

УДК 577.16.087:674.031.734.4(470.67)
DOI: 10.25684/0513-1634-2023-148-167-172

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛИСТЬЯХ АБРИКОСА ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Руслан Маликович Османов, Асият Нуратиновна Алибегова

Горный ботанический сад ДФИЦ РАН,
367030, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 75
E-mail: ru.osmanov@mail.ru

Представлены результаты фитохимического исследования некоторых биологически активных веществ (БАВ) в листьях образцов абрикоса обыкновенного *Prunus armeniaca* L. (*Rosaceae*), выращиваемых на Цудахарской экспериментальной базе Горного ботанического сада. Максимальное содержание флавоноидов обнаружено в листьях сорта 'Айсберг' – 5,94%, сортов 'Фараон' – 5,56% и 'Саратовский рубин' – 5,23%, а также дагестанского сорта 'Хекобарш' – 5,41%. Наибольшее содержание антоцианов в листьях наблюдается у сорта московской селекции 'Алеша' – 1,16 %, а также в листьях дагестанских сортов – 'Хонобах' (1,14%) и 'Хекобарш' (1,07%).

Ключевые слова: абрикос; листья; Горный Дагестан; флавоноиды; антоцианы

Введение

Одним из актуальных направлений прикладной биохимии и современной фармации является поиск новых источников биологически активных веществ, имеющих достаточную сырьевую базу для использования в пищевых и лечебно-профилактических целях.

Абрикос обыкновенный (*Prunus armeniaca* L.) является одним из наиболее ценных в мире садовых культур. В настоящее время ценность (нутриентный состав) представляют не только плоды, но и другие части абрикосовых растений, в том числе – листья [1]. Настои и экстракты из листьев абрикоса в народной медицине применяли при различных заболеваниях (диарее, дифтерии, хронической интоксикации), а также в качестве болеутоляющего средства при зубной боли и для лечения повреждений на кожных покровах (ожогах, при чесотке, экземе) [7]. В листьях абрикоса содержатся пектиновые вещества, комплекс фенольных соединений (дубильные вещества, флавоны, флавонолы, 5-гидроксифлавоны, 5-гидроксифлавонолы, халконы, ауроны, катехины, кумарины) [3], каротиноиды, пигменты [15], аминокислоты, в том числе незаменимые жирные кислоты [5]. Известно, что экстракты листьев абрикоса обыкновенного (сухой, водный и этанольный) проявляют антиоксидантные и гепатопротекторные свойства, нормализуя окислительные процессы [14], при этом у этанольного экстракта отмечено более выраженное антиоксидантное действие [13].

Результаты исследований листьев ряда плодово-ягодных культур свидетельствуют об их биологической ценности и возможности использования их как дополнительного источника биологически ценных компонентов, что повысит рентабельность возделывания плодово-ягодных культур [12].

Одной из важных групп биологически активных веществ являются фенольные соединения, относящиеся к вторичным метаболитам растений. В растениях они выполняют защитную функцию против повреждающих факторов внешней среды, участвуя в окислительно-восстановительных процессах, в построении клеточной стенки [10]. Благодаря широкому спектру биологической активности фенольные соединения используются для лечения и профилактики ряда болезней человека.

Цель данной работы – оценка содержания фенольных соединений в листьях сортов и форм абрикоса обыкновенного, культивируемых на Цудахарской экспериментальной базе Горного ботанического сада, для дальнейшего использования их как дополнительный источник биологически активных веществ.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили листья 18 интродуцированных сортов и форм различного эколого-географического происхождения, культивируемые в генетической коллекции абрикоса Горного ботанического сада ДФИЦ РАН (Цудахарская экспериментальная база, Республика Дагестан, Россия): 'Уздень', 'Хонобах', 'Шиндахлан' и 'Хекобарш' – из Дагестанской опытной станции плодовых культур (г. Буйнакск); 'Качасул', 'Чамастак', 'Салта 7', 'Хибилбаквалерб', 'ЦЭБ 5', 'Махачевский' и 'Камиль' – дагестанские формы, обнаруженные в различных пунктах Дагестана; 'Алеша' и 'Айсберг' – селекция Главного ботанического сада (г. Москва); 'Краснощекий' – сорт из Никитского ботанического сада (НБС-ННЦ) (пгт. Никита, г. Ялта); 'Шалах' – народный армянский сорт (Армения); 'Фараон' и 'Саратовский рубин' – из частного селекционного питомника Голубевых (г. Саратов); 'Таджикистан 4' – природная форма из Института садоводства Академии сельскохозяйственных наук (Таджикистан).

В таблице 1 представлена информация, касающаяся происхождения сортов и форм абрикоса.

Таблица 1

Распределение изученных сортов и форм абрикоса по эколого-географическим группам

Образцы	Происхождение сорта	Эколого-географическая группа / подгруппа
Уздень	Дагестанские сорта	Ирано-Кавказская / Дагестанская региональная
Хонобах		
Шиндахлан		
Хекобарш		
Качасул	Дагестанские формы	Ирано-Кавказская / Дагестанская региональная
Чамастак		
Салта 7		
Хибилбаквалерб		
ЦЭБ 5		
Махачевский		
Камиль		
Шалах	Армянский сорт	Ирано-Кавказская / Ирано-Кавказская региональная
Алеша	Московские сорта	Европейская
Айсберг		
Краснощекий	Европейский сорт	Европейская
Фараон	Саратовские сорта	Европейская
Саратовский рубин		
Таджикистан 4	Среднеазиатская форма	Среднеазиатская группа

Цудахарская экспериментальная база расположена в Левашинском районе: окрестности села Цудахар, на высоте 1100 м над уровнем моря. Среднегодовая температура воздуха – 10,1°С с абсолютным максимумом 40° в июле и августе, и абсолютным минимумом в январе до –23°С. Средняя сумма осадков в зимние месяцы составляет около 40 мм., с максимумом в июне-июле. Специфической особенностью рельефа данной местности является глубокое размещение речных долин между горными отрогами. Почвы сухостепные, каменисто-щебнистые [4]. Схема посадки деревьев 5 x 3 метра. Полив коллекции регулярный (рис. 1).



Рис. 1 Общий вид коллекции абрикоса в Горном ботаническом саду (Цудахарская экспериментальная база, Республика Дагестан, Россия)

Оценка некоторых качественных характеристик листьев абрикоса (форма пластинки, летняя и осенняя окраска) проведена в соответствии с классификатором рода *Armeniaca* Scop. (абрикос) [9].

Сбор листьев для анализа осуществляли осенью 2020 г. (вторая декада октября) в соответствии с методическими инструкциями по коллекционному изучению плодовых культур. В свежесобранных образцах листьев было определено содержание воды и летучих веществ весовым методом (определение оводненности тканей), выраженное в процентах от сырой массы растений. Остальная часть сырья была высушена до воздушно-сухой массы в проветриваемом помещении при температуре 20–25°C. Содержание фенольных соединений определяли в этанольных экстрактах листьев (70%) [2, 8].

Суммарное содержание флавоноидов выявляли спектрофотометрическим методом, основанным на реакции комплексообразования с алюминия хлоридом в кислой среде на спектрофотометре СФ-16 (при 408-616 нм) (в пересчете на рутин). Для количественного определения антоцианов в листьях использовался спектрофотометрический метод, основанный на измерении оптической плотности красного раствора антоцианов, где в качестве стандартного вещества использовали кобальт хлористый 6-водный, высушенный до постоянной массы [6].

Анализы проведены в трех повторностях. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием программного приложения *Statistica v.13.3*.

Результаты и обсуждение

Проведена оценка листьев сортов и форм абрикоса по форме листовой пластинки и окраске в разные фенологические фазы (табл. 2).

Форму листа определяли по отношению длины к ширине. По форме листа преобладают округлые (56,6%), у четырех образцов выявлена широко-округлая форма (22,2%) и по два образца имеют сердцевидную и удлинненно-округлую форму (11,1 и 11,1%).

Таблица 2

Некоторые качественные характеристики листьев сортов и форм абрикоса

Образцы	Форма пластинки	Окраска листьев	
		летняя	осенняя
Уздень	Округлая	Зеленая	Желто-красная
Хонобах	Округлая	Зеленая	Красная
Шиндахлан	Широко-округлая	Светло-зеленая	Желтая
Хекобарш	Округлая	Зеленая	Красная
Качасул	Округлая	Светло-зеленая	Желтая
Чамастак	Округлая	Зеленая	Желто-красная
Салта 7	Округлая	Светло-зеленая	Желтая
Хибилбаквалерб	Округлая	Зеленая	Желто-красная
ЦЭБ 5	Серцевидная	Зеленая	Желтая
Махачевский	Серцевидная	Светло-зеленая	Желтая
Камиль	Широко-округлая	Зеленая	Желтая
Шалах	Широко-округлая	Темно-зеленая	Желтая
Алеша	Удлиненно-округлая	Зеленая	Красная
Айсберг	Удлиненно-округлая	Зеленая	Желто-красная
Краснощекий	Широко-округлая	Зеленая	Желто-красная
Фараон	Округлая	Темно-зеленая	Желто-красная
Саратовский рубин	Округлая	Темно-зеленая	Красная
Таджикистан 4	Округлая	Зеленая	Желто-красная

По летней окраске листа (верхней части) изученные образцы подразделены на: зеленые (61,1%), светло-зеленые (22,2%), темно-зеленые (16,7%); а по осенней окраске листа (верхней части): желто-красные (38,9%), желтые (38,9%), красные (22,2%) (табл. 2).

Результаты исследования содержания воды и фенольных соединений в листьях образцов абрикоса представлены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание воды и фенольных соединений в листьях абрикоса

Образцы	Содержание воды, % от сырой массы	Флавоноиды		Антоцианы	
		% от воздушно-сухой массы			
		X±Sx	CV, %	X±Sx	CV, %
Уздень	54,27	4,90±0,01	0,51	0,59±0,00	0,98
Хонобах	63,92	4,59±0,03	0,95	1,14±0,00	0,50
Шиндахлан	66,04	4,85±0,03	1,14	0,35±0,00	1,67
Хекобарш	65,71	5,41±0,02	0,55	1,07±0,00	–
Качасул	52,49	3,49±0,02	0,88	0,43±0,01	4,65
Чамастак	41,92	2,57±0,02	1,40	0,19±0,00	–
Салта 7	33,52	2,40±0,04	2,77	0,15±0,00	–
Хибилбаквалерб	58,02	4,49±0,17	6,57	0,46±0,00	1,26
ЦЭБ 5	58,31	4,83±0,09	3,47	0,79±0,01	1,27
Махачевский	59,35	4,36±0,01	0,48	0,16±0,00	–
Камиль	65,86	5,06±0,07	2,49	0,22±0,00	–
Шалах	62,00	3,56±0,00	0,43	0,18±0,00	–
Алеша	56,65	4,23±0,02	0,72	1,16±0,00	0,86
Айсберг	64,76	5,94±0,22	6,28	0,65±0,01	3,22
Краснощекий	57,99	4,91±0,03	1,29	0,26±0,00	2,25
Фараон	64,07	5,56±0,02	0,48	0,50±0,00	–
Саратовский рубин	64,01	5,23±0,06	2,20	0,98±0,00	0,58
Таджикистан 4	60,39	4,15±0,06	2,45	0,52±0,00	–

Содержание воды в листьях у большинства образцов выше 50% сырой массы, а максимального содержания достигает у дагестанского сорта 'Шиндахлан' (66,04%).

Наименьшее содержание определено в двух дагестанских форм абрикоса: 'Салта 7' и 'Чамастак' – 33,52 и 41,92% соответственно (см. табл. 3).

Анализ полученных данных по суммарному содержанию флавоноидов и антоцианов в образцах листьев показал, что формы и сорта различаются между собой.

Суммарное содержание флавоноидов (в пересчете на рутин) в листьях изученных образцов варьирует от 2,40 до 5,41%. Наибольшее содержание флавоноидов характерно для нескольких образцов: московского сорта 'Айсберг' (5,94%), саратовских сортов 'Фараон' (5,56%) и 'Саратовский рубин' (5,23%), и дагестанского сорта 'Хекобарш' (5,41%). Меньше всего содержится флавоноидов в листьях армянского сорта 'Шалах' (3,56%).

Из дагестанских форм абрикоса обыкновенного наибольшие значения в содержании флавоноидов отмечены у образцов 'ЦЭБ 5' (4,83%) и 'Камиль' (5,06%), наименьшие – в образцах 'Салта 7' (2,40%) и 'Чамастак' (2,57%).

Для листьев среднеазиатской формы 'Таджикистан 4' характерно среднее содержание флавоноидов – 4,15%.

Суммарное содержание антоцианов в образцах значительно меньше – в пределах 0,15–1,16%. Максимальное содержание антоцианов в листьях сорта 'Алеша' – 1,16%, а также в листьях дагестанских сортов абрикоса обыкновенного 'Хонобах' (1,14%) и 'Хекобарш' (1,07%).

Показатели содержания флавоноидов и антоцианов выше в образцах с листьями красной ('Айсберг', 'Саратовский рубин', 'Хекобарш' и 'Хонобах') и желто-красной окраски ('Алеша', 'Фараон').

Ультрафиолетовое излучение и температурный стресс вызывают увеличение содержания флавоноидов и антоцианов в надземной фитомассе растений, что является необходимым для защиты фотосинтетического аппарата и быстрого восстановления его работы, тем самым обосновывается значительная роль фенольных соединений в регуляции стрессового состояния у некоторых генотипов абрикоса [11].

Таким образом, листья образцов абрикоса, выращиваемых на Цудахарской экспериментальной базе (1100 м над уровнем моря), различаются по содержанию воды и фенольных соединений.

Заключение

Оценка ценности листьев различных сортов и форм абрикоса, культивируемых на Цудахарской экспериментальной базе, выявила изменчивость по всем показателям.

Образцы различаются содержанием воды в листьях, что дает дополнительную информацию о физиологических механизмах адаптации растений в горных условиях Дагестана.

Проведенная работа по количественному анализу суммы фенольных соединений в листьях абрикоса позволила отобрать образцы в горных условиях Дагестана с усиленным биосинтезом флавоноидов ('Айсберг', 'Фараон', 'Саратовский рубин', 'Хекобарш') и антоцианов ('Алеша', 'Хонобах', 'Хекобарш'), являющихся антиоксидантами.

Выделенные образцы можно рекомендовать для получения экстрактов и использования в качестве источника биологически ценных компонентов внутрицевитических добавках, фиточаях.

Список литературы

1. *Витковский В.Л.* Плодовые растения мира. – СПб.: Изд-во «Лань», 2003. – 592 с.
2. *Еремин Г.В., Гасанова Т.А.* Изучение жаростойкости и засухоустойчивости сортов // В кн.: Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 80-85.

3. *Каранетян Т.Д., Мирзоян В.С., Анисян Р.М.* Некоторые аспекты фитохимического исследования листьев абрикоса *Armeniaca vulgaris* L. (*Rosacea*) // Вестник фармации. – 2014. – № 2 (64). – С. 14-19.
4. Каталог растений Горного ботанического сада / под ред. З.М. Асадулаева, Р.А. Муртазалиева, З.А. Гусейновой. – Махачкала: АЛЕФ, 2018. – 84 с.
5. *Кисличенко В.С., Упыр Л.В., Пузак О.А.* Анализ липофильных фракций листьев и веток *Armeniaca vulgaris* // Химия природных соединений. – 2007. – № 6. – С. 571.
6. *Купчак Т.В., Николаева Л.А., Шимолина Л.Л.* Количественное определение антоцианов в надземной части гибридной формы *Zea mays* L. // Растительные ресурсы. – 1995. – № 3. – С. 105-111.
7. *Лавренов В.К., Лавренова Г.В.* Энциклопедия лекарственных растений народной медицины. – СПб.: Издательский Дом «Нева». – 2003. – 272 с.
8. *Ладыгина Е.Я., Сафронич Л.Н., Отряшенкова В.Э., Баландина И.А., Гринкевич Н.И., Сорокина А.А., Сокольский И.Н., Глызн В.И., Молодожникова Л.М., Митин Ю.С., Самылина И.А., Ермакова В.А.* Химический анализ лекарственных растений / под ред. Н.И. Гринкевич, Л.Н. Сафронич. – М.: Высшая школа, 1983. – 176 с.
9. *Ломакин Э.Н., Денисов В.П.* Классификатор рода *Armeniaca* Scop. (абрикос). – Л.: Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова, 1993. – 35 с.
10. *Макаренко О.А., Левицкий А.П.* Физиологические функции флавоноидов в растениях // Физиология и биохимия культурных растений. – 2013. – Т. 45, № 2. – С. 100-111.
11. *Пилькевич Р.А., Палий И.Н., Палий А.Е.* Физиолого-биохимические особенности засухоустойчивости абрикоса // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2022. – № 1(162). – С. 39-52.
12. *Полонская А.К., Ежов В.Н., Корнильев Г.В., Гребенникова О.А.* Биологически активные вещества листьев некоторых плодовых культур в связи с перспективой их использования в пищевых продуктах // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2007. – Т. 20(59), № 3. – С. 122-127.
13. *Akin E.B., Karabulut I., Topcu A.* Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties // Food Chemistry. – 2008. – Vol. 107. – P. 939-948.
14. *Yeung H.-C.* Handbook of Chinese Herbs and Formulas. Institute of Chinese Medicine. – Los Angeles, 1985. – P. 2-6.
15. *Yilmaz U., Selim E., Ismet Y., Serkan B.* Scholars Research Library Variation of Composition of Phenolic Compounds in the Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Leaves by Seasons // Journal of Natural Product and Plant Resources. – 2018. – Vol. 8(1). – P. 32-38.

Статья поступила в редакцию 20.07.2023 г.

Osmanov R.M., Alibegova A.N. The content of phenolic compounds in apricot leaves in the conditions of Mountainous Dagestan // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. – 2023. – №. 148 – P. 167-172.

The results of a phytochemical study of some biologically active substances (BAS) in the leaves of common apricot *Prunus armeniaca* L. (*Rosaceae*) specimens grown under equal conditions at the Tsudakhar experimental base of the Mountain Botanical Garden are presented. The maximum content of flavonoids was found in the leaves of the cultivar 'Aysberg' – 5.94%, and the cultivars 'Faraon' – 5.56% and 'Saratovskiyubin' – 5.23%, as well as the Dagestan cultivar 'Khekobarsh' – 5.41%. The highest content of anthocyanins in the leaves is observed in the cultivar of Moscow selection 'Alesha' – 1.16%, as well as in the leaves of Dagestan cultivars – 'Khonobakh' (1.14%) and 'Khekobarsh' (1.07%).

Key words: apricot; leaves; Mountain Dagestan; flavonoids; anthocyanins