

3.4.2. ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ, ФАРМАКОГНОЗИЯ / PHARMACEUTICAL CHEMISTRY, PHARMACOGNOSY

УДК 615.322: 547.9 + 543.544

DOI: 10.55531/2072-2354.2023.23.3.29-33

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ФИТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СВЕЖИХ ПЛОДОВ НЕКОТОРЫХ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ВИДОВ РОДА БОЯРЫШНИК (*CRATAEGUS* L.)

Ю.А. Андреева¹, В.А. Куркин¹, О.Е. Правдивцева¹, Т.М. Жавкина², С.А. Розно²¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Россия)²ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самара, Россия)

Для цитирования: Андреева Ю.А., Куркин В.А., Правдивцева О.Е., Жавкина Т.М., Розно С.А. Сравнительный фитохимический анализ свежих плодов некоторых культивируемых видов рода боярышник (*Crataegus* L.). *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2023;23(3):29-33. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.3.29-33

■ Сведения об авторах

Андреева Ю.А. – очный аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии. ORCID: 0000-0002-0135-1350
E-mail: andreevaaya@yandex.ru

Куркин В.А. – д-р фарм. наук, профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.
ORCID: 0000-0002-7513-9352 E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

Правдивцева О.Е. – д-р фарм. наук, профессор кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.
ORCID: 0000-0003-3318-3168 E-mail: o.e.pravdivtseva@samsmu.ru

Жавкина Т.М. – начальник отдела дендрологии Ботанического сада. ORCID: 0000-0002-3643-632X E-mail: tanya.zhavkina@yandex.ru

Розно С.А. – канд. биол. наук, директор Ботанического сада. ORCID: 0000-0003-2015-0893 E-mail: Sambg@ssau.ru

Рукопись получена: 13.10.2022

Рецензия получена: 03.05.2023

Решение о публикации: 09.05.2023

■ Аннотация

Цель – сравнительное изучение содержания суммы флавоноидов в свежих плодах некоторых культивируемых видов рода *Crataegus* L.

Материал и методы. Объектами исследования стали свежие плоды боярышника кроваво-красного, боярышника мягковатого и боярышника вееролистного, собранные на территории Ботанического сада Самарского университета в сентябре 2022 года в период их созревания. Исследования проводили методом прямой спектрофотометрии.

Результаты. Кривые поглощения водно-спиртовых извлечений свежих плодов боярышника вееролистного имеют максимум 280 ± 2 нм, обусловленный процианидинами. Наибольшее содержание восстановленных форм флавоноидов в пересчете на катехин обнаружено в плодах боярышника вееролистного и составляет $1,27 \pm 0,07\%$. Наибольшее содержание суммы флавоноидов отмечено для экзокарпия свежих плодов боярышника вееролистного. Свежие плоды боярышника вееролистного пригодны для получения сока, при этом содержание в нем суммы флавоноидов в пересчете на катехин составляет $0,30 \pm 0,02\%$.

Выводы. Плоды североамериканского вида *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch являются перспективными для заготовки лекарственного растительного сырья и использования в медицинской практике.

■ **Ключевые слова:** боярышник вееролистный, *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch, плоды, флавоноиды, спектрофотометрия.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

A COMPARATIVE PHYTOCHEMICAL ANALYSIS OF FRESH FRUITS OF SOME CULTIVATED SPECIES OF THE *CRATAEGUS* L.

Yuliya A. Andreeva¹, Vladimir A. Kurkin¹, Olga E. Pravdivtseva¹, Tatyana M. Zhavkina², Svetlana A. Rozno²¹Samara State Medical University (Samara, Russia)²Samara University (Samara, Russia)

Citation: Andreeva YuA, Kurkin VA, Pravdivtseva OE, Zhavkina TM, Rozno SA. A comparative phytochemical analysis of fresh fruits of some cultivated species of the *Crataegus* L. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2023;23(3):29-33. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.3.29-33

■ Information about authors

Yuliya A. Andreeva – a postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy.
ORCID: 0000-0002-0135-1350 E-mail: andreevaaya@yandex.ru

Vladimir A. Kurkin – PhD, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy.
ORCID: 0000-0002-7513-9352 E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

Olga E. Pravdivtseva – PhD, Professor, Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy.
ORCID: 0000-0003-3318-3168 E-mail: o.e.pravdivtseva@samsmu.ru

Tatyana M. Zhavkina – Head of the Department of Dendrology of the Botanical Garden. ORCID: 0000-0002-3643-632X
E-mail: tanya.zhavkina@yandex.ru

Svetlana A. Rozno – PhD, Director of the Botanical Garden. ORCID: 0000-0003-2015-0893 E-mail: Sambg@ssau.ru

Received: 13.10.2022

Revision Received: 03.05.2023

Accepted: 09.05.2023

■ Abstract

Aim – a comparative study of the content of flavonoids in the fresh fruits of some cultivated species of the genus *Crataegus* L.

Material and methods. The objects of the study were fresh fruits of *Crataegus sanguinea* Pall., *Crataegus submollis* Sarg. and *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch harvested on the territory of the Botanical Garden of Samara University in September 2022 during their ripening. A direct spectrophotometry was chosen as a study method.

Results. The absorption curves of water-alcohol extracts of fresh fruits of the *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch have a maximum of 280 ± 2 nm due to procyanidins. The highest content of total flavonoid $1.27 \pm 0.07\%$ expressed as catechin equivalents was found in the fruits of *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch. The highest content of the total flavonoids was noted in the exocarp of fresh fruits of the *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch. Fresh fruits of the *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch are suitable for obtaining juice, while the content of total flavonoids equivalent to catechin is $0.30 \pm 0.02\%$.

Conclusion. Fruits of the North American species *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch are promising for the procurement of medicinal plant raw materials and use in medical practice.

■ **Keywords:** *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch, fruits, flavonoids, spectrophotometry.

■ **Conflict of interest:** nothing to disclose.

ВВЕДЕНИЕ

На территории РФ и за рубежом успешно применяются лекарственные средства на основе плодов различных видов рода Боярышник (*Crataegus* L., сем. Розоцветные – *Rosaceae*) [1–7]. Плоды боярышника обладают кардиотоническим, гипотензивным, антисклеротическим и антиаритмическим действием [2, 5]. Также препаратам плодов боярышника присуща антидепрессантная и диуретическая активность [3]. Наиболее популярным в нашей стране препаратом является лекарственное средство «Боярышника плодов настойка», получаемое на основе 70% этилового спирта и поэтому имеющее ряд ограничений в применении [1].

В настоящее время для заготовки сырья используются 12 видов растений рода боярышник, однако только половина из них встречается на территории РФ [1, 3]. Остальные виды боярышника на территории РФ в диком виде не встречаются, а в культуре встречаются в виде единичных экземпляров. Одним из возможных путей решения данной проблемы, на наш взгляд, может стать расширение базы для заготовки сырья за счет широко культивируемых видов боярышника, в частности боярышника мягковатого (полумягкого) (*Crataegus submollis* Sarg.) и боярышника вееролистного (*Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch). Эти виды типичны для флоры Северной Америки [8].

Плоды боярышника могут быть использованы как в свежем, так и в высушенном виде. Одной из особенностей

плодов североамериканских видов боярышников является наличие большого количества сочной мякоти в плодах, что создает возможность получать из них сок, обладающий антидепрессантной активностью и диуретическим действием [3, 9].

Ведущей группой биологически активных соединений плодов боярышника являются флавоноиды, представленные производными катехина – процианидинами [3, 10–13]. Процианидины являются восстановленными формами флавоноидов и доминируют как в плодах дикорастущих, так и культивируемых видов рода *Crataegus* L. [3]. Следует отметить, что для извлечения из плодов различных видов боярышника максимум кривой поглощения на электронных спектрах составляет 282 ± 2 нм, характерный также для катехина (рисунки 1, 2).

ЦЕЛЬ

Сравнительное изучение содержания суммы флавоноидов в свежих плодах некоторых культивируемых видов рода *Crataegus* L.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Свежие плоды боярышника кроваво-красного, боярышника мягковатого и боярышника вееролистного были собраны на территории Ботанического сада Самарского университета в сентябре 2022 года в период их созревания. Непосредственно после сбора было проведено исследование содержания суммы восстановленных форм флавоноидов в пересчете на катехин по методике, разработанной

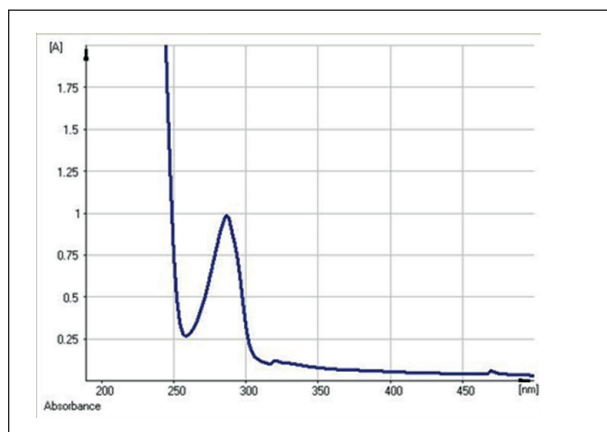


Рисунок 1. Кривая поглощения спиртового раствора катехина.

Figure 1. Absorption curve of catechin alcohol solution.

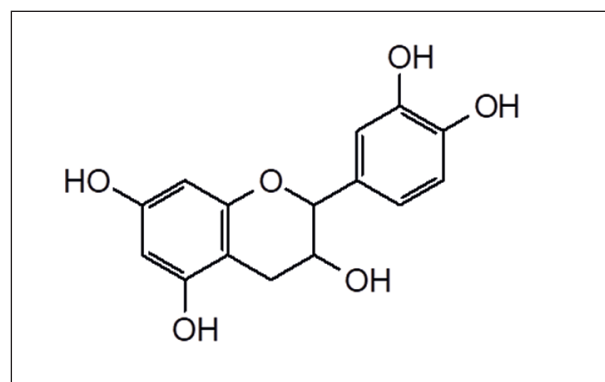


Рисунок 2. Химическая формула катехина.

Figure 2. Chemical structure of catechin.

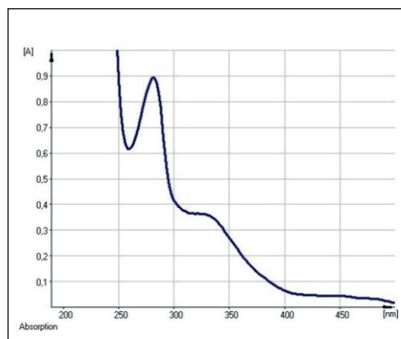


Рисунок 3. Кривая поглощения извлечения из плодов боярышника кроваво-красного (разведение 1:150).

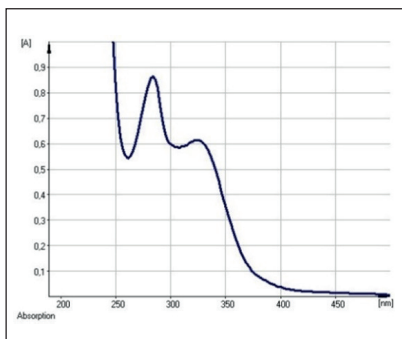


Рисунок 4. Кривая поглощения извлечения из плодов боярышника мягковатого (разведение 1:150).

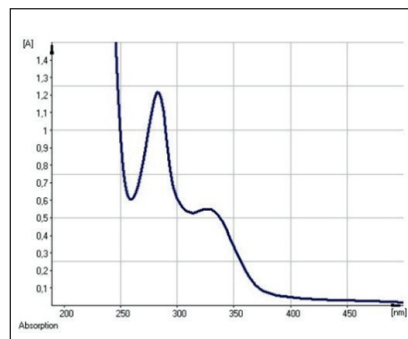


Рисунок 5. Кривая поглощения извлечения из плодов боярышника веерообразного (разведение 1:150).

Figure 3. Absorption curve of extraction from the fruit of *Crataegus sanguinea* Pall. (dilution 1:150).

Figure 4. Absorption curve of extraction from the fruits of the *Crataegus submollis* Sarg. (dilution 1:150).

Figure 5. Absorption curve of extraction from the fruits of the *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch (dilution 1:150).

нами ранее для свежих плодов боярышника. Содержание суммы процианидинов определено методом прямой спектрофотометрии при длине волны 282 нм в извлечениях из свежих плодов, полученных на основе 70% этилового спирта [3]. Также был исследован характер кривых поглощения для извлечений из свежих плодов всех трех видов. Кроме того, для определения суммы окисленных флавоноидов было проведено исследование методом дифференциальной спектрофотометрии в пересчете на гиперозид с использованием раствора хлорида алюминия [3]. Также было проведено исследование влажности свежих плодов.

В рамках исследования из плодов боярышника мягковатого и боярышника веерообразного методом прямого прессования был получен сок плодов, который после осаждения пектинов 96% этиловым спиртом был изучен на содержание суммы флавоноидов. Получение сока и его исследование проводились по методикам, разработанным нами ранее для свежих плодов боярышника мягковатого [3]. При этом к нативному соку свежих плодов был добавлен этиловый спирт 96% для осаждения пектинов с последующим отстаиванием в течение трех суток.

Также был проведен анализ отдельных частей свежих плодов боярышника веерообразного. Отдельные фрагменты плодов (экзокарпий, мякоть, косточка) были взвешены

и использованы для получения извлечений, которые были исследованы методом прямой спектрофотометрии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характер кривых поглощения извлечений плодов изучаемых видов боярышника имеет некоторые отличия. При этом все извлечения из плодов боярышника имеют максимум поглощения, который составляет 282 ± 2 нм и совпадает с таковым у флавоноида катехина (рисунки 3–5).

Отдельные части свежих плодов боярышника веерообразного также имеют типичные максимумы при 282 ± 2 нм (рисунки 6–8). Также на всех электронных спектрах можно заметить небольшое «плечо» в районе 330 нм.

Результаты количественного анализа суммы флавоноидов в плодах изучаемых видов боярышника представлены в таблице 1.

Следует отметить, что наибольшее содержание суммы флавоноидов в пересчете на катехин ($1,27 \pm 0,07\%$) обнаружено в свежих плодах боярышника веерообразного, что говорит о возможности их применения в медицинской практике. При этом сумма окисленных флавоноидов в пересчете на гиперозид в свежих плодах боярышника веерообразного составила всего лишь $0,031 \pm 0,001\%$. Это характерно для свежих плодов боярышника [3].

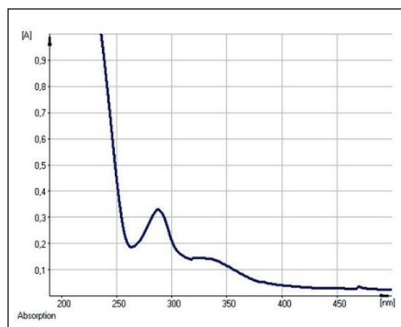


Рисунок 6. Кривая поглощения извлечения из экзокарпия плодов боярышника веерообразного (разведение 1:375).

Figure 6. Absorption curve of extraction from the exocarp of *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch (dilution 1:375).

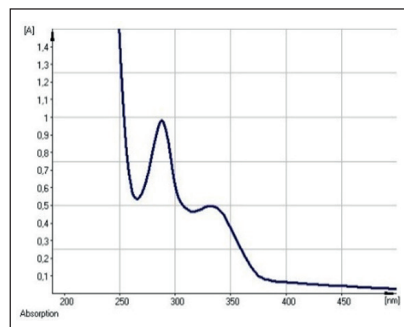


Рисунок 7. Кривая поглощения извлечения из мякоти плодов боярышника веерообразного (разведение 1:150).

Figure 7. Absorption curve of extraction from the pulp of the fruits of the *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch (dilution 1:150).

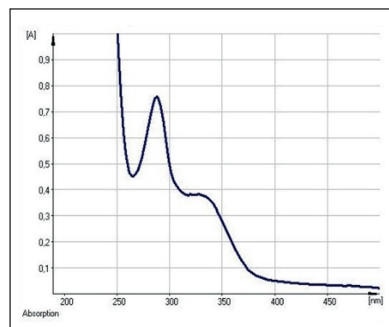


Рисунок 8. Кривая поглощения извлечения из косточек плодов боярышника веерообразного (разведение 1:150).

Figure 8. Absorption curve of extraction from the seeds of *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch (dilution 1:150).

Таблица 1 / Table 1

Содержание суммы флавоноидов в свежих плодах боярышника

The total content of flavonoids in fresh hawthorn fruits

Вид сырья	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на катехин, %	Влажность свежих плодов, %
Плоды боярышника кроваво-красного	0,95±0,06%	66,65%
Плоды боярышника мягковатого	0,88±0,05%	71,72%
Плоды боярышника вееровидного	1,27±0,07%	69,00%

Результаты определения содержания суммы флавоноидов в пересчете на катехин в отдельных частях плодов боярышника вееровидного представлены в таблице 2. Из нее следует, что экзокарпий плодов содержит самое большое количество флавоноидов (4,07±0,23%), заметно превышающее содержание в мякоти плодов и косточках.

Количество сока, полученного из свежих плодов боярышника мягковатого и боярышника вееровидного, было на одинаковом уровне. Однако содержание суммы флавоноидов в пересчете на катехин превалировало в соке плодов боярышника вееровидного (таблица 3).

Поскольку все извлечения из плодов боярышника имеют максимум поглощения, который составляет 282±2 нм и совпадает с таковым у флавоноида катехина, можно сделать вывод, что плоды всех изучаемых видов боярышника имеют сходный химический состав, в котором доминируют процианидины.

Соотношение пика максимума и плеча на спектрах у свежих плодов боярышника вееровидного имеет больше сходства со свежими плодами боярышника кроваво-красного, чем боярышника мягковатого.

Экзокарпий плодов содержит самое большое количество флавоноидов (4,07±0,23%), заметно превышающее содержание в мякоти плодов и косточках. Однако процент экзокарпия в плодах боярышника вееровидного составляет менее 10%.

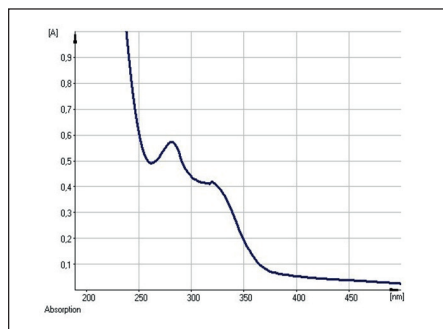


Рисунок 9. Кривая поглощения сока свежих плодов боярышника мягковатого (разведение 1:50).

Figure 9. Absorption curve of the juice of fresh fruits of the *Crataegus submollis* Sarg. (dilution 1:50).

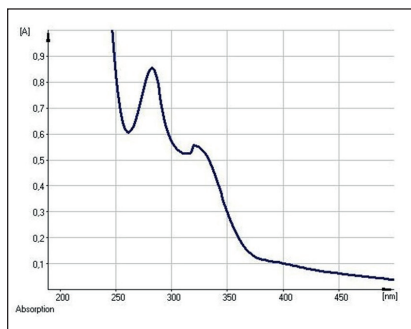


Рисунок 10. Кривая поглощения сока свежих плодов боярышника вееровидного (разведение 1:50).

Figure 10. Absorption curve of the juice of fresh fruits of the *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch (dilution 1:50).

Таблица 2 / Table 2

Содержание суммы флавоноидов в отдельных частях свежих плодов боярышника вееровидного

The total content of flavonoids in individual parts of fresh fruits of the *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch

Вид сырья	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на катехин, %	Масса отдельных частей свежих плодов, %
Экзокарпий	4,07±0,23%	7,56%
Мякоть	0,89±0,05%	74,84%
Косточки (неизмельченные)	0,75±0,04%	17,6%

Таблица 3 / Table 3

Получение сока свежих плодов боярышника мягковатого и вееровидного

Obtaining the juice of fresh hawthorn fruits *Crataegus submollis* Sarg. and *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch

Вид сырья	Количество сока, мл из 100 г свежих плодов	Содержание суммы флавоноидов в соке свежих плодов в пересчете на катехин, %
Сок свежих плодов боярышника мягковатого	16,5 мл	0,20±0,01%
Сок свежих плодов боярышника вееровидного	15,3 мл	0,30±0,02%

Представленные электронные спектры указывают на схожесть кривых поглощения у извлечения из свежих плодов и сока боярышника полумягкого и боярышника вееровидного (рисунки 9, 10) [3].

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на катехин в свежих плодах и в соке боярышника вееровидного превышает данный показатель у боярышника мягковатого, кроме того, плоды боярышника вееровидного пригодны для получения сока свежих плодов.

ВЫВОДЫ

1. Кривые поглощения водно-спиртовых извлечений свежих плодов боярышника вееровидного имеют максимум 280±2 нм, обусловленный процианидинами.

2. Наибольшее содержание восстановленных форм флавоноидов в пересчете на катехин обнаружено в плодах боярышника вееровидного и составляет 1,27±0,07%, при незначительном содержании суммы окисленных форм флавоноидов в пересчете на гиперозид (0,031±0,001%).

3. Наибольшее содержание суммы флавоноидов отмечено для экзокарпия свежих плодов боярышника вееролистного, однако процент экзокарпия составляет менее 10% удельного веса свежих плодов.

4. Свежие плоды боярышника вееролистного пригодны для получения сока, при этом содержание в нем суммы флавоноидов в пересчете на катехин составляет $0,30 \pm 0,02\%$, и это выше, чем в соке плодов боярышника мягковатого ($0,20 \pm 0,01\%$).

5. Плоды североамериканского вида *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K. Koch являются перспективными для заготовки лекарственного растительного сырья и использования в медицинской практике.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. *The State Pharmacopoeia of the Russian Federation*. XIV edition. M., 2018. [Electronic resource]. (In Russ.). [Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. М., 2018]. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>
2. Kiseleva TL, Karpeev AA, Smirnova YuA, et al. *Medicinal properties of food plants*. M., 2007. (In Russ.). [Киселева Т.Л., Карпеев А.А., Смирнова Ю.А., и др. *Лечебные свойства пищевых растений*. М., 2007].
3. Kurkin VA, Pravdivceva OE, Shajkhutdinov IKh, et al. *Species of the genus hawthorn (Crataegus L.): standardization and creation of medicines*. Samara, 2020. (In Russ.). [Куркин В.А., Правдивцева О.Е., Шайхутдинов И.Х., и др. *Виды рода боярышник (Crataegus L.): стандартизация и создание лекарственных препаратов*. Самара, 2020].
4. *European Pharmacopoeia*. – 8 ed. Strasbourg: Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare of the Council of Europe, 2013.
5. Kurkina AV. *Flavonoids of pharmacopoeial plants*. Samara, 2012. (In Russ.). [Куркина А.В. *Флавоноиды фармакопейных растений*. Самара, 2012].
6. *The State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus*. Vol. 2. Minsk, 2016. [Государственная фармакопея Республики Беларусь. Том 2. Минск, 2016].
7. *The State Pharmacopoeia of the Republic of Kazakhstan*. Vol. 1. Astana, 2015. [Государственная фармакопея Республики Казахстан. Том 1. Астана, 2015].
8. *Trees and shrubs of the USSR*. Moscow–Leningrad, 1954, Vol. 3. (In Russ.). [Деревья и кустарники СССР. Т. 3. Москва–Ленинград, 1954].
9. Patent «Method for quantifying the amount of flavonoids in the fruits of *Crataegus submollis* Sarg.» № RU 2695760 from 25.07.2019. / Kurkin VA, Shaikhutdinov IKh, Pravdivtseva OE. (In Russ.). [Патент «Способ количественного определения суммы флавоноидов в плодах боярышника мягковатого» № RU 2695760 от 25.07.2019. / Куркин В.А., Шайхутдинов И.Х., Правдивцева О.Е.].
10. Khishova OM, Buzuk GN. Quantitative determination of procyanidins in hawthorn fruits. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2006;40(2):79-81. (In Russ.). [Хишова О.М., Бузук Г.Н. Количественное определение процианидинов плодов боярышника. *Химико-фармацевтический журнал*. 2006;40(2):79-81]. doi: 10.1007/s11094-006-0063-1
11. *Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their composition and biological activity*. Vol. 2. SPb., M., 2009. (In Russ.). [Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. СПб.; М., 2009].
12. Morozova TV, Kurkin VA, Pravdivtseva OE, et al. The content of total flavonoids in the fruits and shoots of some hawthorn species. *Aspirantskij vestnik Povolzh'ja*. 2018;18(1-2):22-24. (In Russ.). [Морозова Т.В., Куркин В.А., Правдивцева О.Е., и др. Сравнительное фитохимическое исследование плодов, побегов и цветков некоторых видов рода боярышник. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2018;18(1-2):22-24]. doi: 10.17816/2075-2354.2018.18.22-24
13. Kurkin VA, Shajkhutdinov IH, Pravdivceva OE, et al. Constituents of *Crataegus submollis* Fruit. *Chemistry of Natural Compounds*. 2021;57(2):350-352. doi: 10.1007/s10600-021-03349-3

■ Автор для переписки

Андреева Юлия Андреевна

Адрес: Самарский государственный медицинский университет, ул. Гагарина, 18, г. Самара, Россия, 443079.

■ Corresponding Author

Yuliya A. Andreeva

Address: Samara State Medical University, 18 Gagarina st., Samara, Russia, 443079.

E-mail: andreevaaya@yandex.ru