

БИОХИМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОДОВ И ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ *ERIOBOTRYA JAPONICA* (THUNB.) LINDL. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

А. К. ПОЛОНСКАЯ, кандидат биологических наук

Р. В. ГАЛУШКО, кандидат биологических наук

В. Н. ГЕРАСИМЧУК

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Изучение биологически активных веществ (БАВ) растений с целью наиболее полного их использования продолжает оставаться актуальным. С этой позиции внимания исследователей заслуживает мушмула японская, произрастающая на Южном берегу Крыма и являющаяся одновременно как декоративным, так и плодовым растением.

Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl. – мушмула японская – представитель семейства *Rosaceae*. Естественный ареал – Китай: Гуандун, Гуйчжоу, Сычуань, Хубей, Шеньси на высоте 900-2100 м н. у. м. Издавна это растение культивировалось в Китае, Японии, позже его стали выращивать в Средиземноморских странах, США (Калифорния, Флорида), Мексике, Уругвае, Чили, Северной Африке, Австралии и на Гавайских островах как декоративное и плодовое растение. На территории СНГ мушмула японская выращивается во влажных субтропических районах Черноморского побережья Кавказа (от Батуми до Туапсе).

В Никитский ботанический сад культура введена в 1860 г., на Южном берегу Крыма (ЮБК) используется как декоративное растение.

Eriobotrya japonica – вечнозеленое дерево, достигающее 3-12 метров высоты, с плотной округлой кроной. Кора ствола и побегов шероховатая коричневатого-серого цвета. Листья, цветки и побеги растения опушены. Листья очередные, продолговато-овальные, заостренные с зубчатыми волнистыми краями, плотные, жесткие, с отчетливо выраженным жилкованием и короткими черешками. Верхняя сторона листа темно-зеленая, нижняя – светло-серая, опушенная. Длина листа – 16-39 см, ширина – 4-14 см. Цветки обоеполые, в плотных многочисленных коротких кистях [2, 4]. По началу ростовых процессов относится к ранневесенней фенологической группе [4]. Самое раннее начало роста – 2 января в 1938, 1941 гг., самое позднее – 14 апреля 1943 г. По началу цветения *Eriobotrya japonica* является среднеосеннецветущей (октябрь). По средним многолетним данным, самое раннее начало цветения отмечено 26 сентября 1950 г., самое позднее – 17 ноября 1951 г. Растение без ущерба переносит морозы до -12°C , однако при понижении температуры иногда повреждаются цветки и завязи, что приводит к снижению урожая.

Плоды созревают в начале лета (июнь), когда на ЮБК практически отсутствуют другие фрукты. Они значительно различаются по форме и размерам: встречаются округлоприплюснутые, овальные и грушевидные. Размеры плодов: высота от 1,5 до 5 см, диаметр от 2,5 до 4,5 см, масса от 15 до 50 г. Кожица плода вначале зеленая, затем по мере созревания становится светло-желтой, или оранжево-желтой. Плоды некоторых сортов с солнечной стороны имеют коричневую окраску. Кожица плодов у одних сортов тонкая, у других более плотная, легко снимается со спелых плодов. Мякоть душистая, от белой до желто-оранжевой окраски, у одних сортов весьма сочная и нежная, а у других более плотная, сладкая и кисло-сладкая, обладающая своеобразным освежающим вкусом. Сорта с плотной мякотью плодов представляют особую ценность, поскольку лучше выдерживают транспортировку. Недостатком плодов представляется наличие в них крупных семян, занимающих значительную часть плодов и у некоторых сортов составляющих до 1/3 веса всего плода. Семена блестящие, коричневые, с приятным ароматом, в одном плоде содержится от 1 до 8, чаще по 3 шт. семян.

Плоды мушмулы употребляются в свежем виде, в качестве десерта. Из плодов более грубой консистенции готовят джем, повидло, компот, варенье и желе. Отжатый прессом сок хорошо сбраживается и даёт прекрасный, ароматный напиток, напоминающий лучший квас или сидр содержит до 4% спирта.

Сведения об этой весьма интересной культуре фрагментарны и разрозненны [3, 8, 11, 12], поэтому целью наших исследований явилось определение биопотенциала плодов, листьев и семян *Eriobotrya japonica* в условиях субтропического региона с целью возможного промышленного использования.

Объекты и методы исследований

Для биохимических исследований плоды *Eriobotrya japonica* собирали в период их массового созревания в состоянии потребительской и технической зрелости. Листья (однолетние и двулетние) собирали в период плодоношения. Семена выделяли из зрелых плодов и высушивали их на воздухе. Для определения состава и содержания химических веществ и биологических свойств использовали общепринятые в биохимии растений методы [9, 10].

Результаты и их обсуждение

Качественный состав и количественное содержание химических веществ в плодах мушмулы изучали в сравнении с другими плодовыми культурами, используемыми в пищу как в свежем, так и в консервированном виде (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав плодов мушмулы японской в сравнении с плодами персика, хурмы и инжира (в пересчете на сырое вещество)

Название растения	Сухое вещество, %	Сахара, %		Аскорбиновая к-та, мг/100 г	Титруемая к-ть, %	Лейкоантоцианы, мг/100 г	Пектиновые вещества, г/100 г	
		моносахара	сумма				водорастворимые	протопектины
Мушмула	32,1	17,5	22,6	8,54	0,46	304,0	0,94	1,6
Персик	12-18	3-6	8-14	2-35	0,2-1,0	20-420	0,2-0,8	0,2-0,9
Хурма	22-36	13-21	15-25	10-93	0,1-0,3	68-608	0,2-1,2	0,2-0,9
Инжир	17-35	12-22	14-25	11-18	0,2-0,4	49-274	0,8-1,3	0,8-1,4

Химический состав плодов мушмулы по основным показателям, определяющим их биологическую ценность, рассматривается в сравнении со средними их значениями в плодах персика обыкновенного (данные по 17 сортам), инжира (11 сортов), хурмы восточной (22 сорта) [9]. Процент сухих веществ, представленных в основном клетчаткой, в урожае 2002 г. в плодах мушмулы несколько выше по отношению к другим плодовым культурам и составляет 32,1 %. Наряду с пектиновыми веществами, представленными водорастворимой фракцией (0,94 г/100 г) и протопектином (1,6 г/100 г), клетчатка и другие полисахариды повышают выведение холестерина из организма человека, нормализуют деятельность полезной микрофлоры кишечника. Способность пектинов к комплексообразованию (с кальцием, свинцом, кобальтом) обуславливает их защитные свойства [5]. Концентрация пектина в плодах мушмулы японской находится на уровне другого пектинсодержащего сырья, однако протопектиновая фракция превышает этот показатель в приведенных для сравнения плодах. Протопектин содержится в межклеточных пространствах и в оболочках клеток, не растворяется в воде и обуславливает твердость плодов. По мере созревания протопектин расщепляется под действием собственных ферментов с образованием пектина и гемицеллюлозы. Для повышения концентрации водорастворимой фракции при необходимости получения лечебно-профилактической продукции с повышенным содержанием пектина (детское пюре) существуют высокоэффективные приемы обработки мезги мацерирующими ферментами, а для гидролиза пектина при производстве осветленных соков – пектолитическими ферментными препаратами нового поколения, опыт применения которых на плодном сырье отработан А.К. Полонской с соавторами [6].

Углеводная фракция плодов характеризуется также суммой сахаров, составляющей 22,6 % сырого веса, из которых 17,5 % представлены моносахарами, и вносит свой вклад в

энергообеспечение организма. По данным Всемирной организации здравоохранения, рекомендованные пропорции поступления углеводов в организм обеспечивают 50-55 % его энергетических потребностей [7], что составляет суточную норму – 390 г.

Концентрация аскорбиновой кислоты в плодах мушмулы составляет 8,54 мг/100 г, что составляет средний уровень среди большинства традиционно употребляемых в пищу плодов. Аскорбиновая кислота выполняет ряд важных функций в организме человека: в качестве сильного восстановителя она принимает участие во многих реакциях, с ее участием осуществляется синтез коллагенов, деградация тирозина, синтез катехоламинов и желчных кислот. Суточная потребность в аскорбиновой кислоте составляет 60 мг, дефицит ее приводит к атрофии соединительных тканей, расстройству системы кроветворения, поражению кожи и десен, выпадению зубов [7].

Титруемая кислотность плодов мушмулы в пересчете на яблочную кислоту имеет в среднем массовую долю 0,46 % свежих плодов и представлена в основном свободными яблочной и лимонной кислотами, что вполне сравнимо с не обладающими высокой кислотностью плодами персика обыкновенного, хурмы восточной, инжира, однако в плодах сливы домашней этот показатель варьирует от 0,4 до 3,5 %, в плодах лимона – от 3,8 до 8 %. И хотя кислотность плодов культурных растений заметно изменяется в зависимости от условий выращивания, этот показатель рассматривается как сортовой и видовой признак [10].

Гармоничность вкуса плодов зависит от соотношения сахаров и кислот, выражающегося в относительных единицах и составляющего для плодов мушмулы 38-49 единиц. При этом кислотность во вкусе практически не ощущается, в отличие от яблок и апельсинов со слабокислым вкусом (сахаро-кислотный показатель –10-15 ед.), вишни и смородины черной с кислым вкусом (5-10 ед.), лимона с сильнокислым вкусом (менее 5 ед.) [10].

Среди фенольных соединений определена высокая концентрация в плодах лейкоантоцианов – 304 мг/100 г. Антоцианы, характерные для окрашенных в красные оттенки плодов, в плодах мушмулы японской не обнаружены. Лейкоантоцианы наряду с целлюлозой входят в состав клеточных стенок плодов. Фенольные вещества, включая и лейкоантоцианы, являются обязательным компонентом растительной пищи. Регулярно поступая в организм человека, они оказывают длительное и систематическое, хотя и умеренное воздействие на все отделы пищеварительного тракта, на сердечно-сосудистую систему, на почки и другие органы и системы, являясь одним из важных биологически активных компонентов пищи. Практически все фенольные соединения обладают антиокислительной активностью. В большинстве галеновых препаратов и средств народной медицины они являются действующим началом [7].

Полученные в Никитском ботаническом саду данные по химическому составу плодов мушмулы японской сопоставимы с данными Сухумской опытной станции ВНИИРа по 6 сортам этой культуры, завезенной на Черноморское побережье Кавказа во второй половине XIX века и используемой в настоящее время в качестве как декоративной, так и плодовой (урожай плодов составляет 60-80 кг с дерева). В коллекции опытной станции находятся сорта, интродуцированные из Японии, Италии, Калифорнии (США). Сумма сахаров в плодах составляет 8-11 %, титруемая кислотность в пересчете на яблочную кислоту – 0,4-1,4 %, аскорбиновая кислота – 13-17 мг/100 г [1, 3]. Общее содержание сахаров в исследуемых нами плодах почти вдвое превышает этот показатель в кавказских сортах.

Ломтатидзе Н.Д. [8] также проводил биохимические исследования 8 форм мушмулы японской: общее количество сахаров в плодах некоторых форм достигало 20 %, титруемая кислотность варьировала от 0,7 до 2,2 %, витамин С был обнаружен во всех формах лишь в следах. Автором был более детально исследован фенольный комплекс плодов по содержанию гидролизуемых и конденсированных дубильных веществ: массовая концентрация танинов составила 142-382 мг/100 г, катехинов – 32-61 мг/100 г.

По данным китайских исследователей, содержание каротиноидов в плодах 51 сорта мушмулы японской составило от 299 мкг/100 г до 439 мкг/100 г в зависимости от сорта с преобладанием β -каротина [12].

Испанские ученые изучили динамику накопления минеральных веществ в плодах и

листьях мушмулы японской, урожай которой, представленный на 96 % сортом Algeri, в 1987 г. составил 13000 т. Самым низким было содержание фосфора, калия и магния в листьях, собранных в начале цветения, самым высоким – в начале образования плодов с резким падением после созревания урожая; минимальное содержание кальция в листьях было отмечено авторами при цветении и в начале роста плодов, максимальное – после созревания плодов; содержание железа и марганца было минимальным в начале роста плодов и особенно сильно возрастало после уборки урожая; максимальным содержанием меди и цинка отличались листья в начале цветения [11].

Нами также определен химический состав листьев мушмулы японской (табл. 2), по некоторым показателям не уступающий плодам.

Таблица 2

Массовая доля химических веществ в листьях мушмулы японской, собранных в период плодоношения

Образец листьев	Сухие в-ва, %	Сахара, %		Аскорбиновая к-та, мг/100 г	Титруемая к-сть, %	Лейкоантоцианы, мг/100 г
		моносахариды	сумма сахаров			
1-го года вегетации	91,7	1,7	3,2	8,9	0,34	493
2-го года вегетации	92,5	0,7	4,3	8,8	0,18	633

Определение минерального состава листьев показало, что в различные периоды вегетации они накапливают макроэлементы: Са – 1,4-2,1 %, К – 15-19 %, Mg – 1,3-1,7 %, Na – 0,07-0,11 % и микроэлементы: Fe – 0,07 %, Cu – 0,005 % в пересчёте на сухую массу (табл. 3).

Таблица 3

Концентрация минеральных элементов в листьях мушмулы японской, %

Образец листьев	Минеральные элементы					
	К	Са	Mg	Na	Fe	Cu
1-го года вегетации	19	1,4	1,7	0,07	0,07	0,005
2-го года вегетации	15	2,1	1,3	0,11	0,07	0,005

Листья мушмулы японской обладают антиоксидантной активностью, которая составляет, по нашим данным, 40-60 % в сравнении с синтетическим антиоксидантом ионолом, что определяет их терапевтический потенциал. Изучение химического состава листьев мушмулы открывает возможности использования их для лечебно-профилактических и медицинских целей.

Исследован также жирнокислотный состав семян мушмулы японской. Выход масла составил 12,7 %. Масло семян мушмулы представлено пятью жирными кислотами, в частности, на 45,4 % – олеиновой, на 32,5 % – линолевой, на 17,0 % – пальмитиновой, на 3,2 % – линоленовой и на 2,3 % – стеариновой. Наличие такого состава жирных кислот, в число которых входят незаменимые, свидетельствует о возможности использования масла семян мушмулы японской в лечебно-профилактических целях.

На основании полученных данных можно заключить, что *Eriobotrya japonica*, используемая в качестве декоративной породы на Южном берегу Крыма, может быть расценена также как плодовая культура субтропического региона, плоды, листья и семена которой могут быть использованы для пищевых и лечебно-профилактических целей. В связи с этим считаем целесообразным интродуцировать в Никитском ботаническом саду крупноплодные генотипы *Eriobotrya japonica* из субтропических районов Черноморского побережья Кавказа.

Список литературы

1. Барабой В.А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. – Киев: Наукова думка, 1976. – 260 с.
2. Галушко Р. В. Ритмы развития восточноазиатских древесных растений на Южном берегу Крыма // Труды Никит. ботан. сада. – 1984. – Т. 92. – С. 78-84.
3. Гоголашвили Л.А. Мушмула японская и ее лучшие сорта // Субтропические культуры. – 1976. – № 3-4. – С. 108-112.
4. Голубева И.В., Галушко Р.В., Кормилицын А.М. Методические указания по фенологическим наблюдениям над деревьями и кустарниками при их интродукции на юге СССР. – Ялта, 1977. – 25 с.
5. Ежов В.Н., Полонская А.К., Луканин А.С. Биотехнологические основы производства яблочного и виноградного пектина. – Ялта, 1992. – 48 с.
6. Ежов В.Н., Полонская А.К., Горина В.М., Куцелера Е.М., Зинькевич Э.Л., Сонина Е.Г. Использование ферментных препаратов в производстве продуктов из алычи // Материалы международного семинара “Лесные биологически активные ресурсы”. – Хабаровск, 2001. – С. 195-197.
7. Кольман Я., Рем К.Г. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2000. – 467 с.
8. Ломтатидзе Н.Д. Помологические и биохимические свойства плодов новой формы мушмулы японской // Субтропические культуры. – 1990. – №2 – С. 128-130.
9. Рихтер А.А. Совершенствование качества плодов южных культур. – Симферополь: Таврия, 2001. – 424 с.
10. Скрипников Ю.Г. Технология переработки плодов и ягод. – М.: Агропромиздат, 1988. – 285 с.
11. Burlo F., Vidal A., Gomez I., Matiax J. Evolution de la fraccion mineral en hoja y fruto *Eriobotrya japonica* L. (Cu. Algeri) // An. edafol. J. agrobiol. – 1988. – 47, № 11-12. – P. 1607-1618.
12. Wang Guirong, Lui Qiuhan, Shen Dexu. Изучение каротиноидов и аминокислот *Eriobotrya japonica* // Юаньши сюэбао. – Acta Hort. Sin. – 1991. – 18, №3. – С. 210-216.

Biochemical potention of fruits and vegetative organs of *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. in the condition of South Coast of the Crimea

Polonskaya A.K., Galushko R.V., Gerasimchuk V.N.

The biochemical characteristics of fruits, leaves, seeds of *Eriobotrya japonica* in the condition of South of the Crimea has been given. These data allowed to consider the ornamental plants *Eriobotrya japonica* as the potential fruit cultura.