

4. Kanazawa I., Sugimoto T. Diabetes mellitus-induced bone fragility. *Intern. Med.* 2018;57(19):2773-2785. (in Engl.). doi: 10.2169/internalmedicine.0905-18.
5. Laugesen E., Ostergaard J.A., Leslie R.D.G. Latent autoimmune diabetes of the adult: current knowledge and uncertainty. *Diabet. Med.* 2015;32(7):843-852. (in Engl.). doi: 10.1111/dme.12700.
6. Romero-Díaz C. [et al.]. Diabetes and bone fragility. *Diabetes Ther.* 2021;12(1):71-86. (in Engl.). doi: 10.1007/s13300-020-00964-1.
7. Rees D.A., Alcolado J.C. Animal models of diabetes mellitus. *Diabet. Med.* 2005;22(4):359-370. (in Engl.). doi: 10.1111/j.1464-5491.2005.01499.x.
8. Kolb V.G., Kamyshnikov V.S. *Klinicheskaya biokhimiya (Clinical biochemistry)*. Minsk: Belarus'; 1976. p. 209-211. (in Russ.).
9. Koveshnikov V.G., Luzin V.I. *Biomekhanicheskie metody issledovaniya v funktsional'noy morfologii trubchatykh kostey (Biomechanical research methods in the functional morphology of tubular bones)*. *Ukrains'kiy morfologichniy al'manakh (Ukrainian morphological almanac)*. 2003;1(2):46-50. (in Russ.).
10. Alatawi F.S., Faridi U.A., Alatawi M.S. Effect of treatment with vitamin D plus calcium on oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *Saudi Pharm. J.* 2018;26(8):1208-1213. (in Engl.). doi: 10.1016/j.jsps.2018.07.012.
11. Costantini S., Conte C. Bone health in diabetes and prediabetes. *World J. Diabetes.* 2019;10(8):421-445. (in Engl.). doi: 10.4239/wjd.v10.i8.421.
12. Almeida M. Aging and oxidative stress: a new look at old bone. *IBMS BoneKEy.* 2010;7(10):340-352. (in Engl.). doi: 10.1138/20100467.
13. Hamada Y., Fujii H., Fukagawa M. Role of oxidative stress in diabetic bone disorder. *Bone.* 2009;45 Suppl. 1:S35-38. (in Engl.). doi: 10.1016/j.bone.2009.02.004.
14. Roy R., Boskey A., Bonassar L.J. Processing of type I collagen gels using nonenzymatic glycation. *J. Biomed. Mater. Res. A.* 2010;93(3):843-851. (in Engl.). doi: 10.1002/jbm.a.32231.
15. Li J. [et al.]. Oxidative stress and its related factors in latent autoimmune diabetes in adults. *Biomed Res. Int.* 2021;2021:5676363. (in Engl.). doi: 10.1155/2021/5676363.

УДК 615.322.074:634.17

© Н.В. Кудашкина, С.Р. Хасанова, К.И. Еникеева, 2022

Н.В. Кудашкина, С.Р. Хасанова, К.И. Еникеева
**ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
 ПЛОДОВ CRATAEGUS RIVULARIS NUTT**
*ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
 Минздрава России, г. Уфа*

Цель исследования: изучить химический состав антоцианов и липофильной фракции плодов *Crataegus rivularis*.

Материал и методы. Объектом исследования служили высушенные плоды *Crataegus rivularis*, из которого были приготовлены подкисленные спиртовые извлечения и липофильные фракции. Исследования проводились с помощью спектрофотометра Shimadzu UV-1800, хроматографа Shimadzu LC Prominence с УФ-детектором.

Результаты и обсуждение. В плодах *Crataegus rivularis* накапливаются антоцианы с суммарным содержанием $3,78 \pm 0,19\%$, видовой состав антоцианов характерен для подсемейства яблоневые и состоит из различных гликозидов цианидина. Содержание липофильных веществ составило $8,9 \pm 0,42\%$; состав липофильной фракции данных плодов свидетельствует о накоплении каротиноидов и ликопина.

Выводы. Проведенные исследования подтверждают целесообразность дальнейшего углубленного фармакогностического исследования данного вида с целью введения его в медицинскую практику.

Ключевые слова: боярышник, антоцианы, хроматография, спектрофотометрия, фитохимическое исследование, липофильная фракция.

N.V. Kudashkina, S.R. Khasanova, K.I. Enikeeva
**STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION
 OF FRUITS OF THE CRATAEGUS RIVULARIS NUTT**

Purpose: to study the chemical composition of anthocyanins and the lipophilic fraction of the fruits of *Crataegus rivularis*.

Material and methods. The object of the study was the dried fruits of *Crataegus rivularis*, from which acidified alcohol extracts and lipophilic fractions were prepared. The studies were carried out using a Shimadzu UV-1800 spectrophotometer, a Shimadzu LC Prominence chromatograph with a UV detector.

Results and discussion. The fruits of *Crataegus rivularis* accumulate anthocyanins with a total content of $3,78 \pm 0,19\%$, the species composition of anthocyanins is typical for the apple subfamily and consists of various cyanidin glycosides. The content of lipophilic substances was $8,9 \pm 0,42\%$; the composition of the lipophilic fraction of fruits indicates the accumulation of carotenoids and lycopene.

Conclusions. The conducted studies confirm the feasibility of further in-depth pharmacognostic research of this type in order to introduce it into medical practice.

Key words: hawthorn, anthocyanins, chromatography, spectrophotometry, phytochemical study, lipophilic fraction.

Боярышник (*Crataegus* L.) – род, насчитывающий более 300 видов, относящийся к подсемейству Maloideae семейства Rosaceae, широко распространенный в Азии, Европе и Северной Америке [3]. Плоды боярышника содержат большое количество фенольных соединений и антоцианов, которые обладают

различными видами биологической активности, такими как противоопухолевое [5], спазмолитическое, кардиотоническое, мочегонное, гипотензивное, антиатеросклеротическое [5,9] и противовоспалительное [6]. Боярышник приречный *Crataegus rivularis* Nutt. – дерево из рода боярышник (*Crataegus* L.) – явля-

ется представителем североамериканской флоры. Его ареал включает в себя запад Северной Америки, центральную часть Скалистых гор. На территории России данный вид интродуцируется и культивируется [2]. Информации о химическом составе *Crataegus rivularis* недостаточно, а та, которая есть, носит фрагментарный характер. Данный вид боярышника имеет интенсивную черную окраску плодов, свидетельствующую об усиленном биосинтезе антоцианов, поэтому изучение химического состава плодов *Crataegus rivularis* представляет практический интерес.

Цель исследования – изучение химического состава антоцианов и липофильной фракции плодов *Crataegus rivularis*.

Материал и методы

Объектами исследования стали плоды *Crataegus rivularis*, заготовленные в период плодоношения в 2019–2020 гг. на территории обособленного структурного подразделения ФГБНУ УФИЦ РАН – Южно-Уральского ботанического сада-института. Сырье высушивали с использованием воздушно-теневого сушки, высушенные плоды упаковывались в бумажные пакеты и хранились при температуре не выше 20 °С и влажности не выше 50%.

Извлечения для УФ-спектрофотометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии антоцианового комплекса были приготовлены в соотношении 1:10, экстрагент – 1% раствор хлористоводородной кислоты в 95% этиловом спирте. Содержание антоцианов определяли методом спектрофотометрии, используя спектрофотометр «Shimadzu UV-1800». Показатель поглощения измеряли в диапазоне длин волн от 400 до 600 нм, при этом в интервале 510–550 нм идентифицируются антоцианы. По максимуму поглощения в данном диапазоне было рассчитано количественное содержание.

Видовой состав антоцианов исследовали методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ) с применением хроматографа Shimadzu LC Prominence с УФ-детектором, хроматограмма записана при 515 нм. В качестве элюентов использовали систему 10% об. ацетонитрила и 10% об. муравьиной кислоты в дистиллированной воде при скорости подвижной фазы 1 мл/мин, колонка SUPELCO Analytical C18, размеры хроматографической колонки: 5 мкм, 15 см × 4,6 мм. Режим изократический.

Липофильный экстракт получали с использованием петролейного эфира (хч), соотношение сырья и экстрагента – 1:10. Точную навеску измельченного сырья (0,5 мм) заливали экстрагентом (петролейный эфир), выдерживали на водяной бане с обратным холодильником 2 часа. По истечении 2 часов эфир отфильтровывали и взвешивали навески с сырьем. Качественный анализ липофильной фракции плодов *Crataegus rivularis* выполнялся спектрофотометрическим методом в диапазоне длин волн от 365 до 705 нм относительно раствора сравнения – петролейного эфира. Достоверность результатов исследования обеспечивалась с использованием достаточного количества выборки (не менее 5) и статистической обработки данных по критерию Стьюдента ($p < 0,05$) [1].

Результаты и обсуждение

ВЭЖХ-грамма спиртового экстракта плодов *Crataegus rivularis* представлена на рис. 1. При сопоставлении с данными стандартных образцов (рис. 2) идентифицированы следующие антоцианы: пик № 3 – цианидин-3-галактозид, пик № 4 – цианидин-3-глюкозид, пик № 5 – цианидин-3-арабинозид, пик № 6 – цианидин-3-ксилозид [8]. На хроматограмме выделены пики идентифицированных антоциановых соединений.

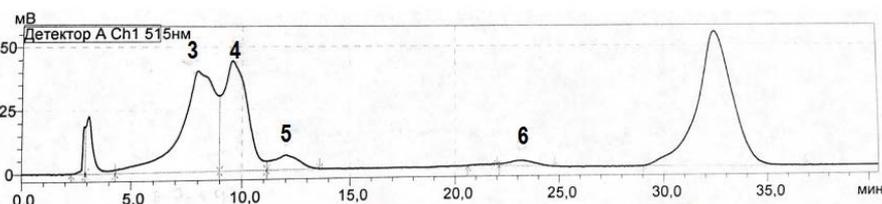


Рис. 1. ВЭЖХ-грамма подкисленного спиртового извлечения из плодов *Crataegus rivularis*

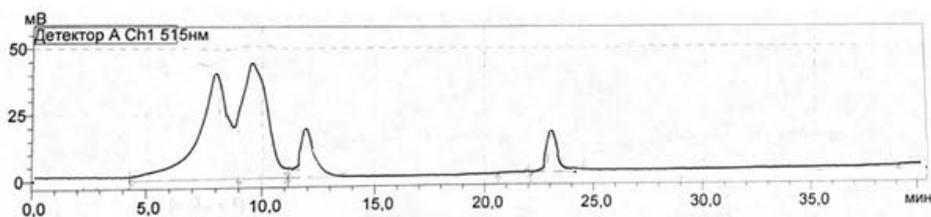


Рис. 2. ВЭЖХ-грамма смеси антоцианов

Полученные данные согласуются с литературными данными, свидетельствующими, что антоциановый комплекс плодов большинства видов подсемейства Maloideae состоит из компонентов, описанных выше [7].

При исследовании УФ-спектра анализируемого подкисленного спиртового извлечения (рис. 3) наблюдался максимум при 535 нм, что также свидетельствует о наличии антоцианов. Было рассчитано суммарное содержание антоцианов в плодах *Crataegus rivularis* (X) по формуле:

$$X = \frac{A \cdot 25 \cdot 25 \cdot M}{26900 \cdot 1 \cdot 2,5},$$

где А – оптическая плотность анализируемого раствора;

М – молярная масса цианидин-3-гликозида;

26900 – молярный показатель поглощения цианидин-3-гликозида.

Пересчет проводили на преобладающий антоциановый флавоноид – цианидин-3-гликозид.

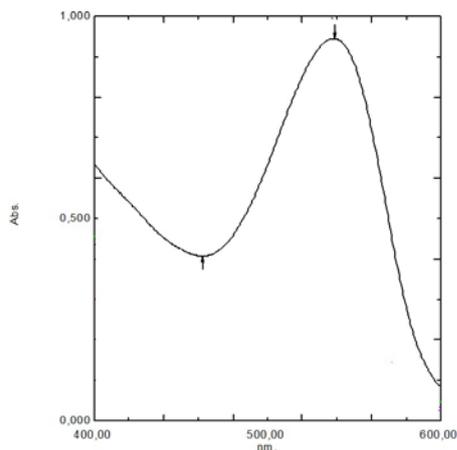


Рис. 3. УФ-спектр подкисленного спиртового извлечения плодов *Crataegus rivularis*

Установлено, что содержание антоцианов в плодах *Crataegus rivularis* составило $3,78 \pm 0,19\%$ ($n=5$). Содержание липофильных веществ в плодах *Crataegus rivularis* определяли с использованием следующей формулы (m – масса липофильной фракции, m_1 – масса навески сырья):

$$X = \frac{m \cdot 100}{m_1}$$

Выход липофильной фракции составил $8,9 \pm 0,42\%$ ($n=5$). При спектрофотометрическом анализе липофильных фракций *Crataegus rivularis* в интервале 365–705 нм выявлены 5 максимумов поглощения (рис. 4).

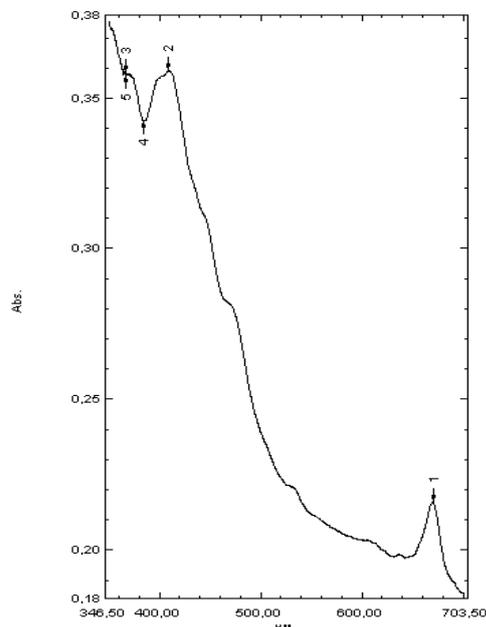


Рис. 4. УФ-спектр липофильной фракции плодов *Crataegus rivularis*

При сопоставлении с литературными данными идентифицированы следующие растительные пигменты: хлорофилл А – 669 нм, хлорофилл Б – 635 нм, α -каротин – 400 нм, β -каротин – 445 нм, ликопин – 445-468 нм.

Выводы

На основании проведенных исследований химического состава плодов *Crataegus rivularis* можно сделать следующие выводы:

1. В плодах *Crataegus rivularis* методом ВЭЖХ идентифицировано четыре антоциана и установлено их суммарное содержание – $3,78 \pm 0,19\%$.

2. Видовой состав антоцианов характерен для подсемейства яблоневые и состоит из различных гликозидов цианидина.

3. Содержание липофильных веществ плодов *Crataegus rivularis* составило $8,9 \pm 0,42\%$, что свидетельствует о накоплении таких растительных пигментов, как каротиноидов и ликопина.

4. Исследования подтверждают целесообразность дальнейшего углубленного фармакогностического исследования данного вида с целью введения в медицинскую практику.

Сведения об авторах статьи:

Кудашкина Наталья Владимировна – д.фарм.н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: phytoart@mail.ru. Тел.: 8 (347)271-22-85.

Хасанова Светлана Рашитовна – д.фарм.н., профессор кафедры фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: svetkhasanova@yandex.ru. Тел.: 8(347)271-22-85.

Еникеева Кадрия Ильдаровна – очный аспирант кафедры фармакологии с курсом клинической фармакологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России. Адрес: 450008, г. Уфа, Ленина, 3. E-mail: kalya1996@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд. [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Российской Федерации. – М., 2018. URL: <http://www.femb.ru> (дата обращения: 10.02.2022).
2. Полетико, О.М. Род 26. Боярышник – *Crataegus L.* // Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / под ред. С.Я. Соколова. – Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1954. – Т. III. Покрытосеменные. Семейства Троходендроновые – Розоцветные. – С. 536.
3. Flavonoids profile and antioxidant activity in flowers and leaves of hawthorn species (*Crataegus* spp.) from different regions of Iran / A. Alirezalu [et al.] // Int. J. Food Prop. – 2018. – Vol. 21, № 1. – P. 452-470.
4. Effects of polyphenols derived from fruit of *Crataegus pinnatifida* on cell transformation, dermal edema and skin tumor formation by phorbol ester application / E.S. Kao [et al.] // Food Chem. Toxicol. – 2007. – Vol. 45, № 10. – P. 1795-1804.
5. Polyphenolic composition of *Crataegus monogyna* Jacq.: from chemistry to medical applications / S.F. Nabavi [et al.] // Nutrients. – 2015. – Vol. 7, № 9. – P. 7708-7728.
6. Li, C. Anti-inflammatory effect of the water fraction from hawthorn fruit on LPS-stimulated RAW 264.7 cells / C. Li, M.H. Wang // Nutr. Res. Pract. – 2011. – Vol. 5, № 2. – P. 101-106.
7. Cultivars of apple fruits that are not marketed with potential for anthocyanin production / V. Mulabagal [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2007. – Vol. 55, № 20. – P. 8165-8169.
8. Sun, B.H. Apple anthocyanins: identification of cyanidin-7-arabinoside / B.H. Sun, F.J. Francis // J. Food Sci. – 1967. – Vol. 32, № 6. – P. 647-649.
9. Wang, J. Effect of crataegus usage in cardiovascular disease prevention: an evidence-based approach / J. Wang, X. Xiong, B. Feng // Evid. Based Complement. Alternat. Med. – 2013. – Vol. 2013. – P. 1-16.

REFERENCES

1. State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV edition [Electronic resource]. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation; 2018. URL: <http://www.femb.ru> (accessed: 10.02.2022). (in Russ.).
2. Poletiko O.M. Rod 26. Boyaryshnik – *Crataegus L.* (Genus 26. Hawthorn – *Crataegus L.*) // *Derev'ya i kustarniki SSSR. Dikorastushchie, kul'tiviruemye i perspektivnye dlya introduktsii* (Trees and shrubs of the USSR. Wild, cultivated and promising for introduction) / ed. S.Ya. Sokolov. Moscow-Leningrad: USSR Academy of Sciences, 1954. Vol. III. Pokrytosemennyye. Semeistva Trokhodendronovyye – Rozotsvetnyye (Angiosperms. Families Trochodendronaceae – Rosaceae). – P. 536. (in Russ.).
3. Alirezalu A. [et al.]. Flavonoids profile and antioxidant activity in flowers and leaves of hawthorn species (*Crataegus* spp.) from different regions of Iran. Int. J. Food Prop. 2018;21(1):452-470. (in Engl.). doi: 10.1080/10942912.2018.1446146.
4. Kao E.S. [et al.]. Effects of polyphenols derived from fruit of *Crataegus pinnatifida* on cell transformation, dermal edema and skin tumor formation by phorbol ester application. Food Chem. Toxicol. 2007;45(10):1795-1804. (in Engl.). doi: 10.1016/j.fct.2007.03.016.
5. Nabavi S.F. [et al.]. Polyphenolic composition of *Crataegus monogyna* Jacq.: from chemistry to medical applications. Nutrients. 2015;7(9):7708-7728. (in Engl.). doi: 10.3390/nu7095361.
6. Li C., Wang M.H. Anti-inflammatory effect of the water fraction from hawthorn fruit on LPS-stimulated RAW 264.7 cells. Nutr. Res. Pract. 2011;5(2):101-106. (in Engl.). doi: 10.4162/nrp.2011.5.2.101.
7. Mulabagal V. [et al.]. Cultivars of apple fruits that are not marketed with potential for anthocyanin production. J. Agric. Food Chem. 2007;55(20):8165-8169. (in Engl.). doi: 10.1021/jf0718300.
8. Sun B.H., Francis F.J. Apple anthocyanins: identification of cyanidin-7-arabinoside. J. Food Sci. 1967;32(6):647-649. (in Engl.). doi: 10.1111/J.1365-2621.1967.TB00855.X.
9. Wang, J., Xiong X., Feng B. Effect of crataegus usage in cardiovascular disease prevention: an evidence-based approach. Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2013;2013:1-16. (in Engl.). doi: 10.1155/2013/149363.

УДК 615:615.243:616.3:616.34

© Коллектив авторов, 2022

Е.В. Ферубко¹, Т.Д. Даргаева¹, С.М. Николаев², К.А. Пупыкина³ **ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЙ СКРИНИНГ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ЭКСТРАКТА**

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
 лекарственных и ароматических растений», г. Москва

²ФГБУН «Институт общей и экспериментальной биологии» СО РАН, г. Улан-Удэ

³ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
 Минздрава России, г. Уфа

Цель работы – установление активности многокомпонентного растительного экстракта.

Материал и методы. Объект исследования – экстракт, полученный из цветков *Helichrysum arenarium L.* и *Tanacetum vulgare L.*, плодов *Rosa sp.*, листьев *Urtica dioica L.* и *Mentha piperita L.*, корней *Glycyrrhiza glabra L.* в соотношении 6:2:2:2:1:1. Стандартизация экстракта проведена по сумме флавоноидов в пересчете на изосалипурпозид – стандарт и лютеолин – стандарт. Фенольные соединения являются доминирующими компонентами в полученном экстракте. Изучение фармакологической (желчегонной) активности полученного экстракта проведено в ранее установленной нами дозе 250 мг/кг *per os* на интактных животных и на животных в условиях моделей экспериментального холецистита и экспериментального повреждения печени в сравнении с препаратом аллохол.

Результаты и выводы. Многокомпонентный экстракт оказывает желчегонный эффект, сопоставимый с действием препарата сравнения. Фармакотерапевтическое действие экстракта может быть связано с наличием биологически активных соединений фенольной природы. Таким образом изучаемый многокомпонентный экстракт является перспективным объектом для создания на его основе лекарственного средства растительного происхождения, обладающего желчегонным действием.

Ключевые слова: растительный экстракт, фармакологическая активность, экспериментальные поражения желчного пузыря.