ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-779-783

Краткое сообщение
http://fptt.ru

Биологически активные вещества порошков из плодов барбариса и калины

Г. Н. Дубцова[1,*], А. А. Ломакин[2], И. У. Кусова[1], Е. И. Буланникова[1], Д. И. Быстров[1]

[1] *Московский государственный университет пищевых производств, Москва, Россия*

[2] *ООО «Пуратос», Подольск, Россия*

Поступила в редакцию: 27.09.2021

Принята после рецензирования: 18.10.2021
Принята в печать: 01.12.2021

**e-mail: doubtsova@mail.ru*
© Г. Н. Дубцова, А. А. Ломакин, И. У. Кусова, Е. И. Буланникова, Д. И. Быстров, 2021

Аннотация.
Введение. Применение растительного сырья, продукты переработки которого богаты биологически активными веществами, позволяет повысить пищевую ценность продуктов питания. Цель исследования состоит в определении содержания биологически активных веществ в порошках из плодов калины и барбариса.
Объекты и методы исследования. Порошки из плодов калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) и барбариса (*Berberis vulgaris* L.), высушенные конвективным способом и измельченные до размера частиц не более 50 мкм.
Результаты и их обсуждение. Изучен состав фенольных соединений порошков. Общее содержание фенольных соединений в порошке калины составило 3114,07 мг/100 г, в порошке барбариса – 2272,7 мг/100 г. Содержание флавоноидов в порошке калины – 324,52 мг/100 г, в порошке барбариса – 390,00 мг/100 г. Исследован профиль флавоноидов порошков, включающий рутин, гиперозид, кверцитрин, изокверцинтрин и астралагин. Установлено общее содержание катехинов: 446 и 506 мг/100 г порошка для калины и барбариса соответственно. Преимущественный состав катехинов: эпигаллокатехин и катехин. Для порошка калины преобладает эпикатехин – 196, катехин – 118 и эпигаллокатехин – 89 мг/100 г порошка, а для барбариса эпигаллокатехин – 173, катехин – 111 и эпикатехин – 74 мг/100 г порошка. Антирадикальная активность по отношению к тролоксовому эквиваленту в порошке калины составила 7560 мг/100 г, в порошке барбариса – 9460 мг/100 г.
Выводы. Полученные порошки из плодов калины и барбариса могут быть рекомендованы для обогащения пищевых продуктов биологически активными веществами и расширения ассортимента.

Ключевые слова. Растительное сырье, калина, барбарис, порошок, флавоноиды, фенольные соединения, витамин С

Для цитирования: Биологически активные вещества порошков из плодов барбариса и калины / Г. Н. Дубцова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51. № 4. С. 779–783. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-779-783.

Research Brief

Available online at http://fptt.ru/eng

Biologically Active Substances from Powdered Barberry and Viburnum

Galina N. Dubtsova[1,*], Alexander A. Lomakin[2], Irina U. Kusova[1], Ekaterina I. Bulannikova[1], Dmitriy I. Bystrov[1]

[1] *Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia*

[2] *LLC Puratos, Podolsk, Russia*

Received: September 27, 2021

Accepted in revised form: October 18, 2021
Accepted for publication: December 01, 2021

**e-mail: doubtsova@mail.ru*
© G.N. Dubtsova, A.A. Lomakin, I.U. Kusova, E.I. Bulannikova, D.I. Bystrov, 2021

Abstract.
Introduction. Plant raw materials can be a source of biologically active substances and increase the nutritional value of food

products. The present research objective was to determine the content of biologically active substances in powdered viburnum and barberry.
Study objects and methods. The study featured viburnum (*Viburnum opulus* L.) and barberry (*Berberis vulgaris* L.), dried by convection and crushed into particles of 50 microns.
Results and discussion. The total content of phenolic compounds in powdered viburnum was 3114.07 mg/100 g, in powdered barberry – 2272.7 mg/100 g. The content of flavonoids in powdered viburnum was 324.52 mg/100 g, in powdered barberry – 390.00 mg/100 g. The flavonoid profile of the powders included rutin, hyperoside, quercitrin, isoquercintrin, and astralagin. The total content of catechins was 446 mg/100 g for viburnum and 506 mg/100 g for barberry. The catechins included mainly epigallocatechin and catechin. In powdered viburnum, the catechin composition was as follows: epicatechin – 196, catechin – 118, and epigallocatechin – 89 mg/100 g; in powdered barberry: epigallocatechin – 173, catechin – 111, and epicatechin – 74 mg/100 g. The antiradical activity in relation to trolox equivalent was 7560 mg/100 g in powdered viburnum and 9460 mg/100 g in powdered barberry.
Conclusion. The obtained viburnum and barberry powders can fortify food with biologically active substances and expand the range of functional products.

Keywords. Vegetable raw materials, viburnum, barberry, powder, flavonoids, phenolic compounds, vitamin C

For citation: Dubtsova GN, Lomakin AA, Kusova IU, Bulannikova EI, Bystrov DI. Biologically Active Substances from Powdered Barberry and Viburnum. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(4):779–783. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-4-779-783.

Введение

Один из способов улучшить состояния здоровья – питание. Благодаря правильно выбранному питанию можно не только помочь собственной иммунной системе в противостоянии различным микробным и вирусным заболеваниям, но и избежать ряда алиментарных заболеваний. Такое стремление потребителей требует от научного и производственного сообщества искать новые источники сырья, которые могут повысить пищевую ценность готовых продуктов, насыщая их полезными макро- и микронутриентами [1].

Такими источниками является плодово-ягодное сырье, содержащее пищевые волокна, витамины, минеральные вещества, органические кислоты и широкий спектр флавоноидных соединений. Включение в рецептуру традиционных продуктов питания плодово-ягодного сырья, содержащего комплекс ценных природных биологически активных веществ, позволит расширить ассортимент продукции здорового питания [2–5]. Также это актуальное направление в решении проблемы коррекции структуры питания.

Растительный мир представлен множеством дикорастущих плодовых и ягодных растений. В настоящее время интенсивно ведутся работы для создания научно-обоснованных рекомендаций их рационального использования [6–11].

В связи с сезонностью сбора и закупки плодово-ягодного сырья современные технологии переработки нацелены на получение технологичных плодово-ягодных полуфабрикатов, удобных в хранении, транспортировке и применении. Технологии получения порошкообразных продуктов являются наиболее перспективными. Их применение при производстве разнообразных продуктов питания позволит обогатить пищевую продукцию макро- и микронутриентами.

Из числа нетрадиционных источников плодово-ягодного сырья, произрастающего в различных регионах России, можно отметить плоды калины (*Viburnum opulus* L.) и барбариса (*Berberis vulgaris* L.). Значительные ареалы их произрастания, биологические запасы, пищевые и фармакологические свойства обусловливают высокий спрос и несомненный интерес для индустрии здорового питания.

Цель данного исследования – определить содержание биологически активных веществ в порошках из плодов калины и барбариса.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись плоды калины обыкновенной (*Viburnum opulus* L.) и барбариса (*Berberis vulgaris* L.), собранные в Московской области (2019 г., сентябрь). Их высушивали конвективным способом при температуре 50 °C до воздушно сухого состояния и измельчали до размера частиц не более 50 мкм. Таким образом, получали порошки калины темно-красного цвета с влажностью 8,4 % и барбариса коричневого цвета с влажностью 7,6 %.

Гранулометрический состав порошков калины и барбариса определяли на приборе Гранулометр ГИУ-1 для определения гранулометрического состава порошкообразных пищевых сред.

Суммарное содержание фенольных соединений в пересчете на галловую кислоту определяли методом Фолина-Чокальтеу; содержание фдавоноидов – спектрофотометрически при длине волны 415 нм в пересчете на рутин; профиль флавоноидов – методом

Таблица 1. Содержание биологически активных веществ в порошке калины и барбариса

Table 1. Biologically active substances in viburnum and barberry powders

Показатель	Содержание мг/100 г сухого вещества	
	Калина	Барбарис
Витамин С	496,94 ± 9,94	348,80 ± 6,97
Полифенольные соединения	3114,07 ± 62,28	2272,70 ± 45,45
Флавоноиды в пересчете на рутин	324,52 ± 8,40	390,00 ± 10,10

Таблица 3. Содержание флавоноидов в порошке из плодов калины и барбариса

Table 3. Flavonoids in viburnum and barberry powders

Показатель	Содержание соединений в порошке, мг/100 г	
	Калина	Барбарис
Рутин	5,00 ± 0,02	12,00 ± 0,30
Гиперозид	1,00 ± 0,02	16,00 ± 0,40
Изокверцитрин	3,00 ± 0,07	3,00 ± 0,07
Астрагалин	1,00 ± 0,02	1,00 ± 0,02
Кверцитрин	2,00 ± 0,05	7,00 ± 0,17
Сумма флавоноидов	12,00 ± 0,30	39,00 ± 0,98

ВЭЖХ, антиоксидантную активность оценивали в DPPH-тесте *in vitro* [12–14].

Результаты и их обсуждение

Анализ литературных данных показал, что особый интерес среди биологически активных веществ порошка из плодов калины и барбариса, представляют полифенольные соединения. Фенольные соединения плодов калины и барбариса представлены флавоноидами и фенолокислотами. Они являются многофункциональными антиоксидантами, способными предотвращать ингибирование образовавшихся активных форм кислорода, липидных, пероксильных и алкоксильных радикалов, образование хелатных комплексов с ионами переходных металлов. Также флавоноиды встраиваются в гидрофобный кор мембран и снижают микровязкость в зоне встраивания. Это создает пространственное затруднение для диффузии в мембрану свободных радикалов и ведет к замедлению процессов мембранной пероксидации [15].

В полученном порошке плодов определяли содержание витамина С, флавоноидов и полифенольных соединений. Результаты представлены в таблице 1.

Из результатов, приведенных в таблице 1, следует, что в порошке из плодов калины и барбариса высокое содержание полифенольных соединений и витамина С. Это позволяет считать их хорошими источниками антиоксидантов.

Профиль катехинов для порошка из плодов калины и барбариса представлен в таблице 2.

Среди катехиновых соединений в порошке калины преобладают эпикатехин и катехин, а в порошке барбариса в наибольшем количестве содержатся эпигаллокатехин и катехин.

Флавоноиды проявляют высокую антирадикальную активность. Из флавонолов наибольшую активность проявляет кверцетин, из флаван-3-олов – эпикатехингаллат и эпигаллокатехингаллат, из антоцианидов – дельфинидин и цианидин [16]. Содержание флавоноидов в порошке из плодов калины и барбариса представлено в таблице 3.

Флавоноиды порошков представлены агликонами флавонолов в виде кверцитрина и изокверцитрина, а также гликозидами флавонолов – рутином, гиперозидом и астрагалином. Преобладающим флавоноидом для калины является рутин, для барбариса – гиперозид.

Порошки калины и барбариса содержат значительное количество фенольных соединений. Флавоноиды представлены соединениями, которые обладают высокой антирадикальной активностью. Антирадикальная активность порошка калины по отношению к тролоксовому эквиваленту составила 7560 мг/100 г, а для порошка барбариса – 9460 мг/100 г.

Таблица 2. Состав и содержание катехинов в порошке из плодов калины и барбариса

Table 2. Composition and content of catechins in viburnum and barberry powders

Показатель	Содержание соединений в порошке, мг/100 г	
	Калина	Барбарис
Эпигаллокатехин	89,00 ± 1,78	173,00 ± 3,46
Катехин	118,00 ± 2,36	111,00 ± 2,22
Эпикатехин	196,00 ± 3,92	74,00 ± 1,48
Эпигаллокатехин галлат	15,00 ± 0,30	64,00 ± 1,28
Галлокатехин галлат	9,00 ± 0,18	55,00 ± 1,10
Эпикатехин галлат	19,09 ± 0,38	29,00 ± 0,58
Сумма катехинов	446,00 ± 8,92	506,00 ± 10,12

Выводы

Определены биологически активные вещества порошков из плодов калины и барбариса. Установлено содержание полифенольных соединений, флавоноидов и аскорбиновой кислоты в порошке калины: 3114,07 ± 62,28, 324,52 ± 8,40, 496,94 ± 9,94 соответственно; в порошке барбариса: 2272,70 ± 45,45, 390,00 ± 10,10, 348,80 ± 6,97 соответственно. Определен профиль

индивидуальных флавонолов и флаван-3-олов. Показана высокая антирадикальная активность в DPPH-тестах. Антирадикальная активность порошка калины по отношению к тролоксовому эквиваленту составила 7560 мг/100 г, а для порошка барбариса – 9460 мг/100 г. Полученные данные позволяют рекомендовать порошки из плодов калины и барбариса в качестве источника функциональных пищевых ингредиентов при производстве пищевой продукции.

Критерии авторства

Авторы в равной степени участвовали в подготовке и написании статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All the authors contributed equally to the study and bear equal responsibility for information published in this article.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Nutritional, textural, and sensory quality of bars enriched with banana flour and pumpkin seed flour / U. Habiba [et al.] // Foods and Raw Materials. 2021. Vol. 9. № 2. P. 282–289. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-2-282-289.

2. Functional and sensory properties of jam with different proportions of pineapple, cucumber, and *Jatropha* leaf / A. F. Ogori [et al.] // Foods and Raw Materials. 2021. Vol. 9. № 1. P. 192–200. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-1-192-200.

3. Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения / А. В. Борисова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50. № 1. С. 11–20. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20.

4. Okatan V. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study // Folia Horticulturae. 2020. Vol. 32. № 1. P. 79–85. https://doi.org/ 10.2478/fhort-2020-0008.

5. Anti-oxidant and anti-enzymatic activities of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) fruits modulated by chemical components / K. Tkacz [et al.] // Antioxidants. 2019. Vol. 8. № 12. https://doi.org/10.3390/antiox8120618.

6. Research of biochemical composition and antioxidant activity of freeze-dried cranberry powder obtained on the basis of enzymatically processed berry pulp / E. V. Alekseenko [et al.] // Asian Journal of Pharmaceutics. 2018. Vol. 12. P. S466–S476.

7. Biotechnological ways of processing seabuckthorn for foods manufacture / E. V. Alekseenko [et al.] // Abstract proceedings of the 5th International Seabuckthorn Association Conference. Xining, 2011. P. 121.

8. О возможности использования плодов барбариса в производстве продуктов специального назначения / М. Т. Шаов [и др.] // Вестник Кабардино-Балкарского государственного университета. Серия: Биологические науки. 2002. № 5. С. 43–45.

9. Functional bakery products in dietary nutrition / S. N. Butova [et al.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2019. Vol. 11. № 8. P. 2084–2089.

10. Исследование минерального состава в процессе переработки дикорастущих ягод / Л. П. Нилова [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. № 1. С. 151–156. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-151-156.

11. Черноусова О. В., Кривцова А. И., Кучменко Т. А. Определение антиоксидантной активности белого чая // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80. № 1. С. 133–139. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-133-139.

12. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / В. А. Тутельян [и др.]. М.: Династия, 2010. 180 с.

13. Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity // LWT – Food Science and Technology. 1995. Vol. 28. № 1. P. 25–30. https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5.

14. Sharma O. P., Bhat T. K. DPPH antioxidant assay revisited // Food Chemistry. 2009. Vol. 113. № 4. P. 1202–1205. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008.

15. Базарнова Ю. Г., Полякова Ю. К. Исследование антиоксидантной активности природных веществ // Хранение и переработка сельхоз сырья. 2009. № 3. С. 31–36.

16. Органическая химия. Книга 2 Специальный курс / Н. А. Тюкавкина [и др.]. М.: Дрофа, 2008. 592 с.

References

1. Habiba U, Robin MA, Hasan MM, Toma MA, Akhter D, Mazumder MAR. Nutritional, textural, and sensory quality of bars enriched with banana flour and pumpkin seed flour. Foods and Raw Materials. 2021;9(2):282–289. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-2-282-289.

2. Ogori AF, Amove J, Evi-Parker P, Sardo G, Okpala COR, Bono G, et al. Functional and sensory properties of jam with different proportions of pineapple, cucumber, and *Jatropha* leaf. Foods and Raw Materials. 2021;9(1):192–200. https://doi.org/10.21603/2308-4057-2021-1-192-200.

3. Borisova AV, Ruzyanova AA, Tyaglova AM, Polikarpova KV. Berry raw materials in functional soft cheese production. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):11–20. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20.

4. Okatan V. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study. Folia Horticulturae. 2020;32(1):79–85. https://doi.org/ 10.2478/fhort-2020-0008.

5. Tkacz K, Wojdyło A, Turkiewicz IP, Bobak Ł, Nowicka P. Anti-oxidant and anti-enzymatic activities of sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) fruits modulated by chemical components. Antioxidants. 2019;8(12). https://doi.org/10.3390/antiox8120618.

6. Alekseenko EV, Bystrova EA, Semenov GV, Dubtsova GN, Mashentceva NG. Research of biochemical composition and antioxidant activity of freeze-dried cranberry powder obtained on the basis of enzymatically processed berry pulp. Asian Journal of Pharmaceutics. 2018;12:S466–S476.

7. Alekseenko EV, Dikareva YuM, Traubenberg SE, Ostashenkova NV. Biotechnological ways of processing seabuckthorn for foods manufacture. Abstract proceedings of the 5th International Seabuckthorn Association Conference; 2011; Xining. Xining. 2011. p. 121.

8. Shaov MT, Dzhaboeva AS. Shaova LG, Pshikova OV. O vozmozhnosti ispol′zovaniya plodov barbarisa v proizvodstve produktov spetsial′nogo naznacheniya [Barberry in special-purpose products]. Vestnik Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologicheskie nauki [Bulletin of the Kabardino-Balkarian State University. Series: Biological Sciences]. 2002;(5):43–45. (In Russ.).

9. Butova SN, Dubtsov GG, Tsaloeva MR, Dubtsova GN, Kusova IU, Ivanova LA. Functional bakery products in dietary nutrition. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2019;11(8):2084–2089.

10. Nilova LP, Ikramov RA, Malyutenkova SM, Veryaskina AS. Investigation of mineral composition during processing of wild berries. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018;80(1):151–156. (In Russ.). https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-151-156.

11. Chernousova OV, Krivtsova AI, Kuchmenko TA. The study of antioxidant activity of white tea. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2018;80(1):133–139. (In Russ.). https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-1-133-139.

12. Tutel′yan VA, Ehller KI, Aristarkhova TV, Bessonov VV, Bragina IV, Vlasov AM, et al. Metody analiza minornykh biologicheski aktivnykh veshchestv pishchi [Methods for the analysis of minor biologically active substances in food]. Moscow: Dinastiya; 2010. 180 p. (In Russ.).

13. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT – Food Science and Technology. 1995;28(1):25–30. https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5.

14. Sharma OP, Bhat TK. DPPH antioxidant assay revisited. Food Chemistry. 2009;113(4):1202–1205. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.008.

15. Bazarnova YuG, Polyakova YuK. Issledovanie antioksidantnoy aktivnosti prirodnykh veshchestv [Antioxidant activity of natural substances]. Storage and Processing of Farm Products. 2009;(3):31–36. (In Russ.).

16. Tyukavkina NA, Zurabyan SEh, Beloborodov VL, Luzin AP, Selivanova IA, Artem′eva NN, et al. Organicheskaya khimiya. Kniga 2 Spetsial′nyy kurs [Organic chemistry. Book 2: Special Course]. Moscow: Drofa; 2008. 592 p. (In Russ.).