекулярная масса пектина из плодов *C. songarica* составляет 110630 Да, а молекулярная масса пектина, выделенного из плодов *C. Turkestanica*, – 110000 Да. Полученные пектиновые вещества имеют высокую степень этерификации.

Дополнительная информация

В электронном приложении к статье (DOI: <http://www.doi.org/10.14258/jcprtm.20240213399s>) приведен дополнительный экспериментальный материал, раскрывающий основные положения, изложенные в статье.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Ташкентского химико-технологического института и Института химии растительных веществ имени академика С.Ю. Юнусова. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

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. Флора Узбекистана. Ташкент, 1955. Т. 3. С. 295–296.
2. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hydrangeaceae–Haloragaceae. Л., 1987. С. 34–42.
3. Куркин В.А. Фармакогнозия. Самара, 2007. 789 с.
4. Кароматов И.Дж., Жалилов Н.А. Химический состав и лечебные свойства боярышника // Биология и интегративная медицина. 2019. №1 (29). С. 109–124.
5. Соколов С.Я. Фитотерапия и фитофармакология: Руководство для врачей. М., 2000. 147 с.
6. Путьрский И.Н., Прохоров В.Н. Универсальная энциклопедия лекарственных растений. М., 2000. С. 121–122.
7. Kumar D., Arya V., Ali Bhat Z., Ahmad Khan N., Nandan Prasad D. The genus *Crataegus*: chemical and pharmacological perspectives // Revista Brasileira de Farmacognosia. 2012. Vol. 22 (5). Pp. 1187–1200. DOI: 10.1590/S0102-695X2012005000094.
8. Скрыпник Л.Н., Мельничук И.П., Королева Ю.В. Пищевая и биологическая ценность плодов боярышника *Crataegus oxycantha* L. // Химия растительного сырья. 2020. №1. С. 265–275. DOI: 10.14258/jcrpm.2020015452.
9. Сагардзе В.А., Бабаева Е.Ю., Уфимов Р.А., Загурская Ю.В., Трусов Н.А., Коротких И.Н., Маркин В.И., Пещанская Е.В., Можаяева Г.Ф., Каленикова Е.И. Содержание флавоноидов в цветках с листьями боярышников (*Crataegus* L.) флоры РФ // Химия растительного сырья. 2018. №4. С. 95–104. DOI: 10.14258/jcrpm.2018044039.
10. Сорокопудов В.Н., Бакшутов С.А., Мячикова Н.И., Навальнева И.А. Содержание БАВ в плодах некоторых представителей видов рода *Crataegus* L. // Химия растительного сырья. 2011. №4. С. 335–336.
11. Патент №2710261 (РФ). Способ комплексной переработки свежих плодов боярышника мягковатого / В.А. Куркин, С.В. Первушкин, Е.Н. Зайцева, О.Е. Правдивцева, О.В. Бер, И.Х. Шайхутдинов. – 2019.
12. Alirezalu A., Salehi P., Ahmadi N., Sonboli A., Aceto S., Hatami Maleki H., Ayyari M. Flavonoids profile and antioxidant activity in flowers and leaves of hawthorn species (*Crataegus* spp.) from different regions of Iran // International Journal of Food Properties. 2018. Vol. 21 (1). Pp. 452–470. DOI: 10.1080/10942912.2018.1446146.
13. Новикова А.Е., Скрыпник Л.Н. Оптимизация условий мицеллярно-ферментативной экстракции пектина из плодов боярышника (*Crataegus monogyna* Jacq.) // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, №4. С. 733–742. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-733-742.
14. Голубев В.Н., Шелухина Н.П. Пектин: химия, технология, применение. М., 1995. 317 с.
15. Хайтметова С.Б., Тураев А.С., Мухитдинов Б.И., Халилова Г.А. Выделение и физико-химические характеристики пектина из нетрадиционного природного сырья // Химия растительного сырья. 2021. №4. С. 75–82. DOI: 10.14258/jcrpm.2021048412.
16. 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.
17. Фирсов Г.Г., Донченко Л.В. Пектин: основные свойства и производство. Краснодар, 2006. 253 с.
18. Wang R., Liang R., Dai T., Chen J., Shuai X. Pectin-based sdsorbents for heavy metal ions: A review // Trends in Food Science & Technology. 2019. Vol. 91. Pp. 319–329.
19. Василенко Ю.К. Н.Ш. Кайшева, В.А. Компанцев. Сорбционные свойства пектиновых препаратов // Химико-фармацевтический журнал. 1993. Т. 27 (1). С. 44–46.
20. Патент №2610312 (РФ). Способ получения пектина из растительного сырья / А.Т. Быков, В.А. Тутельян, С.К. Артемов, П.В. Светличный. – 09.02.2017.
21. Патент №2206089 (РФ). Способ определения массовой доли функциональных групп полиуронидов / Н.Ш. Кайшева. – 10.06.2003.
22. Васина Т.М., Мыкоц Л.П., Степанова Н.Н., Зяблицева Н.С., Белоусова А.Л., Компанцев В.А. Определение молекулярной массы пектина, полученного кислотным экстрагированием из кожуры семян люпина // Сибирский медицинский журнал. 2012. №3. С. 128–130.
23. Золотарева А.М., Чиркина Т.Ф., Цыбикова Д.Ц., Бабуева Ц.М. Исследование функциональных свойств облепихового пектина // Химия растительного сырья. 1998. №1. С. 29–32.

Поступила в редакцию 29 июля 2023 г.

После переработки 23 сентября 2023 г.

Принята к публикации 12 января 2024 г.

Zokirova M.S.¹, Malikova M.Kh.², Botirov E.Kh.^{2*} PECTIN SUBSTANCES OF THE FRUIT OF TWO TYPES OF HAWTHORN GROWING IN UZBEKISTAN

¹ Tashkent Institute of Chemical Technology, A. Navai st., 32, Tashkent, 100011, Uzbekistan

² Institute of Chemistry of Plant Substances, acad. S.Yu. Yunusov AS RUz, M. Ulugbeka st., 77, Tashkent, 100170, Uzbekistan, botirov-nepi@mail.ru

The article is devoted to the isolation and study of the physicochemical properties of pectin substances (PS) of the fruits of two species of hawthorn – *Crataegus songarica* and *Crataegus turkestanica*, growing in Uzbekistan. The yield of PS from the fruits of *C. songarica* and *C. turkestanica* is 9.58, 11.25%, respectively. In the hydrolysis products of the obtained PS, monosaccharides galactose, glucose, arabinose, xylose, uronic acids and traces of rhamnose were found. The data of titrimetric analysis show that there is no strong difference in the values of number of free hydroxyl groups, esterified carboxyl groups, common carboxyl groups and degree of esterification between the two studied hawthorn species. The PSs of the studied hawthorn species are highly esterified (61.9–62.4%).

Solutions of pectin substances with iodine solution give a characteristic blue color, which indicates the presence of starch-type glucans.

The indicators of relative viscosity (η_{rel}) of aqueous solutions of pectin substances according to viscometry data are 2.03 (*C. songarica*) and 6.56 (*C. turkestanica*).

Analysis of the IR spectra of pectin substances from the fruits of *C. songarica* and *C. turkestanica* shows that the studied biopolymers are carboxypolysaccharides with the main α -1 \rightarrow 4 glycosidic bond between D-galacturonic acid residues in the main chain, where carboxyl groups are methylated.

The molecular weights of the samples were determined by the universal calibration gel chromatography method. It has been established that *C. songarica* fruit pectin consists of three components, while *C. turkestanica* fruit pectin consists of two components. The total molecular weight of pectin from the fruits of *C. songarica* and *C. turkestanica* is 110630 Da and 110000 Da, respectively.

Keywords: *Crataegus songarica*, *Crataegus turkestanica*, pectin substances, extraction, degree of esterification, molecular weight, physicochemical properties.

For citing: Zokirova M.S., Malikova M.Kh., Botirov E.Kh. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 2, pp. 118–125. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240213399.

References

1. *Flora Uzbekistana*. [Flora of Uzbekistan]. Tashkent, 1955, vol. 3, pp. 295–296. (in Russ.).
2. *Rastitel'nyye resursy SSSR: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovaniye. Semeystva Hydrangeaceae-Haloragaceae*. [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use. Families Hydrangeaceae-Haloragaceae]. Leningrad, 1987, pp. 34–42. (in Russ.).
3. Kurkin V.A. *Farmakognosiya*. [Pharmacognosy]. Samara, 2007, 789 p. (in Russ.).
4. Karomatov I.Dzh., Zhalilov N.A. *Biologiya i integrativnaya meditsina*, 2019, no. 1 (29), pp. 109–124. (in Russ.).
5. Sokolov S.Ya. *Fitoterapiya i fitofarmakologiya: Rukovodstvo dlya vrachey*. [Herbal medicine and phytopharmacology: A guide for doctors]. Moscow, 2000, 147 p. (in Russ.).
6. Putyrskiy I.N., Prokhorov V.N. *Universal'naya entsiklopediya lekarstvennykh rasteniy*. [Universal encyclopedia of medicinal plants]. Moscow, 2000, pp. 121–122. (in Russ.).
7. Kumar D., Arya V., Ali Bhat Z., Ahmad Khan N., Nandan Prasad D. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 2012, vol. 22 (5), pp. 1187–1200. DOI: 10.1590/S0102-695X2012005000094.
8. Skrypnik L.N., Mel'nichuk I.P., Koroleva Yu.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 1, pp. 265–275. DOI: 10.14258/jcprm.2020015452. (in Russ.).
9. Sagaradze V.A., Babayeva Ye.Yu., Ufimov R.A., Zagurskaya Yu.V., Trusov N.A., Korotkikh I.N., Markin V.I., Peshchanskaya Ye.V., Mozhayeva G.F., Kalenikova Ye.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 4, pp. 95–104. DOI: 10.14258/jcprm.2018044039. (in Russ.).
10. Sorokopudov V.N., Bakshutov S.A., Myachikova N.I., Naval'neva I.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 4, pp. 335–336. (in Russ.).
11. Patent 2710261 (RU). 2019. (in Russ.).
12. Alirezalu A., Salehi P., Ahmadi N., Sonboli A., Aceto S., Hatami Maleki H., Ayyari M. *International Journal of Food Properties*, 2018, vol. 21 (1), pp. 452–470. DOI: 10.1080/10942912.2018.1446146.
13. Novikova A.Ye., Skrypnik L.N. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2021, vol. 51, no. 4, pp. 733–742. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-733-742. (in Russ.).
14. Golubev V.N., Shelukhina N.P. *Pektin: khimiya, tekhnologiya, primeneniye*. [Pectin: chemistry, technology, application]. Moscow, 1995, 317 p. (in Russ.).
15. Khaytmetova S.B., Turayev A.S., Mukhitdinov B.I., Khalilova G.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 4, pp. 75–82. DOI: 10.14258/jcprm.2021048412. (in Russ.).
16. Iklasova A.SH., Sakipova Z.B., Bekbolatova E.N. *Vestnik KazNMU*, 2018, no. 3, pp. 243–246. (in Russ.).
17. Firsov G.G., Donchenko L.V. *Pektin: osnovnyye svoystva i proizvodstvo*. [Pectin: basic properties and production]. Krasnodar, 2006, 253 p. (in Russ.).
18. Wang R., Liang R., Dai T., Chen J., Shuai X. *Trends in Food Science & Technology*, 2019, vol. 91, pp. 319–329.

* Corresponding author.

19. Vasilenko Yu.K. N.Sh. Kaysheva, V.A. *Khimiko-farmatsevtichesky zhurnal*, 1993, vol. 27 (1), pp. 44–46. (in Russ.).
20. Patent 2610312 (RU). 09.02.2017. (in Russ.).
21. Patent 2206089 (RU). 10.06.2003. (in Russ.).
22. Vasina T.M., Mykots L.P., Stepanova N.N., Zyablitseva N.S., Belousova A.L., Kompantsev V.A. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2012, no. 3, pp. 128–130. (in Russ.).
23. Zolotareva A.M., Chirkina T.F., Tsybikova D.Ts., Babuyeva Ts.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 1998, no. 1, pp. 29–32. (in Russ.).

Received July 29, 2023

Revised September 23, 2023

Accepted January 12, 2024

Сведения об авторах

Зокирова Маишхура Содикжоновна – кандидат технических наук, доцент кафедры мясомолочных и консервных продуктов, mashxuratki@mail.ru

Маликова Мавдждуда Хафизовна – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории высокомолекулярных растительных веществ, rakhmanberdieva@mail.ru

Ботиров Эркин Хожиақбарович – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией химии терпеноидов и фенольных соединений, botirov-nepi@mail.ru

Information about authors

Zokirova Mashkhura Sodikzhonovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Meat, Dairy and Canned Products, mashxuratki@mail.ru

Malikova Mavdzhuda Khafizovna – candidate of chemical sciences, senior researcher at the laboratory of high-molecular plant substances, rakhmanberdieva@mail.ru

Botirov Erkin Khozhiakbarovich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Chemistry of Terpenoids and Phenolic Compounds, botirov-nepi@mail.ru