

И.А. Морозкова, Н.А. Кутакова, С.И. Третьяков, Н.Н. Васильева

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ
ИЗ ПЛОДОВ БОЯРЫШНИКА И БАРБАРИСА
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА**

Введение. Род Боярышник (*Crataegus*) принадлежит к семейству Розоцветные (*Rosaceae*), представители являются коренными жителями Европейской части России, а также многих зон Северной Америки [Деревья и кустарники..., 1954]. Плоды обычно сохраняются на кустарниках в течение всей зимы и представляют собой важный источник пищи для многих птиц и мелких млекопитающих. Для человека плоды боярышника могут служить пищевой добавкой, так как содержит флавоноиды, витамин С, гликозиды, антоцианы, сапонины, дубильные вещества, фенольные соединения [Ljubuncic, Portnaya et al., 2005]. Большая роль в интродукции боярышника принадлежит ботаническим и дендрологическим садам [Вафин, Путенихин, 2003]. Дендросад САФУ имени М.В. Ломоносова культивирует около 20 видов боярышника.

Боярышник – одно из древнейших лекарственных растений, используемых в медицине со времен Диоскорида (I в. н. э.). Обладает широким спектром действия на организм: снижает возбудимость центральной нервной системы, тонизирует сердечно-сосудистую систему, усиливает мозговое кровообращение, снижает кровяное давление, обладает бактерицидными свойствами и пр. [Кароматов, Давлатова, 2017; Джафарова, Гараев, 2011].

Барбарисовые (*Berberidaceae*) – семейство двудольных цветковых растений, состоящее из 19 родов. Наиболее крупный род семейства – Барбарис (*Berberis* L.), включающий около 600 видов; 7 видов и 1 форму успешно культивирует Дендросад САФУ. Для озеленения северных городов и на дачных участках рекомендован барбарис амурский (*Berberis amurensis* RUPR.) [Васильева, 2013].

Плоды барбариса широко используются в питании, медицине и гомеопатии [Zovko Koncic et al., 2010]. Барбарис популярен в современной научной фитотерапии за счет антибактериальных, противовоспалительных, антиоксидантных, антиаритмических, седативных, желчегонных, антилейшманиозных и противомаларийных свойств [Mokhber-Dezfuli, 2014; Баратова, Сарibaева, 2015]. Метанольные экстракты плодов обладают вы-

раженными обезболивающими свойствами [Найhashemi, Fahmideh, 2018], спиртовые экстракты оказывают противоопухолевое, цитостатическое воздействие. Барбарис широко используется в кардиологической практике [Кароматов, Рахматова, 2019].

Комплекс полезных свойств растительных материалов обусловлен особенностями их химического состава – богатых источников биологически активных веществ (БАВ). Поэтому плоды боярышника и барбариса можно рассматривать как весьма перспективное сырье для использования в фармации и пищевой промышленности.

Основным технологическим процессом, позволяющим извлекать БАВ из природного сырья, является экстрагирование. Понимание физико-химических закономерностей межфазного распределения БАВ растительного происхождения является основой для оптимизации технологий их экстракционного выделения [Егуткин, 2008]. Экстрагирование растительного материала, имеющего клеточную структуру, является сложным физико-химическим процессом, на протекание которого оказывает влияние ряд факторов, метод экстрагирования является одним из основных.

На химический состав лекарственных растений большое влияние оказывают различные факторы окружающей среды (географический, климатический, эдафический, орографический, биотический). Именно совокупность как онтогенетических факторов, так и факторов окружающей среды, и определяет, в конечном счете, химический состав лекарственных растений и его изменчивость [Мамаев, 1975]. Для плодов боярышника и барбариса, произрастающих в северных районах, такие исследования не проводились.

Цель работы – изучение влияния внешних факторов на состав плодов некоторых видов боярышника и барбариса и обоснование метода экстракции для извлечения БАВ.

Методика исследования

Характеристика материала. Плоды барбариса и боярышника были собраны в 2015–2018 гг. в период спелости в Дендрологическом саду САФУ (г. Архангельск), заморожены и до проведения анализов хранились при температуре –18 °С. Отбор проб плодов произведен в соответствии с требованиями по заготовке лекарственного сырья¹.

¹ ГОСТ 24027.0–80 Сырье лекарственное растительное. Правила приемки и методы отбора проб. Введ. с 1981-01-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999. 5 с.

Определение качества плодов и состава экстрактов. Содержание отдельных компонентов в плодах определено при их извлечении методом настаивания [Кутакова, Богданович, Селянина и др., 2015; Ладыгина, Сафронич, Отряшенкова и др., 1983].

Анализ органических кислот проведён в соответствии с ГОСТ 1994–93²: произведено извлечение кислот горячей водой на водяной бане в течение 0,5 ч; отфильтрованное извлечение титровали 0,1 н. раствором NaOH в присутствии фенолфталеина до появления красной окраски в пене.

Определение аскорбиновой кислоты выполнено по методу Тильманса. Навеску плодов растирали в ступке при постепенном добавлении дистиллированной воды, настаивали 10 мин, затем размешивали, фильтровали, вносили 2%-й раствор HCl и титровали из микробюретки 0,001 н. раствором 2,6-дихлорфенол-индофенолята натрия до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 0,5–1 мин.

Извлечение антоцианов проведено 1%-м раствором соляной кислоты на кипящей водяной бане четырехкратно. Измеряли оптическую плотность суммарного раствора на спектрофотометре при длине волны 510 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм, в сравнении с 1%-м раствором HCl.

Определение дубильных веществ (ДВ) выполнено перманганатным методом. Извлечение ДВ горячей водой повторено несколько раз до отрицательной реакции на ДВ (проба с раствором железоаммониевых квасцов). Разбавленное извлечение титровали 0,1 н. раствором KMnO₄ в присутствии индигосульфокислоты при постоянном перемешивании до золотисто-желтого цвета.

Для определения сахаров использовали полумикрометод, предложенный Дюбойсом с сотрудниками, включающий экстракцию измельченного материала этиловым спиртом, упаривание спиртового извлечения с последующим растворением сахаров в воде, окрашиванием фенолом и серной кислотой. Измерение интенсивности окраски раствора проводили на спектрофотометре при длине 364 нм, калибровка по глюкозе; чувствительность метода до 10 мкг сахаров с точностью 2%.

Для извлечения суммы полезных компонентов из плодов применяли три метода экстракции: метод настаивания (МН), ультразвуковой метод (УЗ) и метод обработки в электромагнитном поле сверхвысоких частот (СВЧ). Экстрагентом служил 70%-й этиловый спирт (ЭС), универсальный

² ГОСТ 1994–93. Плоды барбариса. Технические условия. Введ. с 1995-01-01. Переизд. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. 5 с.

растворитель и консервант, широко применяемый в фармацевтике. Экстракция по МН проведена в термостате при 60 °С в два этапа: продолжительность первого – 2 ч, второго – 1 ч со сменой растворителя. УЗ-экстракция плодов проведена в одну ступень при 50 °С в течение 2 ч с периодическим озвучиванием. СВЧ-экстракция реализована на установке с бытовой микроволновой печью при мощности 300 Вт без регулирования температуры в течение 5 мин, схема установки имеется в статье [Коптелова, Кутакова, Третьяков, 2013]. Анализ компонентов экстрактов выполнен по вышеприведенным методам с пересчетом результатов на абсолютно сухую массу плодов.

Результаты исследования. Рассмотрена зависимость содержания основных компонентов БАВ в плодах от эколого-географических факторов, таких как среднесуточная температура июля и сумма осадков за вегетационный период³. Для выявления влияния этих факторов образцы плодов собирали в одном и том же местообитании и в одну и ту же фазу (полного созревания) в течение нескольких лет. По содержанию БАВ в плодах барбариса и боярышника нескольких лет сбора при экстракции методом настаивания результаты приведены на рис. 1, 2.

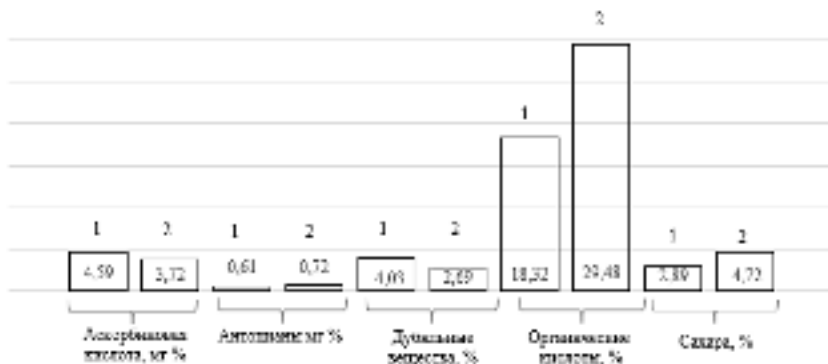


Рис. 1. Сравнительная характеристика группового состава БАВ плодов барбариса амурского: 1 – 2018 г., 2 – 2015 г.

Fig. 1. Comparative characteristics of the group composition of BAS of Amur barberry fruits: 1 – 2018, 2 – 2015.

³ Осадки – длительность и интенсивность за 2014–2020. Архангельская обл. Архангельск. Климат-энергия. URL: https://climate-energy.ru/weather/2017/prec/arhangelsk_prec_2017.php (дата обращения: 01.04.2020).

Колебания содержания дубильных веществ, сахаров и органических кислот (ОК) в плодах барбариса амурского в зависимости от года заготовки весьма существенны: содержание ОК и сахаров в 2018 г. повышено в 1,6 раз, по сравнению с 2015 г., в то же время отмечено снижение содержания дубильных веществ в 1,5 раза. Содержание антоцианов варьируется меньше. Низкие значения содержания аскорбиновой кислоты, вероятно, связаны с ее разрушением при хранении, поэтому далее этот показатель исключен из обсуждения. Следует отметить, что в 2018 г. активнее синтезировались и органические кислоты и сахара, т. е. вкус плодов стал богаче.

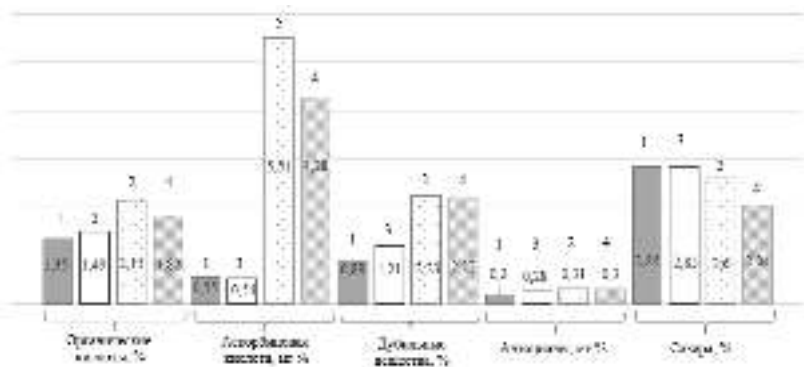


Рис. 2. Сравнительная характеристика группового состава БАВ плодов боярышников: Турнефора 2016 г. (1) и 2018 г. (2); редколесного 2016 г. (3) и 2018 г. (4)

Fig. 2. Comparative characteristics of the group composition of BAS of hawthorn fruit: Turnephora 2016 (1) and 2018 (2); rare 2016 (3) and 2018 (4)

Для плодов двух видов боярышника колебание состава в зависимости от года сбора менее выражено, чем для плодов барбариса. Например, в плодах боярышника Турнефора содержание ОК в 2018 г. относительно уровня 2016 г. увеличивается на 10%, дубильных веществ – на 40%, причем это самое сильное изменение. В плодах боярышника редколесного содержание ОК снижается на 15%, сахаров – на 20% на фоне стабильных значений по остальным компонентам.

Наглядно проявляется видовое различие по всем исследуемым показателям, и в особенности по содержанию дубильных веществ (ДВ): плоды боярышника редколесного содержат в 2–2,5 раза больше ДВ, чем боярышник Турнефора, независимо от года сбора. По содержанию ОК видовая вариация составляет 1,5 раза (2016 г.) и 20% (2018 г.). Изменение содержания

антоцианов для рассматриваемых видов составило менее 10% (2018 г.) и более 50% (2016 г.).

Изменение средних температур и количества осадков в средний месяц вегетационного периода за 2015–2018 гг. в г. Архангельск⁴ показано на рис. 3.

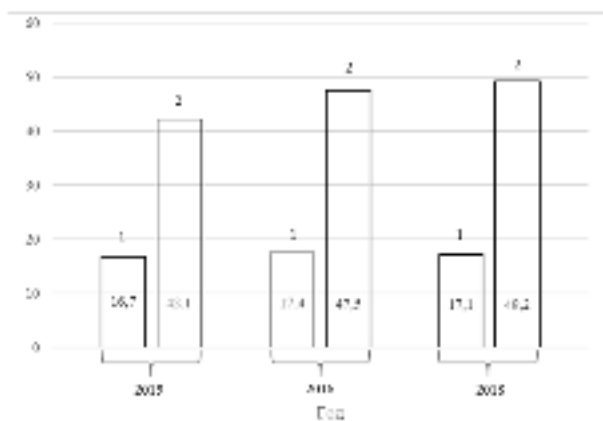


Рис. 3. Средняя температура, °C (1) и количество осадков, мм (2) в Архангельске в период 2015–2018 гг., июль

Fig. 3. Average temperatures, °C (1) and precipitation, mm (2) in Arkhangelsk in the period 2015–2018, July

Можно отметить, что диапазон варьирования средней температуры июля в эти годы составлял от 16,7 до 17,4 °C. Июль 2015 г., как отмечено в ежегодном докладе⁵, в Архангельске был холоднее предыдущих лет, и дождей было заметно меньше. Колебания количества осадков в 2016 и 2018 гг. невелики, т. е. эти годы можно считать устойчивыми по климатическим характеристикам. Лето 2018 г. было продолжительным, в особенности

⁴ Осадки – длительность и интенсивность за 2014–2020. Архангельская обл. Архангельск. Климат-энергия. URL: https://climate-energy.ru/weather/2017/prec/arkhangelsk_prec_2017.php (дата обращения: 01.04.2020).

⁵ Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2015 г.: [доклад] / отв. ред. С.В. Маслов. Архангельск: Мин-во природ. ресурсов и лесопром. комплекса Архангельской области, 2016. URL: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minlpk/docList/> (дата обращения: 01.04.2020).

жаркой была его вторая половина⁶, что обусловило комфортные условия для созревания плодов.

Сопоставление диаграмм (рис. 1, 2) и рис. 3 показывает, что содержание БАВ в плодах боярышника и барбариса действительно определяется климатическими особенностями года сбора и наиболее существенно зависит от количества осадков и средней температуры середины лета. По отдельным компонентам (сахара) обнаружено повышение содержания в 2016 г., для которого характерно среднее значение количества осадков, по другим компонентам (дубильные вещества) – в 2018 г., в котором наблюдалось максимальное количество осадков.

Оценка влияния климатических факторов на метаболические процессы, протекающие в плодах нескольких видов барбариса, проведена по одной из главных характеристик – содержанию органических кислот (ОК) (рис. 4).

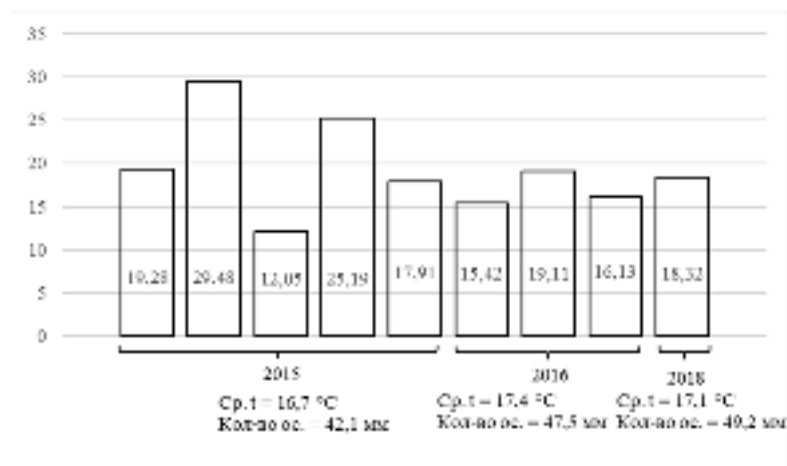


Рис. 4. Содержание органических кислот (% от а. с. м.) в плодах барбариса в зависимости от климатических условий и года сбора (слева-направо): 2015 г. – Регеля, амурский, тёмно-пурпуровый, Тунберга, продолговатый; 2016 г. – Регеля, тёмно-пурпуровый, Тунберга; 2018 г. – амурский

Fig. 4. The content of organic acids (% from a. d. m.) in barberry fruits depending on climatic conditions and the year of harvest (from left to right): 2015 – Regel, Amur, dark purple, Thunberg, oblong; 2016 – Regel, dark purple, Thunberg; 2018 – Amur

⁶ Состояние и охрана окружающей среды Архангельской области за 2018 г.: [доклад] / отв. ред. Э.В. Шашин. Архангельск: Мин-во природ. ресурсов и лесопром. комплекса Архангельской области, 2019. URL: <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minpk/docList/> (дата обращения: 01.04.2020).

По мере увеличения количества осадков наблюдается снижение содержания ОК в плодах барбариса Регеля, Тунберга и в особенности амурского, в то время как в плодах барбариса темно-пурпурового – увеличение. Средняя температура июля 2016 г. была максимальной в рассматриваемом периоде, однако в плодах барбариса Регеля и Тунберга обнаружено меньшее содержание ОК, по сравнению с другими годами, а в плодах барбариса продолговатого, наоборот, большее значение. Это свидетельствует о различии метаболических изменений отдельных видов в ответ на климатические факторы.

В целом, если сравнивать климатические показатели вегетационного периода в месте сбора материала, можно сказать, что все отмеченные годы были весьма благоприятными для плодоношения кустарников.

Представляет интерес изучение состава спиртовых экстрактов плодов, так как этиловый спирт извлекает все рассматриваемые компоненты. Определены наиболее ценные компоненты экстрактов: аскорбиновая кислота, антоцианы, дубильные вещества, сахара в условиях их получения различными методами. Содержание этих компонентов в экстрактах плодов боярышника и барбариса сбора 2018 г. в пересчете на абсолютно сухую массу (а. с. м.) по результатам трех параллельных определений приведено в таблице.

Биологически активные вещества в экстрактах плодов боярышника и барбариса, % от абсолютно сухой массы

Biologically active substances in extracts of fruits of hawthorn and barberry, % of absolutely dry weight

Компонент	Метод экстракции	Боярышник			Барбарис амурский
		Грея	редколесный	Турнефора	
Дубильные вещества, %	МН	1,87±0,05	2,22±0,01	2,23±0,00	4,03±0,02
	УЗ	2,65±0,19	2,22±0,01	2,23±0,02	4,03±0,03
	СВЧ	1,64±0,00	1,88±0,01	2,90±0,23	3,56±0,02
Аскорбиновая кислота, мг%	МН	4,46±0,19	4,28±0,03	5,51±0,01	4,88±0,09
	УЗ	4,09±0,01	3,56±0,18	4,62±0,20	4,59±0,01
	СВЧ	4,18±0,11	3,49±0,26	5,90±0,01	4,67±0,09
Антоцианы, %	МН	0,20±0,02	0,30±0,01	0,31±0,02	0,61±0,01
	УЗ	0,29±0,02	0,31±0,02	0,22±0,02	0,68±0,01
	СВЧ	0,28±0,01	0,39±0,01	0,36±0,01	0,66±0,02
Сахара, %	МН	2,50±0,07	2,04±0,02	2,60±0,02	3,16±0,01
	УЗ	2,50±0,07	2,04±0,02	2,60±0,02	3,16±0,01
	СВЧ	2,55±0,00	2,35±0,18	2,72±0,00	2,92±0,01

Погрешность определения по всем показателям, в большинстве своём, не превысила 5%, поэтому можно сделать вывод о том, что полученные результаты достаточно надёжны. Результаты определения БАВ в целом можно считать воспроизводимыми, применяемые методики подходят для анализа.

При сопоставлении состава экстрактов плодов нескольких видов боярышника обнаружено, что максимальным содержанием БАВ отличаются экстракты боярышника редколесного (антоцианы – до 0,39%) и боярышника Турнефора (сахара – до 2,72%, дубильные вещества – до 2,90%). Экстракты плодов боярышника Грея беднее по составу. Метод СВЧ-экстракции оказался эффективнее, чем метод настаивания и УЗ-экстракции для извлечения большинства компонентов, поэтому целесообразно применять именно этот метод для экстракции плодов боярышника.

Если сравнить состав экстрактов плодов барбариса амурского и трёх видов боярышника, то большее содержание БАВ обнаружено в экстрактах плодов барбариса, для их получения эффективнее использовать также метод СВЧ-экстракции. Степень извлечения по отдельным компонентам при экстракции этиловым спиртом составляет от 35 (антоцианы) до 70% (витамин С). Полученные экстракты могут служить основой для фармацевтических субстанций или добавкой в пищевые продукты.

Выводы

1. Плоды боярышника и барбариса, произрастающих в Архангельске, имеют ценный состав, включая набор основных биологически активных веществ.

2. Содержание компонентов БАВ, их накопление в плодах зависит от климатических условий вегетационного периода, в том числе от количества осадков и средней температуры июля, даже при условии их незначительных колебаний.

3. Изменение количественного состава БАВ в плодах различных видов барбариса более выражено, чем для боярышника.

4. Для извлечения комплекса БАВ из плодов барбариса и боярышника рекомендуется экстракция 70%-м этиловым спиртом.

5. При сопоставлении результатов извлечения большинства компонентов метод СВЧ-экстракции эффективнее, чем метод настаивания и УЗ-экстракции.

Библиографический список

Баратова М.Р., Сарibaева Н.Н., Рахимов А.Д., Каримова М.К., Мирхонидова Н.А. Целебные свойства барбариса // Современные тенденции развития науки и технологий. 2015. № 8-4. С. 80–81.

Васильева Н.Н. Рост и плодоношение некоторых интродуцированных кустарников в дендрологическом саду Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова: автореф. дис. ... канд. с/х. наук / Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Архангельск: САФУ, 2013. 19 с.

Вафин Р.В., Путенихин В.П. Боярышники: Интродукция и биологические особенности. М.: Наука, 2003. 224 с.

Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. III. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 872 с.

Джафарова Р.Э., Гараев Г.Ш., Джафаркулиева З.С. Действие экстракта цветков боярышника на течение сахарного диабета в эксперименте // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2011. № 4. С. 284–288.

Кароматов И.Д., Давлатова М.С., Амонов М.К. Перспективы применения в кардиологической и общеврачебной практике лекарственного растения боярышник // Биология и интегративная медицина. 2017. № 1. С. 251–276.

Кароматов И.Д., Рахматова Д. Лекарственное растение – барбарис // Биология и интегративная медицина. 2019. № 1 (29). С. 197–220.

Коптелова Е.Н., Кутакова Н.А., Третьяков С.И. Извлечение экстрактивных веществ и бетулина из бересты при воздействии СВЧ-поля // Химия растительного сырья. 2013. № 4. С. 159–164.

Кутакова Н.А., Богданович Н.И., Селянина С.Б. и др. Лабораторный практикум по технологии биологических активных веществ и углеродных адсорбентов: в 2 ч. Ч. 2. Анализ БАВ: учеб. пособие / Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. Архангельск: САФУ, 2015. 114 с.

Ладыгина Е.А. Химический анализ лекарственных растений: Учеб. пособие для фармацевтических вузов / Е.Я. Ладыгина, Л.Н. Сафронич, В.Э. Отряшенкова и др. / под ред. Гринкевич Н.И., Сафронич Л.Н. М.: Высш. шк., 1983. 176 с.

Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. Свердловск: УрНЦ АН СССР, 1975. С. 3–14.

Hajhashemi V., Fahmideh F., Ghanadian M. Antinociceptive effect of methanolic extract and alkaloid fractions of *Berberis integerrima* root in animal models // *Avicenna J. Phytomed.* 2018. May-Jun. No. 8(3). P. 227–236.

Lippert W. *Crataegus*. In: Hegi G., Conert H.J., Scholz H., editors. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. 2nd ed. Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1995. P. 426–445.

Ljubuncic P., Portnaya I., Cogan U., Azaizeh H., Bomzon A. Antioxidant activity of *Crataegus aronia* aqueous extract used in traditional Arab medicine in Israel // *J. Ethnopharmacol.* 2005. No. 101. P. 153–161. doi: 10.1016/j.jep.2005.04.024.

Mokhber-Dezfuli N., Saeidnia S., Gohari A.R., Kurepaz-Mahmoodabadi M. Phytochemistry and pharmacology of berberis species // *Pharmacogn. Rev.* 2014. Jan. No. 8(15). P. 8–15. DOI: 10.4103/0973-7847.125517.

Zovko Koncic M., Kremer D., Karlovic K., Kosalec I. Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris* L. and *Berberis croatica* Horvat // *Food Chemical Toxicology.* 2010. Aug-Sep. No. 48(8-9). P. 2176–2180. DOI: 10.1016/j.fct.2010.05.025. Epub. 2010 May 17.

References

Baratova M.R., Saribayeva N.N., Rakhimov A.D., Karimova M.K., Mirkhomidova N.A. Tselebnyye svoystva barbarisa [The healing properties of barberry]. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii* [Modern trends in the development of science and technology], 2015, no. 8-4, pp. 80–81. (In Russ.)

Derev'ya i kustarniki SSSR. Dikorastushchiye, kul'tiviruyemye i perspektivnyye dlya introduktsii. [Trees and shrubs of the USSR. Wild, cultivated and promising for introduction.] T. III. M.: Izd-vo AN SSSR [Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR], 1954. 872 p. (In Russ.)

Dzhafarova R.E., Garayev G.SH., Dzhafarkuliyeva Z.S. Deystviye ekstrakta tsvetkov boyaryshnika na techeniye sakharnogo diabeta v eksperimente [The effect of hawthorn flower extract on the course of diabetes mellitus in the experiment]. *Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i yestestvennykh nauk* [Actual problems of the humanities and natural sciences], 2011, no. 4, pp 284–288. (In Russ.)

Hajhashemi V., Fahmideh F., Ghanadian M. Antinociceptive effect of methanolic extract and alkaloid fractions of *Berberis integerrima* root in animal models. *Avicenna J. Phytomed.* 2018, May-Jun, no. 8(3), pp. 227–236.

Karomatov I.D., Davlatova M.S., Amonov M.K. Perspektivy primeneniya v kardiologicheskoy i obshchevrachebnoy praktike lekarstvennogo rasteniya boyaryshnik [Prospects for the use in the cardiological and general medical practice of the medicinal plant hawthorn]. *Biologiya i integrativnaya meditsina* [Biology and Integrative Medicine], 2017, no. 1, pp. 251–276. (In Russ.)

Karomatov I.D., Rakhmatova D. Lekarstvennoye rasteniye – barbaris [Medicinal plant – barberry]. *Biologiya i integrativnaya meditsina* [Biology and Integrative Medicine], 2019, no. 1 (29), pp. 197–220. (In Russ.)

Koptelova Ye.N., Kutakova N.A., Tret'yakov S.I. Izvlecheniye ekstraktivnykh veshchestv i betulina iz beresty pri vozdeystvii SVCH-polya [Extraction of extractive substances and betulin from birch bark under the influence of a microwave field]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2013, no. 4, pp. 159–164. (In Russ.)

Kutakova N.A., Bogdanovich N.I., Selyanina S.B., Koptelova Ye.N., Korovkina N.V. Laboratornyy praktikum po tekhnologii biologicheskii aktivnykh veshchestv i uglerodnykh adsorbentov: v 2 ch. Ch. 2. Analiz BAV: ucheb. posobiye; [Laboratory workshop on the technology of biologically active substances and carbon adsorbents:

in 2 hours. Part 2. Analysis of biologically active substances: textbook allowance]; Sev. (Arktich.) feder. un-t im. M.V. Lomonosova [North (Arctic). un-t them. M.V. Lomonosov]. Arkhangel'sk: SAFU [Arkhangelsk: NArFU], 2015. 114 p. (In Russ.)

Ladygina Ye.A., Safronich L.N., Otryashenkova V.E. i dr. Khimicheskiy analiz lekarstvennykh rasteniy: Ucheb. posobiye dlya farmatsevticheskikh vuzov [Chemical analysis of medicinal plants: Textbook. manual for pharmaceutical universities]. Pod red. Grinkevich N.I., Safronich L.N. M.: Vysshaya shkola [Higher school], 1983. 176 p. (In Russ.)

Lippert W. Crataegus. In: Hegi G., Conert H.J., Scholz H., editors. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 2nd ed. Berlin: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 1995, pp. 426–445.

Ljubuncic P., Portnaya I., Cogan U., Azaizeh H., Bomzon A. Antioxidant activity of *Crataegus aronia* aqueous extract used in traditional Arab medicine in Israel. *J. Ethnopharmacol.*, 2005, no. 101, pp. 153–161. DOI: 10.1016/j.jep.2005.04.024.

Mamayev S.A. Osnovnyye printsipy metodiki issledovaniya vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy [The main principles of the methodology for the study of intraspecific variability of woody]. *Individual'naya i ekologo-geograficheskaya izmenchivost' rasteniy [Individual and ecological-geographical variability of plants]*. Sverdlovsk: UrNTS AN SSSR [Ural Scientific Center of the Academy of Sciences of the USSR], 1975, pp. 3–14. (In Russ.)

Mokhber-Dezfuli N., Saeidnia S., Gohari A.R., Kurepaz-Mahmoodabadi M. Phytochemistry and pharmacology of berberis species. *Pharmacogn. Rev.*, 2014, Jan., 8(15), pp. 8–15. DOI: 10.4103/0973-7847.125517.

Vafin R.V., Putenikhin V.P. Boyaryshniki: Introduktsiya i biologi-cheskiye osobennosti [Hawthorn: Introduction and biological features]. M.: Nauka [Science], 2003. 224 p. (In Russ.)

Vasil'yeva N.N. Rost i plodonosheniye nekotorykh introdutsirovavshikh kustarnikov v dendrologicheskom sadu Severnogo Arkticheskogo) federal'nogo universiteta imeni M.V. Lomonosova: avtoref. diss. ... kand. sel'-khoz. Nauk. Sev. (Arktich.) feder. un-t im. M.V. Lomonosova. Arkhangel'sk: SAFU, 2013. 19 p. (In Russ.)

Zovko Koncic M., Kremer D., Karlovic K., Kosalec I. Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris* L. and *Berberis croatica* Horvat. *Food Chemical Toxicology*, 2010, Aug-Sep; 48(8-9), 2176–2180. DOI: 10.1016/j.fct.2010.05.025. Epub. 2010 May 17.

Материал поступил в редакцию 03.07.2020

Морозкова И.А., Кутакова Н.А., Третьяков С.И., Васильева Н.Н. Извлечение ценных компонентов из плодов боярышника и барбариса Северо-Западного региона // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 181–195. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.181-195

Плоды барбариса и боярышника содержат ценные биологически активные вещества: органические кислоты, сахара, дубильные вещества, антоцианы, аскорбиновую кислоту и другие компоненты. Количественное содержание этих групп соединений в данном материале зависит от эколого-географических, климатических факторов, условий выращивания, способа сушки и др. Сопоставление состава плодов, собранных в Дендросаду САФУ (г. Архангельск) в 2015–2018 гг., и основных климатических характеристик вегетационного периода показало, что влияние климата велико. Результаты исследования состава плодов нескольких видов барбариса и боярышника характеризуют их как ценный материал для более глубокого изучения и переработки. Как показывают имеющиеся данные, анализируемые вещества проявляют разнообразный спектр фармакологической активности: противовирусные, противовоспалительные, антимикробные, антидиабетические и противоопухолевые свойства. Для извлечения комплекса БАВ предложено использовать 70%-й этиловый спирт. Проведена оценка эффективности извлечения БАВ различными методами: метод настаивания, ультразвуковой обработки и экстракции в электромагнитном поле сверхвысоких частот (СВЧ), из них СВЧ-экстракция признана перспективной. Степень извлечения компонентов составила в среднем 50%. Плоды являются перспективными для использования в пищевой промышленности и для разработки новых лечебно-профилактических лекарственных средств на основе экстрактов.

Ключевые слова: сахара, дубильные вещества, антоцианы, органические кислоты, метод настаивания, ультразвуковая экстракция, СВЧ-экстракция, барбарис, боярышник.

Morozkova I.A., Kutakova N.A., Tret'yakov S.I., Vasilieva N.N. Extraction of valuable components from fruits of the hawthorn and barbaris of the North-West region. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2020, is. 232, pp. 181–195 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.181-195

The fruits of barberry and hawthorn contain valuable biologically active substances: organic acids, sugars, tannins, anthocyanins, ascorbic acid and other components. The quantitative content of these groups of compounds in this raw material varies depending on ecological, geographical, climatic factors, the phase of plant growth, cultivation technology, drying method, etc. Comparison of the composition of the fruits collected in the Dendrosade of NArFU (Arkhangelsk) in 2015–2018 with the main climatic characteristics of the growing season showed that the influence of the climate is great. The results of a study the composition of the fruits of several types o of barberry and hawthorn characterize them as valuable

material for a promising source for deeper study and processing. As the available data show, the analytes exhibit a diverse spectrum of pharmacological activity: antiviral, anti-inflammatory, antimicrobial, antidiabetic and antitumor properties. To extract the complex of biologically active substances, it is proposed to use 70% ethanol. The efficiency of extraction of biologically active substances by various methods was evaluated: the method of insisting, ultrasonic treatment and extraction in an electromagnetic field of microwave frequencies, of which microwave extraction was recognized as promising. The degree of extraction of the components averaged 50%. The fruits are promising for use in the food industry and for the development of new therapeutic and preventive medicines based on extracts.

Key words: sugars, tannins, anthocyanins, ascorbic acid, organic acids, infusion method, ultrasonic extraction, microwave extraction, barberry, hawthorn.

МОРОЗКОВА Ирина Андреевна – аспирант Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова.

163002, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: imorozik@live.ru

MOROZKOVA Irina A. – PhD student Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov.

163002. Severnaya Dvina emb. 17. Arkhangelsk. Russia. E-mail: imorozik@live.ru

КУТАКОВА Наталья Алексеевна – доцент Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, кандидат технических наук.

163002, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: n.kutakova@narfu.ru

KUTAKOVA Natalia A. – PhD (Technical), associate professor of Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov.

163002. Severnaya Dvina emb. 17. Arkhangelsk. Russia. E-mail: n.kutakova@narfu.ru

ТРЕТЬЯКОВ Сергей Иванович – заведующий кафедрой стандартизации, метрологии и сертификации Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, кандидат технических наук, профессор.

163002, наб. Северной Двины, 17, г. Архангельск, Россия. E-mail: s.tretyakov@narfu.ru

TRETYAKOV Sergey I. – PhD (Technical), head of the Department of standardization, metrology and certification, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov.

163002. Severnaya Dvina emb. 17. Arkhangelsk. Russia. E-mail: s.tretyakov@narfu.ru

ВАСИЛЬЕВА Наталья Николаевна – доцент Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова; научный сотрудник ФБУ «СевНИИЛХ», кандидат сельскохозяйственных наук.

163002, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия; 163062, ул. Никитова, д. 13, г. Архангельск, Россия. E-mail: n.vasiljeva75@mail.ru

VASILIEVA Natalia N. – PhD (Agriculture), associate Professor of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov; Researcher of Northern Research Institute of Forestry.

163002. Severnaya Dvina emb. 17. Arkhangelsk. Russia; 163062. Nikitov str. 13. Arkhangelsk. Russia. E-mail: n.vasiljeva75@mail.ru