
**БИОЛОГИЧЕСКАЯ
АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ**

УДК 634.17:581.192

**СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНА И САХАРОВ В ПЛОДАХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ
РОДА *CRATAEGUS*, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ
РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ**

© 2019 г. С. В. Мухаметова*

*Ботанический сад-институт Поволжского государственного технологического университета,
г. Йошкар-Ола, Россия***e-mail: MuhametovaSV@volgatech.net*

Поступила в редакцию 16.07.2018 г.

После доработки 03.10.2018 г.

Принята к публикации 06.10.2018 г.

В 2012 и 2013 гг. изучен биохимический состав плодов 13 представителей рода *Crataegus* L., интродуцированных в Республике Марий Эл, г. Йошкар-Ола. Высоким содержанием каротина характеризуются *C. × dsungarica*, *C. flabellata* и *C. ambigua*, сахаров – *C. flabellata*, *C. chrysocarpa*, *C. pringlei*, *C. submollis*, кислот – *C. punctata*. Наилучшими вкусовыми качествами обладают плоды *C. × dsungarica*, *C. flabellata*, *C. chrysocarpa*, *C. macracantha*, самым низким значением индекса сладости характеризовались плоды *C. punctata*. Больше количество каротина в плодах большинства изученных видов отмечено в более теплых условиях 2012 г., сахаров – в более засушливых условиях 2013 г.

Ключевые слова: боярышник, *Crataegus*, плоды, каротин, сахара, кислоты, индекс сладости

DOI: 10.1134/S0033994619010096

В естественных условиях биологически активные вещества синтезируются в разных органах растений, в частности в плодах, и многие виды накапливают их в достаточно больших количествах. Плоды таких растений издавна используют в пищу и служат сырьем для фармацевтической промышленности. В их число входят многие древесные виды, в том числе и представители рода боярышник *Crataegus* L. [1]. В официальной медицине Российской Федерации в качестве кардиотонического средства разрешено использование цветков и плодов 12 видов боярышника. В фармакопее ряда стран Европы и Америки включены также побеги (цветки и листья) боярышника [2–5]. Плоды боярышника содержат флавоноиды, органические кислоты, каротиноиды, дубильные вещества, жирные масла, пектины, тритерпеновые и флавоновые гликозиды, β-ситостерин, холин, сахара, витамины, микроэлементы и другие соединения [6–8]. Основное действие препаратов боярышника связывают с наличием в них флавоноидов (гиперозид, витексин) и антоцианов [9–13]. Препараты боярышника не имеют кумулятивных свойств и не вызывают побочных явлений, используются для лечения таких сердечно-сосудистых заболеваний, как гипертензия, аритмии, сердечная недостаточность, стенокардия [10, 14–16], а также обладают антиоксидантной активностью [17–19]. Плоды многих видов съедобны, их используют в свежем и сушеном виде, а также для приготовления желе, мармелада, варенья и киселей. В некоторых странах боярышник возделывается в качестве плодовой культуры [7, 20, 21].

Каротиноиды, в том числе и каротин, кроме провитаминовой активности обладают антиканцерогенными, антимуtagenными, антиоксидантными, иммуномодулирующими и другими свойствами [22]. Содержание каротина в плодах повышается по мере их созревания, при переработке и сушке плодов он хорошо сохраняется [23].

Качественное и количественное содержание сахаров является видовой особенностью [7]. В плодах боярышника содержится в основном фруктоза, а также небольшие количества глюкозы и сахарозы [24]. Вкусовые качества плодов зависят не только от количества сахаров, но также и от содержания органических кислот, дубильных веществ и других соединений. Степень сладости плодов выражают отношением количества сахара к органическим кислотам. Кислый вкус не ощущается при отношении сахаров к кислотам 25–30. При отношении 15–20 отмечается слабо-кислый вкус, 5–15 – умеренно-кислый, менее 5 – сильнокислый. Плоды растений, выращенных на юге, содержат обычно больше сахаров и меньше органических кислот по сравнению с растениями, выращенными в северной зоне [23]. Наличие органических кислот придает плодам боярышника своеобразный приятный вкус. Доминирующей кислотой является яблочная [24].

Биохимическая характеристика плодов боярышника свидетельствует о значительных межвидовых различиях по основным показателям пищевой ценности, несмотря на их значительную изменчивость под влиянием внешних условий [7]. В Среднем Поволжье России состав местной флоры относительно беден, поэтому проблема потребностей населения в новых лекарственных, плодово-ягодных, медоносных и декоративных растениях может быть решена путем обогащения флоры интродуцированными растениями.

Целью настоящего исследования стало выявление видов боярышника, плоды которых характеризуются наибольшим содержанием биологически активных компонентов и высокими вкусовыми качествами в условиях Республики Марий Эл.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования были проведены в 2012 и 2013 гг. Объектами изучения стали плоды 13 боярышников коллекции Дендрария Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета (БСИ ПГТУ), г. Йошкар-Ола, Республика Марий Эл: *C. ambigua* С.А. Меу. ex А.К. Вебер, *C. chrysocarpa* Ashe, *C. × dsungarica* Zabel ex Lange, *C. flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch, *C. macracantha* Lodd. ex Loudon, *C. maximowiczii* С.К. Schneid., *C. persimilis* Sarg., *C. pringlei* Sarg., *C. punctata* Jacq., *C. punctata* f. *aurea*, *C. sanguinea* Pall., *C. submollis* Sarg., *C. wattiana* Hemsl. & Lace [*C. altaica* (Loudon) Lange].

Плоды собирали в августе–октябре в фазу массового созревания с освещенной стороны растений. Определение содержания каротина осуществляли колориметрическим методом согласно ГОСТ 7047-55 “Витамины А, С, Д, В₁, В₂ и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов” [25]. Определение содержания сахаров проводили перманганатным методом по ГОСТ 8756.13-87 “Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров” [26]. Титруемую кислотность определяли в расчете на яблочную кислоту визуальным методом согласно ГОСТ 25555.0-82 “Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности” [27]. Степень сладости вычисляли по Б.П. Плешкову [23] отношением содержания сахаров и кислот. Все данные обрабатывали методами вариационной статистики с помощью пакета анализа Microsoft Excel на 95%-ном уровне значимости.

Территория Республики Марий Эл входит в умеренный климатический пояс, район с умеренно-холодной зимой, область недостаточного увлажнения. По данным метеопоста Ботанического сада-института, за 1968–2010 гг., среднегодовая температура

Таблица 1. Характеристика метеорологических условий района расположения БСИ ПГТУ
Table 1. Local weather conditions at the Botanical garden-institute of Volga State University of Technology (VSUT BGI) site

Показатель Indicator	2012 год 2012	2013 год 2013
Дата устойчивого перехода через +5 °С* Date of temperature stable transition through +5 °С*	15.IV/22.X	18.IV/27.IX
Продолжительность вегетационного периода, дни Length of growing season, days	190	162
Сумма эффективных температур >5 °С, градусы Sum of effective temperatures >5 °С, degrees	1857	1714
Дата устойчивого перехода через +10 °С* Date of stable temperature transition through +10 °С*	16.IV/24.IX	10.V/24.IX
Продолжительность периода активной вегетации, дни Length of active vegetation, days	161	137
Сумма активных температур >10 °С за период активной вегетации, градусы The sum of active temperatures >10 °С for active vegetation period, degrees	2561	2344
Сумма осадков за период активной вегетации, мм Total precipitation over active vegetation period, mm	341	304
Гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова Selyaninov hydrothermal coefficient	1.33	1.30

Примечание. * – в числителе – показатель весной, в знаменателе – осенью.
 Note. * Numerator – indicator in spring, denominator – indicator in autumn.

воздуха составляет +3.6 °С. Средняя годовая сумма осадков 580 мм, в том числе 206 мм приходится на зимний период. Продолжительность вегетационного периода составляет 175 дней, периода активной вегетации – 138 дней [28]. В табл. 1 приведена характеристика метеоусловий лет исследования.

Согласно приведенным данным, метеорологические условия анализируемых лет были неравнозначны. По сравнению с 2013 г. 2012 г. характеризовался большей продолжительностью вегетационного периода и периода активной вегетации, а также большей суммой эффективных и активных температур. Условия увлажнения за период активной вегетации 2012 г. были влажными, 2013 г. – слабо засушливыми.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований приведены в табл. 2.

В 2012 г. содержание каротина варьировало от 0.24 мг% у *C. chrysocarpa* до 1.00 мг% у *C. × dsungarica* и в среднем составило 0.48 мг%. В 2013 г. минимальное содержание каротина было обнаружено в плодах *C. maximowiczii* (0.28 мг%), максимальное – *C. punctata* f. *aurea* (0.81 мг%). В оба года исследования высоким содержанием каротина характеризовались *C. flabellata* и *C. ambigua*, но статистически достоверно их различие лишь от *C. maximowiczii*, *C. altaica*, *C. sanguinea* (при $\alpha = 0.10$), которые имели самые низкие значения анализируемого показателя.

Данные по содержанию каротина в плодах боярышника, представленные Е.З. Боборекко [3] для Минска и В.П. Петровой для Киева [7], в несколько раз превышают уровни содержания, полученные в нашем исследовании. Вероятно, это обусловлено отличиями в методиках проведения анализов. Р.Е. Циновскис [29] приводит значения

Таблица 2. Биохимическая характеристика плодов видов *Crataegus*, 2012–2013 гг.
Table 2. Biochemical characteristics of *Crataegus* species fruits, 2012–2013

Вид Species	Содержание каротина, мг% Carotene content, mg%		Массовая доля сахара, % на сырую массу Mass fraction of sugar, % on a wet weight basis		Титруемая кислотность, % на сырую массу Titrated acidity, % on a wet weight basis		Сахаро-кислотный коэффициент Sugar-acid ratio	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Евразийские виды Eurasian species								
<i>C. ambigua</i>	0.60	0.50	2.3	5.0	0.22	0.28	10.5	17.9
<i>C. × dsungarica</i>	1.00	0.45	5.3	5.4	0.37	0.34	14.3	15.9
<i>C. maximowiczii</i>	0.40	0.28	7.8	5.2	0.40	0.75	19.5	6.9
<i>C. sanguinea</i>	0.38	0.34	3.4	7.3	0.37	0.47	9.2	15.5
<i>C. wattiana</i> [<i>C. altaica</i>]	0.31	0.37	3.6	8.4	0.42	0.29	8.6	29.0
Североамериканские виды North American species								
<i>C. chrysoarpa</i>	0.24	0.48	9.3	11.4	0.41	0.40	22.7	28.5
<i>C. flabellata</i>	0.55	0.50	9.5	12.0	0.60	0.68	15.8	17.7
<i>C. macracantha</i>	0.59	0.44	4.5	7.2	0.34	0.40	13.2	18.0
<i>C. persimilis</i>	—	0.50	—	7.2	—	0.30	—	24.0
<i>C. pringlei</i>	0.43	0.29	6.2	8.5	0.75	0.60	8.3	14.2
<i>C. punctata</i>	0.32	0.66	2.6	10.7	1.40	2.23	1.9	4.8
<i>C. punctata</i> f. <i>aurea</i>	—	0.81	—	8.0	—	1.64	—	4.9
<i>C. submollis</i>	0.51	0.39	8.4	12.3	0.46	0.90	18.7	13.7
Среднее Average	0.48	0.46	5.7	8.4	0.52	0.71	13.0	16.2
<i>CV</i> , %	43	32	47	30	62	82	47	48

Примечание. Прочерк – нет данных, *CV* – коэффициент вариации.
 Note. Dash – no data, *CV* – coefficient of variation.

содержания каротина для плодов боярышника, собранных в Прибалтике и Минске в 1965 г. от 0 до 0.67 мг%. Эти данные сопоставимы с полученными нами, причем в условиях Республики Марий Эл значения несколько выше. Например, в плодах *C. submollis* в Марий Эл выявлено 0.51 и 0.39 мг% каротина, в Прибалтике – 0–0.17 мг%, *C. flabellata* – 0.55 и 0.50 мг% в Марий Эл и 0–0.15 мг% в Прибалтике.

Известно, что накоплению каротина способствует теплая погода [6, 7], что подтверждается и нашими исследованиями – плоды большинства видов в более теплых условиях 2012 г. накопили большее количество каротина по сравнению с 2013 г. Такие виды, как *C. flabellata*, *C. ambigua*, *C. wattiana* и *C. sanguinea*, характеризовались низкой изменчивостью количества каротина в плодах, что позволяет предположить, что данные виды являются наиболее устойчивыми к метеорологическим условиям. Виды *C. × dsungarica*, *C. punctata* и *C. chrysoarpa*, напротив, наиболее подвержены влиянию погоды, количество каротина в их плодах в годы исследования изменялось в 2.0–2.4 раза.

Массовая доля сахаров в плодах изученных видов в годы исследования в среднем составляла 5.7 и 8.4%. Высоким содержанием сахаров в оба года характеризовались *C. flabellata*, *C. chrysoarpa*, *C. pringlei*, *C. submollis*, но лишь первые 2 вида имели статистически достоверные различия по среднему значению за 2 года от *C. × dsungarica* (при $\alpha = 0.10$). Плоды большинства видов накапливали большее количество сахаров в

более засушливых условиях 2013 г., что согласуется с приведенной в литературе тенденцией [23]. В сравнении с литературными данными [21, 30, 31] в условиях Республики Марий Эл в плодах боярышников выявлено более высокое содержание сахаров.

Значения титруемой кислотности изученных плодов колебались от 0.22 до 1.40% в 2012 г. и от 0.30 до 2.23% в 2013 г. Устойчивым высоким содержанием кислот характеризовался *C. punctata*, его плоды различались на статистически достоверном уровне (при $\alpha = 0.10$) от *C. ambigua*, *C. macracantha*, *C. chrysocarpa*, *C. wattiana*. Высокое содержание кислот в плодах данного вида отмечено и другими исследователями [21].

Сахаро-кислотный индекс (индекс сладости) плодов большинства видов был более высоким в 2013 г. по сравнению с 2012 г., так что *C. wattiana* и *C. chrysocarpa* имели сладкий вкус, хотя ранее характеризовались слабокислым вкусом, как и многие другие изученные виды. Лучший вкус в течение обоих лет исследования имели плоды *C. × dsungarica*, *C. flabellata*, *C. chrysocarpa*, *C. macracantha*. Самыми низкими значениями индекса сладости (1.9 и 4.8) характеризовались плоды *C. punctata*, но следует отметить их специфические вкусовые особенности.

При сравнении полученных сахаро-кислотных коэффициентов с данными украинских исследователей [7, 21] выявлено отличие вкусовых качеств плодов боярышников, выращенных в различных регионах. У ряда видов в условиях Украины значения индексов сладости плодов существенно ниже полученных нами значений: 3.9 – у *C. sanguinea*, 7.4 – у *C. maximowiczii*, 6.3–6.9 – у *C. flabellata*, 5.4 – у *C. chrysocarpa* и *C. submollis*. Вероятно, это связано с различиями в сроках созревания и сбора плодов в разных географических зонах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучен биохимический состав плодов 13 интродуцированных боярышников в Республике Марий Эл и выявлены виды, плоды которых характеризуются наибольшим содержанием биологически активных компонентов и высокими вкусовыми качествами в условиях данного региона. Лидерами по содержанию каротина являются *C. × dsungarica*, *C. flabellata* и *C. ambigua*, по содержанию сахаров – *C. flabellata*, *C. chrysocarpa*, *C. pringlei*, *C. submollis*, кислот – *C. punctata*. Наилучшими вкусовыми качествами, исходя из соотношения сахаров и кислот, обладают *C. × dsungarica*, *C. flabellata*, *C. chrysocarpa*, *C. macracantha*. Указанные боярышники могут найти применение в нетрадиционном плодоводстве. Содержание биологически активных веществ позволяет использовать плоды боярышников в лекарственных и пищевых целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мухаметова С.В. 2013. Биохимическая характеристика плодов некоторых видов боярышника в Республике Марий Эл. – Вестн. Казанского технол. ун-та. 16(15): 103–107. <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskaya-harakteristika-plodov-nekotoryh-vidov-boyaryshnika-v-respublike-mariy-el>
2. Киселева Т.Л., Смирнова Ю.А. 2009. Лекарственные растения в мировой медицинской практике: государственное регулирование номенклатуры и качества. М. 295 с.
3. Гончаров Н.Ф., Станкович М. 2011. Микроэлементарный состав и санитарно-гигиеническая оценка сырья и фитопрепаратов *Crataegus laevigata* (Poir) DC. – Вестн. новых мед. технологий. XVIII (1): 202–204. <https://cyberleninka.ru/article/n/mikroelementarnyy-sostav-i-sanitarno-gigienicheskaya-otsenka-syrya-i-fitopreparatov-crataegus-laevigata-poir-dc>
4. Hellenbrand N., Sendker J., Lechtenberg M., Petereit F., Hensel A. 2015. Isolation and quantification of oligomeric and polymeric procyanidins in leaves and flowers of Hawthorn (*Crataegus* spp.). – Fitoterapia. 104: 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2015.04.010>
5. Sagaradze V.A., Babaeva E.Yu., Kalenikova E.I. 2017. HPLC-UV method for determining flavonoids in Hawthorn flowers and leaves. – Pharmaceutical chemistry j. 51 (4): 277–280. <https://doi.org/10.1007/s11094-017-1597-0>
6. Бобореко Е.З. 1974. Боярышник. Минск. 224 с.

7. Петрова В.П. 1987. Дикорастущие плоды и ягоды. М. 248 с.
8. Соколов С.Я. 2000. Фитотерапия и фитотерапевтика: руководство для врачей. М. 976 с.
9. Peschel W., Bohr C., Plescher A. 2008. Variability of total flavonoids in *Crataegus* – factor evaluation for the monitored production of industrial starting material. – *Fitoterapia*. 79 (1): 6–20. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.06.010>
10. Edwards J.E., Brown P.N., Talenti N., Dickinson T.A., Shipley P.R. 2012. A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. – *Phytochemistry*. 79: 5–26. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.04.006>
11. Аврач А.С., Сергунова Е.В., Самылина И.А. 2013. Хромато-масс-спектрометрическое определение флавоноидов в плодах боярышника. – *Фармация*. 3: 14–16.
12. Дейнека В.И., Макаревич С.Л., Дейнека Л.А., Фирсов Г.А., Сорокопудов В.Н., Третьяков М.Ю., Бакуштов С.А. 2014. Антоцианы плодов некоторых видов боярышника (*Crataegus* L., Rosaceae). – *Химия раст. сырья*. 1: 119–124. <https://doi.org/10.14258/jcprn.1401119>
13. Ercisli S., Yanar M., Sengul M., Yildiz H., Topdas E.F., Taskin T., Zengin Y., Yilmaz K.U. 2015. Physicochemical and biological activity of hawthorn (*Crataegus* spp. L.) fruits in Turkey. – *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*. 14 (1): 83–93. http://www.hortorumcultus.actapol.net/pub/14_1_83.pdf
14. Аббасова Т.Ю., Новрузов Э.Н., Расулов Ф.А. 2013. Биологически активные вещества некоторых видов *Crataegus* (*Rosaceae*), произрастающих на Малом Кавказе (в пределах Азербайджана). – *Раст. ресурсы*. 49 (3): 415–422.
15. Diane A., Borthwick F., Wu S., Lee J., Brown P.N., Dickinson T.A., Croft K. D., Vine D.F., Proctor S.D. 2016. Hypolipidemic and cardioprotective benefits of a novel fireberry hawthorn fruit extract in the JCR: LA-cp rodent model of dyslipidemia and cardiac dysfunction. – *Food & function*. 7 (9): 3943–3952. <https://doi.org/10.1039/c6fo01023g>
16. Zhao C.N., Meng X., Li Y., Li S., Liu Q., Tang G.Y., Li H.B. 2017. Fruits for prevention and treatment of cardiovascular diseases. – *Nutrients*. 9 (6): № 598. <https://doi.org/10.3390/nu9060598>
17. Guo C.J., Yang J.J., Wei J.Y., Li Y.F., Xu J., Jiang Y.G. 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. – *Nutrition research*. 23 (23): 1719–1726. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2003.08.005>
18. Ozyurek M., Bener M., Guclu K., Donmez A.A., Suzgec-Selcuk S., Pirildar S., Mericli A.H., Apak R. 2012. Evaluation of antioxidant activity of *Crataegus* species collected from different regions of Turkey. – *Records of natural products*. 6 (3): 263–277. <http://acgpubs.org/article/records-of-natural-products/2012/3-july-september/evaluation-of-antioxidant-activity-of-crataegus-species-collected-from-different-regions-of-turkey>
19. Konyalioglu S., Cebe G.E., Aktar. S. 2017. Antioxidant activity of *Crataegus monogyna* L. flowers. – *Free radical biology and medicine*. 108: S56. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.04.198>
20. Phipps J.V., O'Kennon R.J., Lance R.W. 2003. Hawthorns and medlars. Portland. 139 p.
21. Меженська Л.О., Меженський В.М. 2013. Рід Глід (*Crataegus* L.) в Україні: Інтродукція, селекція, еколого-біологічні особливості. Київ. 234 с.
22. Сергеев А.В., Ананьев В.С., Капитанов А.Б., Коростылев С.А., Букреев Ю.М., Власенкова Н.К., Прosalкова И.Р., Решетникова В.В., Шубина И.Ж. 2017. Фармакокинетика каротиноидов и каротинсодержащих препаратов. – *Рос. биотерапевт. журн.* 16(3): 92–106. <https://bioterapevt.elpub.ru/jour/article/view/886/887>
23. Плешков Б.П. 1980. Биохимия сельскохозяйственных растений. М. 492 с.
24. Павильонов А.А., Рожков М.И. 1986. Новые плодовые и ягодные культуры. 2-е изд., перераб. и доп. М. 88 с.
25. ГОСТ 704-55. 1955. Витамины А, С, Д, В1, В2 и РР. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов. М. 55 с. <http://gostexpert.ru/data/files/7047-55/c0e15d5afcc4190eadbb00f7bac43ca4.pdf>
26. ГОСТ 8756.13-87. 1987. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. М. 9 с. <http://gostexpert.ru/data/files/29270-95/dfcb9f0f901c91ac42dda804f20992b5.pdf>
27. ГОСТ 25555.0-82. 1982. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. М. 4 с. <http://gostexpert.ru/data/files/29270-95/dfcb9f0f901c91ac42dda804f20992b5.pdf>
28. Мухаметова С.В., Лазарева С.М. 2014. Сезонный ритм развития видов боярышника, интродуцированных в Республику Марий Эл. – *Вестн. Поволжского гос. технол. ун-та. Сер. Лес, экология, природопользование*. 2: 63–76. <http://journals.volgatech.net/index.php/forest/article/view/54/31>
29. Циновский П. Е. 1971. Боярышники Прибалтики. Рига. 388 с.
30. Романова Н.Г. 2008. Плоды боярышника и рябины – перспективный сырьевой источник для создания продуктов функционального питания. – *Достижения науки и техники АПК*. 9: 59–62.
31. Сорокопудов В.Н., Бакуштов С.А., Мячкова Н.И., Навальнева И.А. 2011. Содержание БАВ в плодах некоторых представителей видов рода *Crataegus* L.. – *Химия растит. сырья*. 4: 335–336.

Carotene and Sugar Content in Fruits of Some *Crataegus* Species from the Republic of Mari El

S. V. Mukhametova*

Botanical garden-institute of Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, Russia

*e-mail: MuhametovaSV@volgatech.net

Abstract—The study of the biochemical composition in fruits of 13 hawthorn (*Crataegus*) species was conducted in 2012 and 2013 in Mari El Republic. Carotene content was determined using colorimetric method according to GOST 7047-55. Sugars were determined by permanganate method according to GOST 8756.13-87. Titratable acidity was determined by visual method according to GOST 25555.0-82 and expressed through malic acid. The sweetness index was calculated by the ratio of sugars and acids. Fruits of *C. × dsungarica*, *C. flabellata* and *C. ambigua* were characterized by high carotene content. *C. flabellata*, *C. chryso-carpa*, *C. pringlei*, *C. submollis* had high sugar content in fruits. *C. punctata* was rich in organic acids. *C. × dsungarica*, *C. flabellata*, *C. chryso-carpa*, *C. macracantha* had the best taste qualities of fruits. Fruits of *C. punctata* were characterized by the lowest sweetness index. The higher carotene content in fruits of most of the studied species was determined in warm-year 2012, while in the drier 2013 the content of sugars was higher.

Keywords: hawthorn, *Crataegus*, fruits, carotene, sugars, acids, sweetness index.

REFERENCES

1. *Mukhametova S.V.* 2013. Biokhimičeskaya kharakteristika plodov nekotorykh vidov boyaryshnika v Respublike Mariy El [Biochemical characteristics of fruits of some hawthorn species in Mari El Republic]. — Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 16 (15): 103–107. (In Russian) <https://docplayer.ru/50362790-S-v-muhametova-biohimicheskaya-harakteristika-plodov-nekotorykh-vidov-boyaryshnika-v-respublike-mariy-el.html>
2. *Kiseleva T.L., Smirnova Yu.A.* 2009. Lekarstvennye rasteniya v mirovoy meditsinskoy praktike: gosudarstvennoe regulirovanie nomenklatury i kachestva [Medicinal plants in world of medical practice: state regulation of nomenclature and quality]. Moscow. 295 p. (In Russian)
3. *Goncharov N.F., Stankovic M.* 2011. Micro-elementary composition and sanitary and hygienic evaluation of stuff and phytopreparations of *Crataegus laevigata* (Poir) DC. — Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. XVIII (1): 202–204. (In Russian) <https://cyberleninka.ru/article/n/mikroelementarnyy-sostav-i-sanitarno-gigienicheskaya-otsenka-syrja-i-fitopreparatov-crataegus-laevigata-poir-dc>
4. *Hellenbrand N., Sendker J., Lechtenberg M., Peterleit F., Hensel A.* 2015. Isolation and quantification of oligomeric and polymeric procyanidins in leaves and flowers of Hawthorn (*Crataegus* spp.). — Fitoterapia. 104: 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2015.04.010>
5. *Sagaradze V.A., Babaeva E.Yu., Kalenikova E.I.* 2017. HPLC-UV method for determining flavonoids in Hawthorn flowers and leaves. — Pharmaceutical chemistry journal. 51 (4): 277–280. <https://doi.org/10.1007/s11094-017-1597-0>
6. *Boboreko E.Z.* 1974. Boyaryshnik [Hawthorn]. Minsk. 224 p. (In Russian)
7. *Petrova B.P.* 1987. Dikorastushchiye plody i yagody [Wild fruits and berries]. Moscow. 248 p. (In Russian)
8. *Sokolov S.Ya.* 2000. Fitoterapiya i fitofarmakologiya: rukovodstvo dlya vrachey [Phytotherapy and phytopharmacology: a guide for doctors]. Moscow. 976 p. (In Russian)
9. *Peschel W., Bohr C., Plescher A.* 2008. Variability of total flavonoids in *Crataegus* — factor evaluation for the monitored production of industrial starting material. — Fitoterapia. 79 (1): 6–20. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.06.010>
10. *Edwards J.E., Brown P.N., Talent N., Dickinson T.A., Shipley P. R.* 2012. A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. — Phytochemistry. 79: 5–26. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.04.006>
11. *Avrach A.S., Sergunova E.V., Samylina I.A.* 2013. Chromatography/mass spectrometric determination of flavonoids in the hawthorn (*Crataegus*) fruits. — Farmatsiya. 3: 14–16. (In Russian)
12. *Deineka V.I., Makarevitch S.L., Deineka L.A., Firsov G.A., Sorokopudov V.N., Tretyakov M.Yu., Bakshutov S.A.* 2014. Anthocyanins of some hawthorn species (*Crataegus* L., Rosaceae) fruits. — Himija rastitel'nogo syrja. 1: 119–124. (In Russian) <https://doi.org/10.14258/jcpr.140119>

13. *Ercisli S., Yanar M., Sengul M., Yildiz H., Topdas E.F., Taskin T., Zengin Y., Yilmaz K.U.* 2015. Physico-chemical and biological activity of hawthorn (*Crataegus* spp. L.) fruits in Turkey. – *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*. 14 (1): 83–93. http://www.hortorumcultus.actapol.net/pub/14_1_83.pdf
14. *Abbasova T.Yu., Novruzov E.N., Rasulov F.A.* 2013. Biologically active substances of some *Crataegus* species (Rosaceae), growing in the Lesser Caucasus (within Azerbaijan). – *Rastitelnye resursy*. 49 (3): 415–422. (In Russian)
15. *Diane A., Borthwick F., Wu S., Lee J., Brown P.N., Dickinson T.A., Croft K.D., Vine D.F., Proctor S.D.* 2016. Hypolipidemic and cardioprotective benefits of a novel fireberry hawthorn fruit extract in the JCR: LA-cp rodent model of dyslipidemia and cardiac dysfunction. – *Food & function*. 7 (9): 3943–3952. <https://doi.org/10.1039/c6fo01023g>
16. *Zhao C.N., Meng X., Li Y., Li S., Liu Q., Tang G.Y., Li H.B.* 2017. Fruits for prevention and treatment of cardiovascular diseases. – *Nutrients*. 9 (6): № 598. <https://doi.org/10.3390/nu9060598>
17. *Guo C.J., Yang J.J., Wei J.Y., Li Y.F., Xu J., Jiang Y.G.* 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. – *Nutrition research*. 23 (23): 1719–1726. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2003.08.005>
18. *Ozyurek M., Bener M., Guclu K., Donmez A.A., Suzgec-Selcuk S., Pirildar S., Mericli A.H., Apak R.* 2012. Evaluation of antioxidant activity of *Crataegus* species collected from different regions of Turkey. – *Records of natural products*. 6 (3): 263–277. <http://acgpubs.org/article/records-of-natural-products/2012/3-july-september/evaluation-of-antioxidant-activity-of-crataegus-species-collected-from-different-regions-of-turkey>
19. *Konyalioglu S., Cebe G.E., Aktar S.* 2017. Antioxidant activity of *Crataegus monogyna* L. flowers. – *Free radical biology and medicine*. 108: S56. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.04.198>
20. *Phipps J.B., O'Kennon R.J., Lance R.W.* 2003. Hawthorns and medlars. Portland. 139 p.
21. *Mezhenska L.O., Mezhenskyj V.M.* 2013. Genus Hawthorn (*Crataegus* L.) in Ukraine: Introduction, Breeding, and Eco-biological Characteristics. Kyiv. 234 c. (In Ukrainian)
22. *Sergeev A.V., Anan'ev V.S., Kapitanov A.B., Korostelev S.A., Bukreev Yu.M., Vlasenkova N.K., Prosalkova I.R., Reshetnikova V.V., Shubina I. Zh.* 2017. Pharmacokinetics of carotenoids and carotene containing compounds. – *Russian J. of Biotherapy*. 16 (3): 92–106. (In Russian) <https://bioterapevt.elpub.ru/jour/article/view/886/887>
23. *Pleshkov B.P.* 1980. *Biokhimiya selskokhozyaystvennykh rasteniy*. [Biochemistry of agricultural plants.]. Moscow. 492 p. (In Russian)
24. *Pavilyonov A.A., Rozhkov M.I.* 1986. *Novye plodovye i yagodnye kultury*. 2-e izd. [New fruit and small-fruit crops. 2nd ed.] Moscow. 88 p. (In Russian)
25. GOST 7047-55. Vitamins A, C, D, B, B2 i PP. 1955. Otbor prob, metody opredeleniya vitaminov i ispytaniya kachestva vitaminnykh preparatov [Vitamins A, C, D, B, B2 and PP. Sampling, methods for determination of vitamins and quality test of vitamin preparations]. Moscow. 55 p. <http://gostexpert.ru/data/files/7047-55/c0e15d5afcc4190eadbb00f7bac43ca4.pdf>
26. GOST 8756.13-87. Fruit and vegetable products. Methods for determination of sugars. Moscow. 9 p. <http://gostexpert.ru/data/files/29270-95/dfcb9f0f901c91ac42dda804f20992b5.pdf>
27. GOST 25555.0-82. 1982. Fruit and vegetable products. Methods for determination of titratable acidity. Moscow. 4 p. <http://gostexpert.ru/data/files/29270-95/dfcb9f0f901c91ac42dda804f20992b5.pdf>
28. *Mukhametova S.V., Lazareva S.M.* 2014. Seasonal rhythm of introduced hawthorn species development in Mari El Republic. – *Vestnik of Volga State University of Technology. Series "Forest. Ecology. Nature management"*. 22: 63–76. (In Russian) <http://journals.volgatech.net/index.php/forest/article/view/54/31>
29. *Tsinovskis R.E.* 1971. *Boyarishniki Pribaltiki* [Hawthorns of the Baltic States]. Riga. 388 p. (In Russian)
30. *Romanova N.G.* 2008. Haw and ash berry as promising sources for creation of functional food. – *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 9: 59–62. (In Russian)
31. *Sorokopudov V.N., Bakshutov S.A., Myachikova N.I., Navalneva I.A.* 2011. Soderzhanie BAV v plodakh nekotorykh predstaviteley vidov roda *Crataegus* L. [The content of BAS in fruits of some *Crataegus* L. species]. – *Himija rastitelnogo syrja*. 4: 335–336. (In Russian)