

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В ЦВЕТКАХ, ЛИСТЬЯХ И ПОБЕГАХ БОЯРЫШНИКА

В.А. Куркин

д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии,
Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия)
E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

Н.А. Волкова

аспирант, кафедра фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии,
Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия)

О.Е. Правдивцева

д.фарм.н., доцент, профессор кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии,
Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия)

А.В. Куркина

д.фарм.н., доцент, и.о. зав. кафедрой фармацевтической технологии с курсом биотехнологий,
Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия)

П.В. Трифонова

к.фарм.н., ст. преподаватель, кафедра фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии,
Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия)

А.В. Дубищев

д.м.н., профессор, кафедра фармакологии имени заслуженного деятеля науки РФ профессора А.А. Лебедева,
Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия)

А.И. Агапов

д.б.н., профессор, кафедра медицинской химии,
Самарский государственный медицинский университет (г. Самара, Россия)

С.Н. Егорова

д.фарм.н., профессор, зам. директора, Институт фармации по образовательной деятельности,
Казанский государственный медицинский университет (г. Казань, Россия)

Актуальность. Лекарственные препараты на основе сырья боярышника (*Crataegus* sp.) успешно применяются в качестве кардиотонических средств как в Российской Федерации, так и за рубежом. Однако в качестве сырья боярышника в нашей стране находят применение только цветки и плоды, тогда как зарубежный опыт показывает возможность применения в качестве сырья побегов боярышника, собранных на стадии цветения растения. Источником нового вида сырья могут служить боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.), боярышник однопестичный (*Crataegus monogina* Jacq.) и боярышник мягковатый (полумягкий) (*Crataegus submollis* Sarg.). Как показали исследования, проведенные ранее, листья боярышника кроваво-красного обладают кардиотоническим эффектом и диуретическим действием, а побеги боярышника мягковатого могут применяться в качестве антидепрессантов.

Цель исследования – сравнительное изучение флавоноидного состава цветков, листьев и побегов некоторых видов рода боярышник (*Crataegus* L.).

Материал и методы. Объект исследования – цветки, листья и побеги боярышника кроваво-красного, боярышника однопестичного и боярышника мягковатого были собраны в период цветения растений на территории Ботанического сада Самарского университета в мае 2021 г. Во всех видах сырья определяли содержание флавоноидов. Качественный анализ проводили методом тонкослойной хроматографии и УФ-спектрофотометрии. Методом количественного анализа была выбрана дифференциальная спектрофотометрия.

Результаты. Сравнительный анализ цветков, листьев и побегов боярышника показал, что цветки боярышника исследуемых видов близки по флавоноидному составу, тогда как листья и побеги заметно отличаются, хотя в рамках одного вида их флавоноидный состав близок. Во всех видах сырья отмечается содержание хлорогеновой кислоты и гиперозида.

Выводы. Флавоноидный состав побегов и листьев боярышника близок у соответствующих видов, поэтому количественный анализ листьев и побегов боярышника следует проводить методом дифференциальной спектрофотометрии. В случае листьев и побегов боярышника мягковатого целесообразно проводить определение суммы флавоноидов в пересчете на гиперозид (длина волны 412 нм), а в случае боярышника кроваво-красного и боярышника однопестичного – определять содержание суммы флавоноидов в пересчете на 2^{II}-О-рамнозид витексин (длина волны 392 нм). Листья и побеги боярышника являются перспективными видами лекарственного растительного сырья. Боярышник мягковатый – перспективный источник лекарственных растительных препаратов.

Ключевые слова: боярышник, *Crataegus sanguinea* Pall., *Crataegus monogina* Jacq., *Crataegus submollis* Sarg., цветки, листья, побеги, флавоноиды, ТСХ, спектрофотометрия.

Для цитирования: Куркин В.А., Волкова Н.А., Правдивцева О.Е., Куркина А.В., Трифонова П.В., Дубищев А.В., Агапов А.И., Егорова С.Н. Определение содержания флавоноидов в цветках, листьях и побегах боярышника. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2022;25(4):3–9. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-04-01>

Лекарственные препараты на основе сырья боярышника (*Crataegus* sp.) успешно применяются в качестве кардиотонических средств как в Российской Федерации, так и за рубежом [1–5]. Однако, как сырье в нашей стране находят применение только цветки и плоды боярышника, тогда как зарубежный опыт показывает возможность применения в качестве сырья побеги боярышника, собранные на стадии цветения растения [6]. Заготовка побегов боярышника гораздо менее трудоемкая, чем сбор отдельно цветков и листьев. Она заключается в сборе молодых неодревесневших побегов боярышника с формирующимися листьями и распускающимися цветками, которые легко отрываются по границе с одревесневшей частью побега. Интересно, что для жидких экстрактов побегов боярышника показано антидепрессантное действие [7].

Кроме того, перспективным, на наш взгляд, сырьем являются листья боярышника [8]. Листья, в отличие от цветков и плодов, имеют длительный период сбора. В научной литературе имеются данные о наличии у листьев боярышника кардиотонической активности, аналогичной плодам и цветкам этого растения [9]. Также для листьев боярышника кроваво-красного отличительным является диуретический эффект, в то время как для листьев боярышника мягковатого характерно антидепрессантное действие [7].

Следует отметить, что диуретический и антидепрессантный эффекты гармонично дополняют кардиотоническое действие препаратов боярышника, предназначенных для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы у лиц молодого возраста, а также пожилых пациентов. В качестве источников нового вида сырья могут служить как фармакопейные виды, такие как боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.) и боярышник однопестичный (*Crataegus monogina* Jacq.), так и нефармакопейные виды, например, боярышник мягковатый (полумягкий) (*Crataegus submollis* Sarg.) [1, 7, 10, 11]. Боярышник кроваво-красный и боярышник однопестичный произрастают в диком виде на большей части территории Российской Федерации. Боярышник мягковатый широко культивируется по всей территории нашей страны в качестве ягодной культуры, а также используется в декоративных целях [7].

Ведущей группой биологически активных соединений сырья боярышника являются флавоноиды (гиперозид, 2''-О-рамнозид витексина, витек-

син). Как показывают проведенные ранее исследования, все виды сырья имеют черты сходства в химическом составе [8, 11]. Так, в листьях, цветках и побегах преобладают окисленные формы флавоноидов [7–9]. Поэтому существует возможность использовать сырье боярышника для получения новых лекарственных препаратов. Этому процессу должно предшествовать детальное исследование всех видов потенциального лекарственного растительного сырья.

Ранее авторами были разработаны методики количественного анализа с помощью дифференциальной спектрофотометрии при длине волны 392 нм для листьев и побегов боярышника кроваво-красного в пересчете на 2''-О-рамнозида витексин [7, 12]. В случае листьев и побегов боярышника мягковатого следует использовать тот же метод, но проводить анализ необходимо при длине волны 412 нм и вести определение суммы флавоноидов в пересчете на гиперозид [7, 12].

Ц е л ь р а б о т ы – сравнительное изучение флавоноидного состава цветков, листьев и побегов некоторых видов рода боярышник (*Crataegus* L.).

Содержание суммы флавоноидов во всех видах сырья оценивали по методикам дифференциальной спектрофотометрии, разработанным авторами ранее [7, 10, 12]. Определение оптической плотности проводили при 412 нм (для определения суммы флавоноидов в пересчете на гиперозид) и 392 нм (для определения суммы флавоноидов в пересчете на 2''-О-рамнозида витексин).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Цветки, листья и побеги боярышника кроваво-красного, боярышника однопестичного и боярышника мягковатого собраны в период цветения растений на территории Ботанического сада Самарского университета в мае 2021 г. Все виды сырья высушены на воздухе без доступа прямых солнечных лучей. Во всех видах сырья проводили определение содержания флавоноидов. Качественный анализ осуществляли методом тонкослойной хроматографии (ТХС) на пластинках «Сорбфил-ПТСХ-АФ-А-УФ» и «Сорбфил-ПТСХ-П-А-УФ». В качестве системы растворителей использовали смесь растворителей хлороформ–этиловый спирт–вода в соотношении 26:16:3. Детекцию разделенных веществ проводили просматриванием хроматографических пластинок в УФ-свете при длинах волн 366 и 254 нм, а также по-

следовательным проявлением растворами алюминия хлорида и диазобензолсульфокислоты (ДСК). В качестве свидетелей применяли растворы стандартных образцов (СО) рутина, гиперозида, 2''-О-рамнозида витексина и хлорогеновой кислоты. Качественный анализ выполняли методом УФ-спектрофотометрии. Для анализа использовали растворы извлечений, предназначенные для количественного анализа суммы флавоноидов. У полученных электронных спектров извлечений из сырья определяли максимумы поглощения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты сравнительного анализа цветков методом ТСХ показывают, что в цветках всех трех видов боярышника содержатся флавоноид гиперозид и фенилпропаноид хлорогеновая кислота. При этом в цветках боярышника однопестичного и боярышника кроваво-красного имеется яркое пятно с R_f около 0,2, которое проявляется в УФ-свете при длине волны 254 нм в виде пятна фиолетового

цвета и раствором ДСК в виде пятна желтого цвета. Также в цветках боярышника мягковатого отмечается присутствие компонента с R_f около 0,1, имеющего в УФ-свете при длине волны 366 нм голубую флуоресценцию, который отсутствует у двух других видов боярышника.

Сравнительный анализ электронных спектров извлечений из цветков также указывает на незначительные различия в характере кривых поглощения трех видов боярышника, что свидетельствует о сходстве их химического состава (рис. 1 и 2). Максимумы поглощения дифференциальных кривых поглощения извлечений из цветков боярышника лежат в пределах 406–412 нм.

По результатам определения содержания суммы флавоноидов, полученных с использованием разработанной авторами методики [7, 10], можно заключить, что цветки боярышника мягковатого несколько уступают по содержанию цветкам боярышника кроваво-красного и боярышника однопестичного (табл. 1).

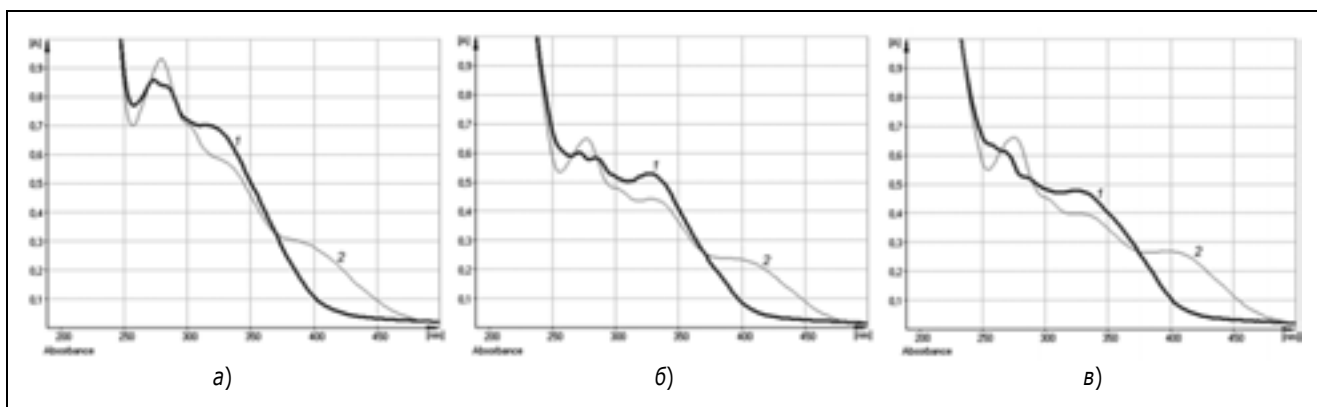


Рис. 1. Спектры поглощения извлечений из цветков боярышника: а – боярышник кроваво-красный; б – боярышник однопестичный; в – боярышник мягковатый (1 – исходный раствор; 2 – в присутствии $AlCl_3$)

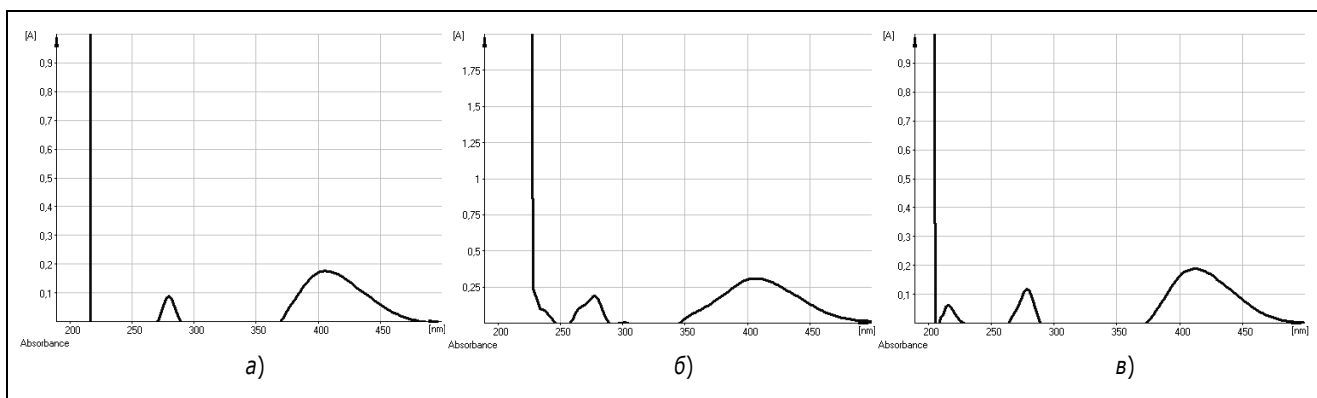


Рис. 2. Спектры поглощения (дифференциальные) извлечений из цветков боярышника: а – боярышник кроваво-красный; б – боярышник однопестичный; в – боярышник мягковатый

Таблица 1. Содержание суммы флавоноидов в цветках боярышника

Образец	Содержание суммы флавоноидов в цветках в пересчете на гиперозид, %
Боярышник кроваво-красный	2,36±0,12
Боярышник однопестичный	2,43±0,12
Боярышник мягковатый	1,71±0,09

Анализ извлечений из листьев и побегов, проведенный методом ТСХ, показал, что аналогичные виды сырья у одинаковых видов имеют похожий флавоноидный состав. Для извлечений из листьев и побегов боярышника, как и в случае цветков, также характерным является наличие флавоноидов и хлорогеновой кислоты. При этом листья и побеги разных видов боярышника, в отличие от цветков, в большей мере отличаются друг от друга по флавоноидному составу. В листьях и цветущих побегах боярышника мягковатого преобладает гиперозид, в то время как в аналогичных видах сырья боярышника кроваво-красного

доминирующим флавоноидом является 2''-О-рамнозида витексина. При этом в листьях и цветущих побегах боярышника однопестичного обнаруживается доминирующее пятно на уровне СО рутина. Однако детекция в УФ-свете, а также окраска пятна после его проявления в УФ-свете не соответствуют этому флавоноиду. Характерным является и наличие у извлечений из листьев и побегов других пятен: у боярышника мягковатого с R_f около 0,1 с голубой флуоресценцией в УФ-свете при длине волны 366 нм. Можно отметить наличие характерных пятен фиолетового цвета, детектируемых в УФ-свете при длине волны 254 нм и проявляющихся раствором ДСК в виде пятна желтого цвета у боярышника однопестичного с R_f около 0,3 и боярышника кроваво-красного с R_f около 0,2. В листьях и побегах боярышника кроваво-красного также отмечается содержание флавоноидов витексина и гиперозида.

Сравнительный анализ электронных спектров извлечений показал, что характер кривых поглощения извлечений из листьев напоминает кривые поглощения из побегов аналогичных видов боярышника (рис. 3–6).

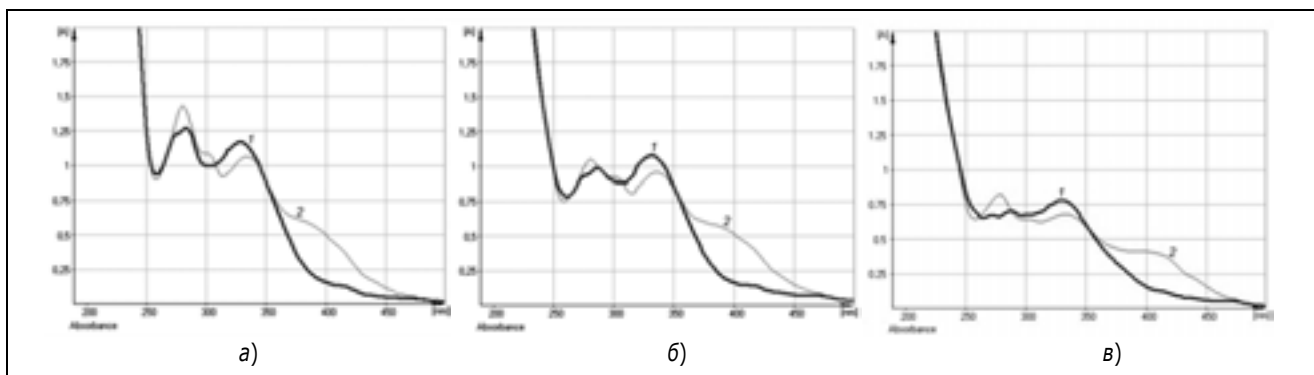


Рис. 3. Спектры поглощения извлечений из листьев боярышника: а – боярышник кроваво-красный; б – боярышник однопестичный; в – боярышник мягковатый (1 – исходный раствор; 2 – в присутствии $AlCl_3$)

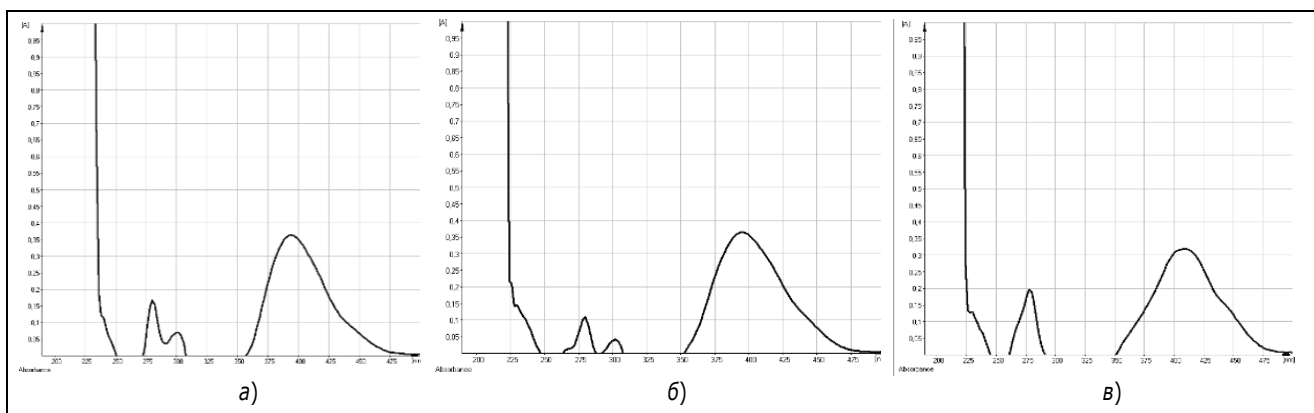


Рис. 4. Спектры поглощения (дифференциальные) извлечений из листьев боярышника: а – боярышник кроваво-красный; б – боярышник однопестичный; в – боярышник мягковатый

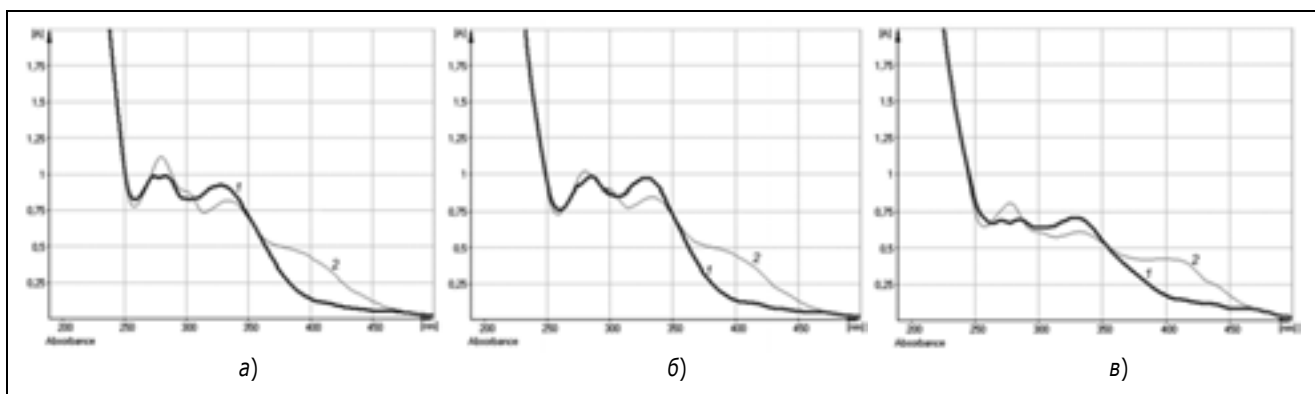


Рис. 5. Спектры поглощения извлечений из побегов боярышника: а – боярышник кроваво-красный; б – боярышник однопестичный; в – боярышник мягковатый (1 – исходный раствор; 2 – в присутствии $AlCl_3$)

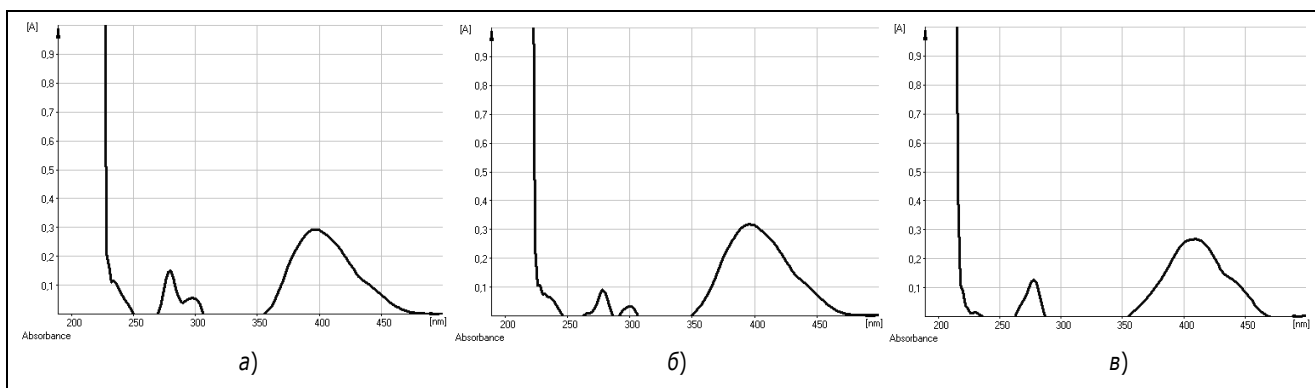


Рис. 6. Спектры поглощения (дифференциальный вариант) извлечений из побегов боярышника: а – боярышник кроваво-красный; б – боярышник однопестичный; в – боярышник мягковатый

При этом на электронных спектрах можно заметить отличительные видовые признаки сырья, которые заключаются в том, что максимумы для кривых поглощения в присутствии раствора алюминия хлорида у извлечений из листьев и побегов боярышника кроваво-красного и боярышника однопестичного лежат в области 392 ± 2 нм. Этот факт также свидетельствует в пользу того, что доминирующим флавоноидом листьев и побегов бо-

ярышника однопестичного является не рутин, а предположительно флавоноид флавоновой природы. При этом для извлечений из листьев и побегов боярышника мягковатого максимум составляет 412 ± 2 нм, что соответствует гиперозиду.

Содержание суммы флавоноидов в листьях и побегах боярышника кроваво-красного, боярышника однопестичного и боярышника мягковатого представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2. Содержание суммы флавоноидов в листьях боярышника

Образец	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на 2''-О-рамнозида витексин, %	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на гиперозид, %
Боярышник кроваво-красный	4,11±0,21	2,24±0,11
Боярышник однопестичный	4,14±0,21	2,39±0,12
Боярышник мягковатый	2,90±0,05	2,53±0,13

Таблица 3. Содержание суммы флавоноидов в побегах боярышника

Образец	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на 2''-О-рамнозида витексин, %	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на гиперозид, %
Боярышник кроваво-красный	3,19±0,16	2,02±0,10
Боярышник однопестичный	3,58±0,18	2,22±0,11
Боярышник мягковатый	2,37±0,12	2,15±0,11

Из приведенных в табл. 2 и 3 данных следует, что количественный анализ листьев и побегов боярышника однопестичного целесообразно проводить методом дифференциальной спектрофотометрии, как и в листьях и побегах боярышника кроваво-красного в пересчете на 2''-О-рамнозида витексин. При этом количественный анализ листьев и побегов боярышника мягковатого целесообразно проводить методом дифференциальной спектрофотометрии при 412 нм в пересчете на гиперозид, с учетом максимума поглощения извлечения из сырья и результатов ТСХ. При этом содержание суммы флавоноидов в пересчете на 2''-О-рамнозида витексин в побегах и листьях боярышника мягковатого оказывается выше, чем в пересчете на гиперозид (табл. 3).

ВЫВОДЫ

1. Флавоноидный состав побегов и листьев боярышника близок у соответствующих видов, поэтому количественный анализ листьев и побегов боярышника следует проводить методом дифференциальной спектрофотометрии.

2. В случае листьев и побегов боярышника мягковатого целесообразно проводить определение суммы флавоноидов в пересчете на гиперозид (аналитическая длина волны 412 нм), а в случае боярышника кроваво-красного и боярышника однопестичного определять содержание суммы флавоноидов в пересчете на 2''-О-рамнозида витексин (аналитическая длина волны 392 нм).

3. Листья и побеги боярышника являются перспективными видами лекарственного растительного сырья.

4. Боярышник мягковатый является перспективным источником лекарственных растительных препаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. Четырнадцатое издание. М.: Министерство здравоохранения РФ, 2018. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>
2. Schüssler M., Hölzl J., Fricke U. Myocardial effects of flavonoids from Crataegus species. *Arzneimittel-Forschung*. 1995; 45: 8: 842–845.
3. Chang W.T., Dao J., Shao Z.H. Hawthorn: potential roles in cardiovascular disease. *The American Journal of Chinese Medicine*. 2005; 33:01: 1–10.
4. Mot C.A., Copolovici D., Madosa, E., Mot G., Copolovici L. The chemical composition and pharmaceutical usage of Hawthorn (*Crataegus monogyna* L.) extracts. *Journal of Biotechnology*. 2016; 231: S59.
5. Wu J., Peng W., Qin R., Zhou H. *Crataegus pinnatifida*: Chemical Constituents, Pharmacology, and Potential Applications. *Molecules*. 2014; 19: 2: 1685–1712.
6. European Pharmacopoeia. 6th Ed. Rockville: United States Pharmacopoeial Convention. Inc., 2008.
7. Куркин В.А., Правдивцева О.Е., Шайхутдинов И.Х., Куркина А.В., Зайцева Е.Н., Волкова Н.А. Виды рода боярышник (*Crataegus* L.): стандартизация и создание лекарственных препаратов. Самара: ООО «Офорт», 2020: с. 118.
8. Морозова Т.В., Куркин В.А., Правдивцева О.Е., Розно С.А., Жавкина Т.М. Сравнительное фитохимическое исследование плодов, побегов и цветков некоторых видов рода боярышник. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2018; 1–2: 22–24.
9. Трофимова С.В., Хасанова С.В., Кудашкина Н.В. Изучение антиаритмической активности листьев *Crataegus sanguinea* (Rosaceae). *Медицинский вестник Башкортостана*. 2011; 6(2): 299–302.
10. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений: монография. Самара: ООО «Офорт», ГБОУ ВПО СамГМУ Минздравсоцразвития России, 2012; с. 290.
11. Сагарадзе В.А., Бабаева Е.Ю., Уфимов Р.А., Загурская Ю.В., Трусов Н.А., Коротких И.Н., Маркин В.И., Пецианская Е.В., Можеева Г.Ф., Каленикова Е.И. Содержание флавоноидов в цветках с листьями боярышников (*Crataegus* L.) флоры РФ. *Химия растительного сырья*. 2018; 4(4): 95–104.
12. Волкова Н.А., Куркин В.А., Правдивцева О.Е., Куркина А.В., Варина Н.Р., Шарова О.В. Исследования по разработке методики количественного анализа побегов боярышника кроваво-красного. *Фармация*. 2021; 70(5): 22–26.

Поступила 8 декабря 2021 года

DETERMINATION OF THE FLAVONOID CONTENT IN FLOWERS, LEAVES AND SHOOTS OF *CRATAEGUS* L.

© Authors, 2022

V.A. Kurkin

Dr. Sc. (Pharm.), Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy, Samara State Medical University (Samara, Russia)

E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

N.A. Volkova

Post-graduate Student, Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy, Samara State Medical University (Samara, Russia)

O.E. Pravdivtseva

Dr.Sc. (Pharm.), Associate Professor of the Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy, Samara State Medical University (Samara, Russia)

A.V. Kurkina

Dr.Sc. (Pharm.), Acting Head of the Department of Pharmaceutical Technology with a Course in Biotechnology, Samara State Medical University (Samara, Russia)

P.V. Trifonova

Ph.D. (Pharm.), Senior Lecturer, Department of Pharmacognosy with Botany and the Basics of Phytotherapy, Samara State Medical University (Samara, Russia)

A.V. Dubishchev

Dr.Sc. (Med.), Professor, Department of Pharmacology named after the Honored Scientist of the RF Professor A.A. Lebedev, Samara State Medical University (Samara, Russia)

A.I. Agapov

Dr.Sc. (Biol.), Professor, Department of Medical Chemistry, Samara State Medical University (Samara, Russia)

S.N. Egorova

Dr.Sc. (Pharm.), Professor, Deputy Director, Institute of Pharmacy for Educational Activities, Kazan State Medical University (Kazan, Russia)

Relevance. The medicinal preparations based on the raw materials of hawthorn (*Crataegus* sp.) are successfully used as cardiogenic agents both in the Russian Federation and abroad. However, only flowers and fruits are used as raw materials of hawthorn in our country, whereas foreign experience shows the possibility of using hawthorn cormus collected at the flowering stage of the plant as raw materials. *Crataegus sanguinea* Pall., *Crataegus monogina* Jacq. and *Crataegus submollis* Sarg. can serve as sources of a new type of raw materials. As studies conducted earlier have shown, the leaves of the *Crataegus sanguinea* Pall. have a cardiogenic effect and a diuretic effect, and the cormus of the *Crataegus submollis* Sarg. can be used as antidepressants.

The aim of the study was a comparative study of the flavonoid composition of flowers, leaves and shoots of some species of the genus hawthorn (*Crataegus* L.).

Material and methods. The flowers, leaves and cormus of *Crataegus sanguinea* Pall., *Crataegus monogina* Jacq. and *Crataegus submollis* Sarg. were collected during the flowering period of plants on the territory of the Botanical Garden of Samara University in May 2021. The content of flavonoids was determined in all types of raw materials. Qualitative analysis was carried out by thin-layer chromatography and UV-spectrophotometry. Differential spectrophotometry was chosen as the method of quantitative analysis.

Results. The comparative analysis of hawthorn flowers, leaves and cormus showed that the hawthorn flowers of the studied are similar in flavonoid composition, whereas the leaves and shoots differ markedly, although within the same species their flavonoid composition is similar. In all types of raw materials, the content of chlorogenic acid and hyperoside is noted.

Conclusions. The flavonoid composition of hawthorn cormus and leaves is similar in the corresponding species, therefore, quantitative analysis of hawthorn leaves and shoots should be carried out by differential spectrophotometry. In the case of leaves and cormus of *Crataegus submollis* Sarg., it is advisable to determine the total flavonoids calculated on hyperoside (wavelength 412 nm), and in the case of *Crataegus sanguinea* Pall. and *Crataegus monogina* Jacq., to determine the content of the total flavonoids calculated on of 2¹¹-O-rhamnoside of vitexin (wavelength 392 nm). Hawthorn leaves and cormus are promising types of medicinal plant raw materials. *Crataegus submollis* Sarg. is a promising source of medicinal herbal preparations.

Key words: hawthorn, *Crataegus sanguinea* Pall., *Crataegus monogina* Jacq., *Crataegus submollis* Sarg., flowers, leaves, cormus, flavonoids, TLC, spectrophotometry.

For citation: Kurkin V.A., Volkova N.A., Pravdivtseva O.E., Kurkina A.V., Trifonova P.V., Dubishchev A.V., Agapov A.I., Egorova S.N. Determination of the flavonoid content in flowers, leaves and shoots of *Crataegus* L. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2022;25(4):3–9. <https://doi.org/10.29296/25877313-2022-04-01>

REFERENCES

- Gosudarstvennaja farmakopeja Rossijskoj Federacii. Chetyrnadcatoe izdanie. M.: Ministerstvo zdravoohraneniya RF, 2018. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopeia.php>
- Schüssler M., Hölzl J., Fricke U. Myocardial effects of flavonoids from *Crataegus* species. *Arzneimittel-Forschung*. 1995; 45: 8: 842–845.
- Chang W.T., Dao J., Shao Z.H. Hawthorn: potential roles in cardiovascular disease. *The American Journal of Chinese Medicine*. 2005; 33:01: 1–10.
- Mot C.A., Copolovici D., Madosa, E., Mot G., Copolovici L. The chemical composition and pharmaceutical usage of Hawthorn (*Crataegus monogyna* L.) extracts. *Journal of Biotechnology*. 2016: 231: S59.
- Wu J., Peng W., Qin R., Zhou H. *Crataegus pinnatifida*: Chemical Constituents, Pharmacology, and Potential Applications. *Molecules*. 2014; 19: 2: 1685–1712.
- European Pharmacopoeia. 6th Ed. Rockville: United States Pharmacopoeial Convention. Inc., 2008.
- Kurkin V.A., Pravdivtseva O.E., Shajhutdinov I.H., Kurkina A.V., Zajceva E.N., Volkova N.A. Vidy roda bojarjshnik (*Crataegus* L.): standartizacija i sozdanie lekarstvennyh preparatov. Samara: OOO «Ofort», 2020: s. 118.
- Morozova T.V., Kurkin V.A., Pravdivtseva O.E., Rozno S.A., Zhavkina T.M. Sravnitel'noe fitohimicheskoe issledovanie plodov, pobegov i cvetkov nekotoryh vidov roda bojarjshnik. *Aspirantskij vestnik Povolzh'ja*. 2018; 1–2: 22–24.
- Trofimova S.V., Hasanova S.V., Kudashkina N.V. Izuchenie antiaritmičkoj aktivnosti list'ev *Crataegus sanguinea* (Rosaceae). *Medicinskij vestnik Bashkortostana*. 2011; 6(2): 299–302.
- Kurkina A.V. Flavonoidy farmakopejnyh rastenij: monografija. Samara: OOO «Ofort», GBOU VPO SamGMU Minzdravsocrazvitija Rossii, 2012; s. 290.
- Sagaradze V.A., Babaeva E.Ju., Ufimov R.A., Zagurskaja Ju.V., Trusov N.A., Korotkih I.N., Markin V.I., Peshhanskaja E.V., Mozhaeva G.F., Kalenikova E.I. Soderzhanie flavonoidov v cvetkah s list'jami bojarjshnikov (*Crataegus* L.) flory RF. *Himija rastitel'nogo syr'ja*. 2018; 4(4): 95–104.
- Volkova N.A., Kurkin V.A., Pravdivtseva O.E., Kurkina A.V., Varina N.R., Sharova O.V. Issledovanija po razrabotke metodiki kolichestvennogo analiza pobegov bojarjshnika krovavo-krasnogo. *Farmacija*. 2021; 70(5): 22–26.