

СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДОВ В ПЛОДАХ РАСТЕНИЙ ВИДОВ И СОРТОВ РОДА *SORBUS* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

© 2021

Скороцкая О.В., Пунегов В.В.

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация)

Аннотация. В статье представлены данные об изучении содержания каротиноидов в плодах разных видов и сортов рода *Sorbus* в условиях интродукции в Республике Коми. В результате биохимического анализа выявлено накопление различного количества каротиноидов: от 2,6 до 43 мг/% в зависимости от вида, образца и сорта. Проведено сравнение содержания этой группы веществ в сырье растений, интродуцируемых в Республике Коми и произрастающих в других регионах России (Республика Башкортостан, Республика Мордовия, Саратовская, Пензенская, Московская области и другие). Показано, что в условиях Севера в плодах рябины значение суммы каротиноидов преобладает у представителей секции *Sorbus* с восточноазиатским ареалом (*S. pohuashanensis*, *S. discolor*, *S. amurensis*), исключением оказался дальневосточный вид *S. sambucifolia*. Установлено разное содержание каротиноидов в плодах растений образцов *S. aucuparia*: максимальным этот показатель был у образца из Йошкар-Олы, который в 3–5 раз превышал таковой у *S. aucuparia* из Республики Коми. Определено содержание этой группы веществ в плодах рябины трех изучаемых сортов (Бусинка, Рубиновая, Сорбинка), показано их преобладание у сорта Сорбинка. Исследование биохимического состава растительного сырья видов и сортов рябины с наибольшим содержанием каротиноидов в условиях интродукции на Севере следует продолжить с целью последующей оценки его качественного состава и для разработки рекомендаций по его использованию в качестве лекарственного, а также как источника функциональных ингредиентов для фармацевтической и пищевой промышленности.

Ключевые слова: сумма каротиноидов; экстракция; спектрофотометрия; род *Sorbus*; восточноазиатские и европейско-средиземноморские виды; секция *Sorbus*; секция *Lobatae*; *S. sambucifolia*; *S. pohuashanensis*; *S. amurensis*; *S. aucuparia*; *S. mougeottii*; сорт рябины Бусинка; сорт рябины Рубиновая; сорт рябины Сорбинка; интродукционное изучение; Республика Коми; условия Севера; Ботанический сад.

THE CONTENT OF CAROTENOIDS IN PLANT FRUITS OF *SORBUS* L. SPECIES AND VARIETIES WHEN INTRODUCED IN THE NORTH (KOMI REPUBLIC)

© 2021

Skrotskaya O.V., Punegov V.V.

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar, Russian Federation)

Abstract. The paper presents data on the study of the content of carotenoids in plant fruits of different *Sorbus* species and varieties when introduced in the Komi Republic. As a result of a biochemical analysis, the accumulation of various amounts of carotenoids has been revealed: from 2,6 to 43 mg/%, depending on the species, sample and variety. The author compared the content of this group of substances in raw materials of plants introduced in the Komi Republic with the ones growing in other regions of Russia (Republic of Bashkortostan, Republic of Mordovia, Saratov, Penza, Moscow Region and others). It has been shown that under northern conditions in rowan fruits the value of the total carotenoids prevails in representatives of the *Sorbus* section with an East Asian range (*S. pohuashanensis*, *S. discolor*, *S. amurensis*), except the Far Eastern species *S. sambucifolia*. A different content of carotenoids in the plant fruits of *S. aucuparia* samples has been established: the maximum is in the sample from Yoshkar-Ola, which is 3–5 times higher than that in *S. aucuparia* from the Komi Republic. The content of this group of substances in the rowan fruits of the three studied varieties (Businka, Rubinovaya and Sorbinka) has been determined; their predominance in the Sorbinka variety has been shown. The study of the biochemical composition of plant raw materials of mountain ash species and varieties with the highest content of carotenoids when introduced in the North should be continued in order to further assess its qualitative composition and to develop recommendations for its use as a medicinal product, as well as a source of functional ingredients for pharmaceutical and food industries.

Keywords: sum of carotenoids; extraction; spectrophotometry; genus *Sorbus*; East Asian and Euro-Mediterranean species; section *Sorbus*; section *Lobatae*; *S. sambucifolia*; *S. pohuashanensis*; *S. amurensis*; *S. aucuparia*; *S. mougeottii*; Businka rowan variety; Rubinovaya rowan variety; Sorbinka rowan variety; introduction study; Komi Republic; conditions of the North; Botanical Garden.

Введение

Виды рода *Sorbus* L. (рябина) – древесные растения, произрастающие в Северном полушарии. Благодаря своим биологическим особенностям – способности произрастать в достаточно экстремальных климатических условиях (низкие зимние температуры, недостаточная теплообеспеченность в период веге-

тации), неприхотливости к почвам – многие виды рябины отличаются широкой экологической пластичностью, что позволяет культивировать их и в условиях Севера. Представители этого рода интересны как декоративные, пищевые и лекарственные растения. Ранее изучалось накопление различных биологически активных веществ в плодах рябины исследова-

телями из Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина [1; 2], Кубанского государственного аграрного университета [3], Белгородского госуниверситета [4], Павловской опытной станции ВИР [5], Мичуринского государственного аграрного университета [6], Кемеровского технологического института пищевой промышленности [7], Астраханского государственного медицинского университета [8], Центрального ботанического сада НАН Беларуси [9; 10], Южно-Уральского ботанического сада-института [11; 12], исследователями в Брянской области [13; 14] и др. Этими работами показано, что из плодов разных видов рябины можно выделить уникальный комплекс необходимых человеку БАВ для использования как в лечебных, так и в профилактических целях. Интерес к рябине, особенно в северных районах, постоянно возрастает. Виды рябины, интродуцируемые в условиях средней подзоны тайги Республики Коми, привлечены в коллекцию Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН в разные годы исследований начиная с 1946 года. В настоящее время в Научной коллекции живых растений выращивается 23 вида (более 40 таксонов) этого рода. Это двух-одиннадцатилетние растения, находящиеся в прегенеративном периоде и в молодом генеративном онтогенетическом состоянии генеративного периода развития, а также особи некоторых видов и сортов рябины в средневозрастном и старом генеративном онтогенетических состояниях.

Изучение биохимического состава плодов интродуцируемых видов рябины позволит оценить их дальнейшее культивирование не только как декоративных растений. Несмотря на то, что биохимический состав плодов сортов и некоторых видов рябины в той или иной степени изучен, в качестве фармакопейного сырья в РФ рекомендованы плоды *Sorbus aucuparia* L. [15]. Вместе с тем следует отметить, что химический состав может значительно варьировать в зависимости как от вида и сорта, так и от почвенно-климатических условий места культивирования растений [2; 11; 7; 16–24]. В связи с этим анализ содержания БАВ в плодах интродуцируемых в условиях Севера видов рябины разного географического происхождения будет интересен для селекции этих растений на наибольшее содержание каких-либо веществ и дальнейшее их использование в качестве плодовых и лекарственных культур в северном садоводстве.

Большое значение в экстремальных экологических условиях приобретают механизмы устойчивости растений, обусловленные активизацией антиоксидантной системы защиты, среди составляющих которой важную роль играют каротиноиды [25; 26 и др.]. В настоящее время известно не менее 600 жирорастворимых пигментов. Исследователи отмечают, что до конца не раскрыты механизмы их регуляции и накопления в растениях [27; 28 и др.]. Функции каротиноидов многогранны – пигментирующая, антиоксидантная защита биомембран клеток от повреждения солнечным излучением и радиацией, способность превращаться в организме человека в витамин А. Также велика роль каротиноидов на разных этапах формирования семян растений [29]. Последние работы показывают новое значение каротиноидов – способность активировать экспрессию генов, кодирующих интегральный компонент межклеточного взаимодействия (коннексин-43), тем самым предотвра-

щая канцерогенез и защищая геном клеток от окислительных повреждений [30; 31 и др.]. Также они регулируют ферментативные процессы в организме, обеспечивая важные биологические функции и улучшая здоровье человека [30; 32; 33 и др.].

Целью наших исследований являлось сравнительное изучение содержания каротиноидов у шести видов и трех сортов рода *Sorbus*, интродуцируемых в условиях Севера.

Объекты и методы исследования

Работа выполнялась в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Объектами исследований были: виды рода *Sorbus* из секции *Sorbus* – *S. sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) – р. бузинолистная (Владивосток), *S. pohuashanensis* (Hanse) Hedl. – р. похуашанская (Саласпилс), *S. amurensis* Koehne – р. амурская (Благовещенск), *S. discolor* (Maxim.) Hedl. – р. двухцветная (Орава, Чехия), *S. aucuparia* (местная репродукция образца из Ухтинского района Республики Коми (далее РК); Усть-Куломский р-н, РК; г. Йошкар-Ола), из секции *Lobatae* – *S. mougeottii* Soy.-Willem. et Codr. – р. Мужо (местная репродукция образца неизвестного происхождения), сорта рябины – Бусинка, Рубиновая, Сорбинка.

Для определения каротиноидов плоды растений рябины собирались в течение сентября по мере их созревания. Растительные образцы, высушенные до воздушно-сухого состояния, перемалывали на лабораторной мельнице до муки, проходящей через сито 0,25 мм.

Экстракция каротиноидов

На лабораторных аналитических весах отбирали навески по 500,0 мг с тройной повторностью. Каждую навеску вносили в коническую колбу емкостью 100 см³ с пришлифованной пробкой. Для экстракции каротиноидов использовали ацетон.

В колбы с навесками сырья вносили по 15 см³ ацетона и выдерживали в ультразвуковой ванне УЗВ-150Н без нагрева в течение 5 мин. После УЗВ обработки в колбы с суспензией сырье-ацетон вносили по 100 мг соды кальцинированной для связывания органических кислот. Суспензию перемешивали в течение 15 мин. на магнитной мешалке. Экстракт отфильтровывали через мембранный фильтр из фторопласта с порами 45 мкм. Растительный жом количественно переносили с фильтра в исходную коническую колбу и повторяли экстракцию каротиноидов ацетоном еще 2 раза. Полученные экстракты объединяли в мерной колбе емкостью 50 см³. Для предотвращения частичной фотодеструкции каротиноидов мерные колбы с экстрактами обертывали алюминиевой фольгой.

Приготовление раствора бихромата калия и построение калибровочного графика зависимости оптической плотности при длине волны 450 нм от условной концентрации β-каротина

На аналитических весах отбирали точную навеску бихромата калия в количестве 0,1800 г и растворяли в мерной колбе на 500 см³. Оптическая плотность полученного раствора при длине волны 450 нм соответствует концентрации β-каротина, равной 0,00208 мг/мл (раствор А). Из раствора А отбирали аликвоту в объеме 50 мл, переносили в мерную колбу вместимостью 100 мл и разбавляли водой до 100 мл (раствор В). Оптическая плотность полученного раствора В при длине волны 450 нм соответствует

концентрации β -каротина, равной 0,00104 мг/мл. Из раствора В аналогично отбирали аликвоту 25 мл и переносили в мерную колбу вместимостью 50 мл, разбавляли водой до 50 мл (раствор С). Оптическая плотность полученного раствора С соответствует концентрации β -каротина, равной 0,00052 мг/мл при длине волны 450 нм. На спектрофотометре Shimadzu 1700 последовательно определяли оптическую плотность растворов А, В, С и строили калибровочный график зависимости оптической плотности раствора от концентрации. В качестве раствора сравнения использовали дистиллированную воду. Длина оптического пути в кюветах 10 мм.

Спектрофотометрическое определение концентрации каротиноидов в экстрактах

С применением полученного калибровочного графика определяли концентрацию каротиноидов в ранее полученных экстрактах. Для этого из мерных колб вместимостью 50 мл с ацетоновыми экстрактами каротиноидов отбирали аликвоту в объеме 1 мл (дозировочным устройством Biohit), переносили в мерную колбу емкостью 25 мл и разбавляли гексаном до метки. Фотометрию раствора осуществляли при длине волны 450 нм относительно чистого гексана.

Массовую долю каротиноидов X (мг/%) в образцах плодов рябины вычисляли по формуле:

$$X = D_1 \times 0,00208 \times V_0 \times V_1 \times 100 \times 100 / D_2 \times m \times V_2 \times (100 - w),$$

где D_1 – оптическая плотность испытуемого раствора; 0,00208 – количество β -каротина в мг в растворе, соответствующем по окраске раствору стандартного образца бихромата калия; V_0 – объем экстракта, мл; V_1 – объем анализируемого раствора, мл; D_2 – оптическая плотность стандартного раствора бихромата калия, усл. ед.; m – навеска растительного сырья, г; V_2 – объем пробы экстракта, отобранного для анализа, мл; w – потеря массы при высушивании, %.

Методика описана в Патенте RU 2302 253 и адаптирована для использования спектрофотометра Shimadzu 1700 [34].

Результаты и обсуждение

Содержание каротиноидов в растениях зависит от вида, сорта, экологических условий места произрастания растений и других факторов. Довольно хорошо накопление этой группы веществ исследовано в таких овощных растениях, как брокколи, тыква, томат, перец, батат и др., во фруктах – абрикос, мушмула, грейпфрут, папайя [16], вместе с тем продолжается их выявление не только в культивируемых, но и в дикорастущих представителях флоры [35]. Большой селекционно-генетический анализ среди видов и сортов рода *Sorbus* проведен Н.Л. Кочегаровой [13] с комплексной биохимической характеристикой данных растений. Ею показано, что *S. aucuparia* – ведущий вид не только внутри рода, но и среди других плодово-ягодных растений по содержанию каротиноидов.

В результате наших исследований в плодах видов рябины разных секций и ее сортов выявлено различное содержание суммы каротиноидов. Наибольшими значениями этого показателя отличались плоды растений восточноазиатских видов секции *Sorbus* (рис. 1): *S. amurensis* – $43 \pm 1,1$ мг/%, *S. discolor* – $31,9 \pm 2,3$ мг/%, *S. pohuashanensis* – $30,3 \pm 1,7$ мг/%. Биохимический анализ плодов *S. amurensis* в окрестностях Хабаров-

ска [17] и в Уфе [11] показал более низкое содержание каротиноидов (почти в 3 раза), чем их сумма в плодах растений этого вида, выращиваемых на Севере. Наименьшим (более чем в 12 раз в сравнении с предыдущими видами) содержание каротиноидов оказалось в плодах дальневосточной рябины *S. sambucifolia*. Следует отметить, что значение данного показателя для этого вида сходно с минимальным значением такового в условиях Мичуринска, где он в разные годы, по данным Т.К. Поплавской [36, с. 71, 77], изменялся от 5,0 до 12,7 мг/%.

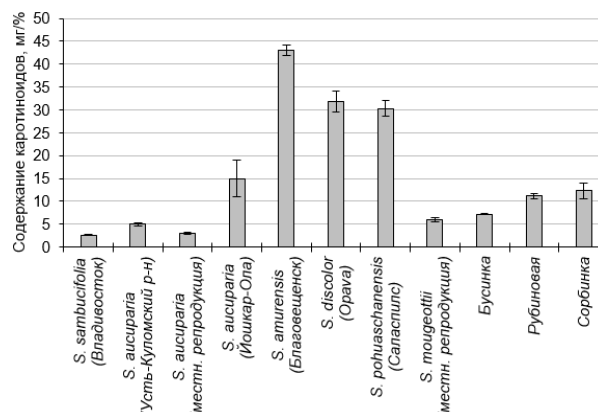


Рисунок 1 – Содержание каротиноидов в плодах различных видов и сортов рода *Sorbus* в условиях интродукции в Республике Коми

Различное содержание этой группы веществ установлено у образцов *S. aucuparia*: сумма каротиноидов у образца из Йошкар-Олы (15 ± 4 мг/%) в 3 раз выше, чем таковая у образца из Усть-Куломского р-на РК, и в 5 раз – чем у образца из Ухтинского района РК. Значения этого показателя у образцов, интродуцированных из естественных местообитаний РК, более чем в 2–10 раз ниже таковых для данного вида, выращиваемого в условиях Уфы ($11,2 \pm 0,46$ мг/% [11; 12]), в окрестностях Рязани ($16,3$ мг/% [37]) или в Белгороде ($26–32$ мг/% [4]). Но вместе с тем сумма каротиноидов, определенная в плодах *S. aucuparia*, произрастающей в Пензенской, Московской, Саратовской областях и Республике Мордовия, находящаяся в пределах $4,54–6,32$ мг/% [21], только в 1–2 раза превышает либо не достигает этого показателя в плодах образцов *S. aucuparia* из РК. Содержание каротиноидов в плодах йошкар-олинского образца *S. aucuparia* выше в 1,3–3 раза, нежели в сырье этого вида рябины в Уфе и вышеуказанных регионах России, но в 1–2 раза ниже, чем в Рязани и Белгороде.

Плоды растений европейско-средиземноморского вида *S. mougeottii* (секция *Lobatae*) были близки по содержанию каротиноидов к плодам образцов *S. aucuparia* из Усть-Куломского р-на РК и сорта Бусинка.

Условно промежуточное положение, когда процент суммы каротиноидов не достигал высоких значений, как у *S. amurensis*, и не опускался ниже, чем у образцов *S. aucuparia* из РК и *S. sambucifolia*, заняли сортовые растения рябины. Так, содержание каротиноидов в плодах разных сортов рябины изменялось от $7,2 \pm 0,1$ мг/% (сорт Бусинка) до $12,3 \pm 1,7$ мг/% (сорт Сорбинка). Сорт Бусинка в условиях Мичуринска накапливал в среднем $6,7 \pm 1,3$ мг/% [36, с. 77], что почти не отличается от значения этого показателя у данного сорта в условиях интродукции в РК. В

тех же условиях [36, с. 77] сорт Сорбинка в 1,6 раза уступает по сумме каротиноидов в плодах растению, интродуцированным в РК.

В литературных данных имеются сведения о содержании каротиноидов в сырье представителей рода *Sorbus*, изученных в разных природно-климатических условиях, однако они не всегда поддаются сравнению, например, по причине того, что исследователи применяют различные подходы в пробоподготовке плодов рябины для биохимического анализа [5; 19 и др.].

В РФ качество плодов рябины обыкновенной, согласно Государственной фармакопее Российской Федерации [15], характеризуется по сумме органических кислот (в пересчете на яблочную кислоту). В Государственной фармакопее Республики Беларусь [38] приводится информация о содержании в сухих плодах *S. aucuparia* каротиноидов, сумма которых не должна быть ниже 3 мг/%. В связи с этим, оценивая накопление каротиноидов в плодах разных видов и сортов рябин, интродуцированных в РК, можно говорить о достаточном количестве в них веществ этой группы, поэтому представляется возможным продолжить дальнейшее изучение качественного биохимического состава сырья этих растений для выявления закономерностей накопления биологически активных веществ в условиях северного региона.

Выводы

Впервые в условиях интродукции в Республике Коми изучено содержание каротиноидов в плодах разных видов и сортов рода *Sorbus*. Выявлено, что они характеризуются накоплением различного количества каротиноидов: от 2,6 до 43 мг/% в зависимости от вида, образца и сорта. Сравнение значений суммы каротиноидов в плодах разных видов и сортов рябины, интродуцированных в условиях Севера и произрастающих в других регионах России, показало, что содержание этой группы веществ в сырье растений, выращиваемых в Республике Коми, преобладает у представителей секции *Sorbus* с восточноазиатским ареалом (*S. pohuashanensis*, *S. discolor*, *S. amurensis*), исключением оказался дальневосточный вид *S. sambucifolia*. Установлено разное содержание каротиноидов в плодах растений образцов *S. aucuparia*: максимальным этот показатель был у йошкар-олинского образца, который в 3–5 раз превышал таковой у *S. aucuparia* из РК. Определено содержание этой группы веществ в плодах рябины трех изучаемых сортов, показано их преобладание у сорта Сорбинка.

Исследование биохимического состава растительного сырья видов и сортов рябины с наибольшим содержанием каротиноидов в условиях интродукции на Севере следует продолжить с целью последующей оценки его качественного состава и для разработки рекомендаций по его использованию в качестве лекарственного, а также как источника функциональных ингредиентов для фармацевтической и пищевой промышленности.

Список литературы:

1. Петрова И.П., Соколова С.М. Биохимическая характеристика плодов интродуцированных видов рябины в Москве // Бюллетень ГБС. 1984. Вып. 131. С. 56–62.
2. Иванова С.В., Шелепова О.В., Кириченко Е.Б. Микроэлементный состав плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) // Вестник ОГУ. Приложение Биоэлементология. 2005. № 2. С. 9–10.

3. Чукуриди С.С. Практическая ценность интродуцентов семейства Rosaceae // Научный электронный журнал КубГАУ. 2004. № 4. С. 233–252.

4. Гостищев И.А., Дейнека В.И., Анисимович И.П., Третьяков М.Ю., Мясникова П.А., Дейнека Л.А., Сорокопудов В.Н. Каротиноиды, хлорогеновые кислоты и другие природные соединения плодов рябины // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2010. № 3 (74), вып. 10. С. 83–91.

5. Стрельнишина С.А., Бурмистров Л.А., Никитина Е.В. Питательные и биологически активные вещества плодов рябины (*Sorbus* L.) в условиях северо-западной зоны садоводства России // Аграрная Россия. 2010. № 3. С. 10–17.

6. Колесников С.А. Биохимический состав вегетативных органов рябины (*Sorbus* L.) в средней полосе России // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2012. № 21 (140), вып. 21/1. С. 29–33.

7. Остроумов Л.А., Кригер О.В., Карчин К.В., Щетинин М.П. Исследование химического состава плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*), произрастающей в Кемеровской области // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 4. С. 38–42.

8. Полухина Т.С., Маггеррамова А.Я. Определение биологически активных веществ в плодах рябины обыкновенной (*Sorbi aucupariae*) // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее: сб. ст. IX междунар. науч.-практ. конф.: в 3 ч. Пенза: Изд-во: Наука и просвещение, 2017. С. 253–255.

9. Гаранович И., Шпитальная Т. Полезные интродуценты // Наука и инновации. 2015. № 3 (145). С. 15–19.

10. Рупасова Ж.А., Гаранович И.М., Шпитальная Т.В., Василевская Т.И., Криничкая Н.Б., Бубнова А.М., Легкая Л.В., Мурашкевич Л.А., Пинчукова Ю.М. Генотипические особенности биохимического состава плодов рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) при интродукции в условиях Беларуси // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: мат-лы III междунар. конф., посв. 110-летию со дня рожд. академика Н.В. Смольского. Минск, 2015. С. 466–470.

11. Абдуллина Р.Г., Вафин Р.В., Гуськова Н.С., Баширова Р.М., Путенихин В.П. Содержание каротиноидов в плодах некоторых видов и сортов рябин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2010. № 2. С. 40–42.

12. Абдуллина Р.Г., Денисова С.Г., Пупыкина К.А., Шигапов З.Х. Содержание каротиноидов в плодах некоторых представителей рода *Sorbus* L. при интродукции // Химия растительного сырья. 2020. № 1. С. 229–235.

13. Кочегарова Н.Л. Отбор видов и сортов рябины (*Sorbus* L.), перспективных для выращивания в лечебно-профилактических и пищевых целях, на основе биохимического анализа ее плодов: автореф. ... д-ра с/х. наук. СПб., 2001. 47 с.

14. Кочегарова Н.Л., Антропов В.Н., Денисенко О.Н. Рябина обыкновенная как радиоиммунопротекторное растение: научное издание // Актуальные вопросы радиационной гигиены. СПб., 2004. С. 178–179.

15. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. Т. IV. М., 2018. С. 6403–6404.

16. Rodriguez-Amaya D.B. A guide to carotenoid analysis in foods. ISLI Press, Washington, D.C., 2001. 64 p.

17. Матющенко Н.В. Изменчивость содержания биологически активных веществ в плодах рябины амурской в процессе созревания // Биоразнообразие и проблемы экологии Приамурья и сопредельных территорий: мат-лы 2-й регион. науч. конф. Хабаровск, 2016. С. 44–49.

18. Savikin K.P., Zduni G.M., Krstic-Milosevi D.B., Sircelj H.J., Stesevi D.D., Pljevljaku D.S. *Sorbus aucuparia* and *Sorbus aria* as a source of antioxidant phenolics, tocopherols, and pigments // Chemistry & Biodiversity. 2017. Vol. 14, iss. 12. DOI: 10.1002/cbdv.201700329.
19. Mikulic-Petkovsek M., Krska B., Kiprovski B., Verberic R. Bioactive components and antioxidant capacity of fruits from nine *Sorbus* genotypes // Food science. 2017. Vol. 82, iss. 3. DOI: 10.1111/1750-3841.13643.
20. Zymone K., Raudone L., Raudonis R., Marksa M., Ivanauskas L., Janulis V. Phytochemical profiling of fruit powders of twenty *Sorbus* L. cultivars // Molecules. 2018. Vol. 23. P. 10–17. DOI: 10.3390/molecules23102593.
21. Богачев А.А., Фоминых М.М., Хомутов Т.О. Содержание суммы каротиноидов и экстрактивных веществ в плодах рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*) // Вестник Пензенского государственного университета. 2019. № 4 (28). С. 77–80.
22. Глухов А.З., Виноградова Н.А. Фитохимическое изучение и оценка антиоксидантной активности плодов *Sorbus aucuparia* L. и *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers., произрастающих на территории Донецкого региона // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2019. № 133. С. 57–64.
23. Bobinaite R., Kraujalis P., Tamkute L., Urbonaiciene D., Viškelis P., Venskutonis P.R. Recovery of bioactive substances from rowanberry pomace by consecutive extraction with supercritical carbon dioxide and pressurized solvents // Food Research International. 2020. Vol. 136. P. 152–160.
24. Захаров В.Л., Нархова А. Влияние замораживания на сохранность БАВ в плодах и ягодах дикорастущих растений // Агропромышленные технологии Центральной России. 2020. № 1 (15). С. 21–30.
25. Цандекова О.Л., Неверова О.А. Особенности антиоксидантной системы *Betula pendula* Roth, произрастающей в условиях породного отвала Кедровского угольного разреза // Вестник КрасГАУ. 2016. № 9. С. 58–64.
26. Сарсацкая А.С. Содержание фотосинтетических пигментов у древесных пород городских насаждений // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 4. С. 9–14. DOI: 10.21603/2542-2448-2017-4-9-14.
27. Аджиева В.Ф., Бабак О.Г., Шоева О.Ю., Кильчевский А.В., Хлесткина Е.К. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19, № 5. С. 561–573.
28. Mendes A., Soares V., Costa M. Carotenoid Biosynthesis Genomics // Pigments in Fruits and Vegetables / C. Chen (eds.). New York: Springer, 2015. P. 9–29. DOI: 10.1007/978-1-4939-2356-4_2.
29. Смоликова Г.Н., Медведев С.С. Каротиноиды семян: синтез, разнообразие и функции // Физиология растений. 2015. Т. 62, № 1. С. 3–16.
30. Шашкина М.Я., Шашкин П.Н., Сергеев А.В. Каротиноиды как основа для создания лечебно-профилактических средств // Российский биотерапевтический журнал. 2009. Т. 8, № 4. С. 91–98.
31. Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрипник Л.Н., Федурев П.В., Чупахина Н.Ю. Каротиноиды // Антиоксидантные свойства культурных растений Калининградской области. Калининград: Изд-во: Балтийский федеральный университет им. И. Канта (Калининград), 2016. С. 40–42.
32. Шашкина М.Я., Шашкин П.Н., Сергеев А.В. Роль каротиноидов в профилактике наиболее распространенных заболеваний // Российский биотерапевтический журнал. 2010. Т. 9, № 1. С. 77–86.
33. Bowen P.E., Stacewicz-Sapuntzakis M., Diwadkar-Navsariwala V. Carotenoids in human nutrition // Pigments in Fruits and Vegetables. New York: Springer, 2015. P. 31–67.
34. Пат. 2302253 Российская Федерация, МПК⁵¹ А61К 36/734, А61Р 1/04 Способ получения средства, обладающего антиязвенной активностью / Лубсандоржиева П.-Н.Б., Ажунова Т.А., Николаев С.М., Шантанова Л.Н., Петров Е.В., Чехирова Г.В., Николаева И.Г., Танхаева Л.М., Оленников Д.Н., Нагаслаева О.В., Муханова Л.Х., Унагаева А.А.; заявл. 27.09.2005; опубл. 10.07.2007, Бюл. № 19. 13 с.
35. Garden-Robinson J. Carotenoids in green vegetables and health aspects // Pigments in Fruits and Vegetables. New York: Springer, 2015. P. 229–246.
36. Поплавская Т.К. Селекция и внедрение новых сортов рябины в садоводство России. Пермь: Пермское книжное изд-во, 2006. 152 с.
37. Deren'ko S.A. Carotenoids of the fruit of *Sorbus aucuparia* // Chemistry of Natural Compounds. 1978. Vol. 14, iss. 4. P. 454–455.
38. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Т. 2. 1368 с.

Работа проводилась на базе УНУ «Научная коллекция живых растений» Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Рег. номер 507428. Исследования выполнены в рамках государственного задания по теме: «Закономерности процессов репродукции ресурсных растений в культуре на европейском Северо-Востоке» № AAAA-A17-117122090004-9.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
Скромная Ольга Валерьевна , кандидат биологических наук, заведующий отделом Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: skrockaja@ib.komisc.ru.	Skrotskaya Olga Valerievna , candidate of biological sciences, head of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar, Russian Federation). E-mail: skrockaja@ib.komisc.ru.
Пунегов Василий Витальевич , кандидат химических наук, старший научный сотрудник отдела Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: punegov@ib.komisc.ru.	Punegov Vasily Vitalyevich , candidate of chemical sciences, senior researcher of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar, Russian Federation). E-mail: punegov@ib.komisc.ru.

Для цитирования:

Скромная О.В., Пунегов В.В. Содержание каротиноидов в плодах растений видов и сортов рода *Sorbus* L. при интродукции в условиях Севера (Республика Коми) // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 3. С. 112–116. DOI: 10.17816/snv2021103116.