

# СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ПЛОДАХ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

© 2022

Андреева И.А.

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва  
(г. Самара, Российская Федерация)

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности накопления флавоноидных комплексов в плодах некоторых плодово-ягодных культур, выращенных в условиях ботанического сада Самарского университета. Объектами данного исследования являлись плоды таких культур, как ампелопсис железистый (*Ampelopsis glandulosa* Elegans), шелковица белая (*Morus alba* L.), магония падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), бузина черная (*Sambucus nigra* L.). Зрелые плоды были собраны и переданы осенью 2021 года сотрудниками ботанического сада для изучения плодов этих растений на предмет содержания флавоноидов. Они сохранялись в замороженном состоянии, образцы использовались для приготовления спиртового экстракта с добавлением кислоты по соответствующей методике. Этот экстракт в дальнейшем использовался для снятия спектра и для количественного определения фенольных соединений общепринятым методом с помощью реактива Фолина–Чокальтеу для оценки содержания суммы веществ фенольной природы в конкретном образце. Ориентировочная оценка суммы фенольных соединений в исследуемых экстрактах показала, что объекты различаются по количеству извлекаемых фенольных соединений. На первом месте и в свежей, и сухой массе – магония, второе место делят между собой ампелопсис и бузина, наименьшее количество фенольных соединений обнаружено в плодах шелковицы.

**Ключевые слова:** флавоноиды; биологически активные вещества; *Ampelopsis glandulosa*; *Morus alba*; *Mahonia aquifolium*; *Sambucus nigra*; плодовые культуры; биохимический состав плодов.

## THE FLAVONOIDS CONTENT IN THE FRUITS OF SOME WOODY INTRODUCED SPECIES GROWN IN THE BOTANICAL GARDEN OF SAMARA UNIVERSITY

© 2022

Andreeva I.A.

Samara National Research University (Samara, Russian Federation)

**Abstract.** This paper discusses the features of the flavonoid complexes accumulation in the fruits of some fruit and berry crops that have been grown in the conditions of the Botanical Garden of Samara University. The objects of this study are the fruits of such crops as *Ampelopsis glandulosa* Elegans, *Morus alba* L., *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), *Sambucus nigra* L. Mature fruits were collected in the autumn of 2021 by the staff of the Botanical Garden to study the fruits of these plants for flavonoids. They were kept frozen, the samples were used to prepare an alcoholic extract with the addition of acid according to the appropriate method. This extract was further used for spectrum recording and for the quantitative determination of phenolic compounds by the conventional method using the Folin–Ciocalteu reagent to estimate the content of the substances of phenolic nature in a particular sample. An approximate estimate of the amount of phenolic compounds in the studied extracts showed that the objects differed in the amount of extracted phenolic compounds. Magonia was in the first place both in fresh and dry mass, the second place was shared by ampelopsis and elderberry. And the least amount of phenolic compounds was found in mulberry fruits.

**Keywords:** flavonoids; biologically active substances; *Ampelopsis glandulosa*; *Morus alba*; *Mahonia aquifolium*; *Sambucus nigra*; fruit crops; biochemical composition of fruits.

### Введение

Известно, что растения используют как конститутивные (присутствующие постоянно), так и индуцируемые (активируемые внешним фактором) структурно-функциональные признаки, для того чтобы выдерживать неблагоприятные биотические или абиотические условия и взаимодействовать с опылителями. При этом конститутивные химические, а также некоторые физические признаки могут быть постоянными или изменять свое проявление в зависимости от стадии развития, возраста растения или

других физиологических факторов. Более того, химические вещества, участвующие во взаимодействиях растений, синтезируются ими как в результате первичного, так и вторичного метаболизма, обеспечивающего образование веществ с высокой экологической активностью. Тем не менее важно подчеркнуть, что взаимодействия растений основаны на всех механизмах, физических и химических, вместе взятых; нет реальной границы, четко разделяющей их, и они вместе выступают как единое целое в реакции растения (табл. 1) [1].

**Таблица 1** – Структурные и химические механизмы, участвующие в защите растений от абиотических и биотических стрессоров и взаимодействиях организмов (приводится в переводе по [1])

<b>Защита от абиотических и биотических факторов</b>	
<i>Структурные особенности</i>	<i>Химические особенности</i>
Апопластические барьеры	Зависимость от абиотической окружающей среды
Железистые или нежелезистые структуры	Влияние на развитие сообщества (аллелопатия и др.)
Мимикрия и движения растений или частей растений	Взаимодействие с патогенами и фитофагами
<b>Привлечение опылителей и распространителей семян</b>	
<i>Особенности строения</i>	<i>Особенности химического состава</i>

Вторичные метаболиты относятся к группе веществ, имеющих определенное адаптивное значение, при этом по числу индивидуальных соединений лидируют фенольные соединения, алкалоиды и терпены [2; 3]. Флавоноиды представляют собой фенольные соединения, которое содержат в своей структуре фрагмент дифенилпропана (C6-C3-C6) и чаще всего представляют собой производные 2-фенилхромана (флаван) или 2-фенилхромона (флавоон). Термин «флавоноиды» был предложен в 1950-х годах английским ученым Т. Гейссманом [4, с. 3]. Эти вещества (их насчитывается более 4500 представителей) присутствуют в высших растениях в качестве вторичных метаболитов. Они синтезируются фенилпропаноидным путем, который начинается с превращения фенилаланина в 4-кумароил-КоА [5, р. 1214–1234].

Флавоноиды могут рассматриваться в качестве маркера для оценки внутри- и межпопуляционных различий, определения адаптивного потенциала и норм реакции видов. Изучение состава флавоноидов, которые синтезируют растения, может дать важную информацию о месте изначального возникновения вида и путях его расселения [6, с. 122]. Во многих литературных источниках не один раз упоминалось о биопротекторных функциях полифенолов, поскольку они участвуют в защите растений от действия стрессовых факторов. Так, к примеру, многие из них выполняют роль фильтров, защищая ткани от неблагоприятного воздействия УФ излучения. Они участвуют в дыхании растений и в энзиматических окислительно-восстановительных процессах совместно с аскорбиновой кислотой [7, с. 81]. Флавоноиды обладают рострегулирующей активностью (имеются данные об их функционировании в растениях в качестве гормоноподобных соединений) [8, с. 53–58]. Они принимают участие во взаимоотношениях растений с бактериями и грибами. Для фенольных соединений характерна так называемая аллелопатическая активность [9, с. 1198].

Синтез фенольных соединений вообще и флавоноидов в частности в первую очередь зависит от оптимальности условий (условия увлажнения, режим

освещенности) и от сезонных изменений (сезонная динамика, фазы онтогенеза) [10, с. 44–46].

Растительный организм как источник активных соединений, перспективных для использования в медицине, производстве функциональных продуктов питания и БАД, открывает широкие возможности для решения практических задач [11].

Согласно докладу ВОЗ, во многих государствах наблюдается тенденция роста доли населения с избыточным весом и ожирением. Одной из причин этого является несбалансированное питание, недостаток витаминов и других биологически активных веществ [12].

Известно, что организм человека нуждается в поливитаминных натуральных продуктах. По данным современной нутрициологии, значительное место среди них принадлежит плодово-ягодным культурам. Теория сбалансированного питания позволила дать научно обоснованные нормы потребления питательных веществ, а также преодолеть многие нутритивные дефекты и болезни, связанные с недостатком витаминов, незаменимых аминокислот, жирных кислот, микроэлементов [13, с. 19].

Фенольные соединения называют натуральными биологическими модификаторами реакции из-за способности изменять реакцию организма на аллергены, вирусы и канцерогены. Об этом говорят их противовоспалительные, антиаллергические, антивирусные и антиканцерогенные свойства. По антиоксидантной активности флавоноиды превосходят витамины С, Е и каротиноиды [14, с. 8]. Кроме того, хорошо известно капилляроукрепляющее действие некоторых классов флавоноидов, что отражено в названии – биофлавоноиды [9, с. 1198].

До настоящего времени, насколько можно судить по доступным источникам информации [7, с. 81–84; 8, с. 53–58; 15, с. 46–48; 16, с. 115–122; 17; 18, с. 27–33], присутствует определенный круг растений, плоды которых достаточно подробно рассматривались с точки зрения их флавоноидных спектров. В то же время огромное количество видов, формирующих окрашенные (содержащие флавоноиды) плоды, пока ждет детального рассмотрения своего химического состава, особенно в отношении вторичных метаболитов. В зависимости от их «набора», эти растения могут использоваться либо как пищевое сырье, либо как материал для экстракции различных соединений. Последнее, как мы считаем, может происходить, если в плодах присутствуют одновременно с флавоноидами компоненты, проявляющие негативные свойства по отношению к организму человека (детерминные свойства). Помимо природных мест произрастания, разнообразие таких растений, как правило, велико в коллекциях ботанических садов. Это соображение привело нас к рассмотрению в качестве объектов плодов ряда видов-интродуцентов, представленных в коллекциях ботанического сада Самарского университета. Плоды представителей родов жимолость, барбарис, ампелопсис, шелковица, магония, бузина, предоставленные нам для выполнения работы, были сформированы в насаждениях дендрария ботанического сада, поэтому особенности их химического состава, вполне возможно, способны несколько отличаться от показателей в природных ареалах, причем химический состав плодов для назван-

ных растений нельзя считать полностью изученным как в природных, так и в культивируемых ареалах. Это определяет актуальность и новизну выполняемого нами исследования, в рамках которого впервые проведена предварительная оценка качественного состава флавоноидных комплексов некоторых растений-интродуцентов из дендрологической коллекции ботанического сада Самарского университета.

**Цель исследования:** получение новой информации, относящейся к качественному и количественному составу экологически важных вторичных метаболитов плодов некоторых интродуцентов – их флавоноидных комплексов.

#### Объекты исследований

Объектами исследования являлись плоды следующих растений: ампелопсис железистый (*Ampelopsis glandulosa* Elegans), шелковица белая (*Morus alba* L.), магония падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.), бузина черная (*Sambucus nigra* L.), выращенные в условиях ботанического сада Самарского университета (государственный памятник природы, расположенный в Октябрьском районе города Самары) [19]. Они представляют собой взрослые, регулярно плодоносящие особи.

*Ampelopsis glandulosa* из семейства Vitaceae (Виноградовые) представляет собой быстрорастущую лиану. Научное название этого растения широко известно как *Ampelopsis brevipedunculata* и, по-видимому, является синонимом *A. glandulosa*. Природный ареал данного вида приурочен к Китаю, Японии, Дальнему Востоку, США [20; 21]. Листья этого растения разнообразны, но часто сильно лопастные [22; 23]. Ампелопсис имеет розово-фиолетово-лазорные ягоды (рис. 1). Выращиваясь в качестве декоративной лианы, может проявлять свойства инвазивного растения и внедряться в природные сообщества на лесных опушках, болотах, берегах рек и озер. В его корнях и плодах найдены: минеральные вещества: К, Fe, P, Mg, полисахариды, флавоноиды [24].

*Morus alba* из семейства Тутовые (Moraceae) представляет собой высокое дерево (15–20 м) с округлой серой кроной. Природный ареал вида охватывает Японию, Китай, Индию, Малую Азию, распространен в горных лесах. Возделывается за пределами природного ареала с целью получения пищевой продукции и в качестве кормового растения для тутового шелкопряда [25, с. 527]. Листья широкояйцевидные, 4–15 см, заостренные, часто разнородно-лопастные, светло-зеленые, листорасположение очередное. Цветки светло-зеленые с простым 4-раздельным околоцветником, мелкие, раздельнополюе, в сережковидных соцветиях. Плоды семянки в сочном околоцветнике (рис. 2), 1–5 см, белые, от розовых до пурпурно-черных, сладкие, съедобные [26; 27].

Шелковица богата витаминами и минералами, в плодах черной и белой шелковицы содержатся рутин, кверцетины, антоцианы и др. [29].

*Mahonia aquifolium* из семейства Барбарисовые (Berberidaceae) представляет собой вечнозеленый кустарник высотой до 1 м. В природном ареале произрастает в Западных штатах Северной Америки, от Британской Колумбии до Калифорнии, часто выращивается как декоративное растение за пределами природного ареала [30]. Листья сложные, непарноперистые. Цветки собраны в многоцветковые метел-

ки или кисти. Ягоды темно-синие, с сизым налетом, продолговато-эллиптические, длиной до 1 см, кисло-сладкие (рис. 3) [31]. Плоды магонии содержат много витамина С, корни содержат берберин и другие алкалоиды, придающие им горький вкус. В коре содержится много биологически активных веществ – берберин, медь, марганец, цинк, натрий, кремний. В плодах и семенах также содержатся такие флавоноиды, как кверцетин, рутин, изокверцетин [32]. Корень и кора магонии используются для лечения кожных заболеваний [33].

*Sambucus nigra* из семейства Адоковые (Adoxaceae) представляет собой кустарник или небольшое дерево высотой 5–6 м. Природный ареал приурочен к Западной Европе, произрастает в Литве, на Кавказе и в Крыму. Выращивается как декоративное растение в других районах [35]. Листья сложные. Цветки мелкие, душистые, беловато-кремовые, собраны в метельчатые соцветия. Плод – сочная костянка, черно-фиолетовая в созревшем состоянии (рис. 4). Бузина черная растет в подлеске широколиственных лесов, по берегам рек. Целебными свойствами обладают практически все части растения. Среди рассмотренных нами объектов бузина оказалась наиболее изученной на предмет вторичных метаболитов. Анализ бузины показал, что она содержит компоненты с высокой биологической активностью, прежде всего полифенолы, в основном антоцианы, флавонолы, фенолокислоты и проантоцианидины, а также терпены и лектины [36]. Цветки бузины содержат рутин, холин, эфирное масло, гликозид самбунигрин, расщепляющийся на синильную кислоту, бензальдегид и глюкозу. В листьях и плодах найдены аминокислоты (тирозин), карбоновые кислоты, дубильные вещества, аскорбиновая кислота и каротин [37].

#### Материалы и методика исследований

Зрелые плоды *Ampelopsis glandulosa*, *Morus alba*, *Mahonia aquifolium*, *Sambucus nigra* были собраны сотрудниками в дендрарии ботанического сада Самарского университета осенью 2021 года, переданы для проведения работ и сохранялись в замороженном состоянии. Пробы плодов использовались для получения экстрактов флавоноидов.

Экстракцию флавоноидов выполняли в соответствии с методикой [39]. Точные навески (около 1 г) ягод помещали в колбу вместимостью 250 мл, прибавляли 100 мл 1% раствора соляной кислоты, колбу выдерживали на водяной бане при температуре +40...+45°C в течение 15 мин. Извлечение фильтровали через ватный диск в мерную колбу вместимостью 250 мл. Вату с сырьем снова помещали в колбу, прибавляли 100 мл 1% раствора соляной кислоты, предварительно смывая частицы мякоти плодов с воронки в колбу, и повторяли экстрагирование тем же способом. Затем содержимое колбы снова фильтровали через вату в ту же мерную колбу. Сырье на фильтре промывали 40 мл 1% раствора соляной кислоты, после охлаждения фильтрата доводили объем до метки. Полученное извлечение фильтровали через бумажный фильтр в колбу вместимостью 250 мл, отбрасывая первые 10 мл фильтрата.

Этот экстракт в дальнейшем использовался для снятия спектра и для количественного определения фенольных соединений с помощью реактива Фолина–Чокальтеу по методу Свейна–Хиллиса [40, р. 63–68] в модификации фирмы-изготовителя реактива.



Рисунок 1 – Плоды *Ampelopsis glandulosa* (Wallich) Morniy. [23]



Рисунок 2 – Плоды *Morus alba* L. [28]



Рисунок 3 – Плоды *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. [34]



Рисунок 4 – Плоды *Sambucus nigra* L. [38]

Оптическую плотность полученных экстрактов измеряли на спектрофотометре СФ-46 в диапазоне длин волн от 200 до 640 нм с шагом измерения 5 нм. В качестве раствора сравнения использовали 1% раствор соляной кислоты [39, с. 14–17].

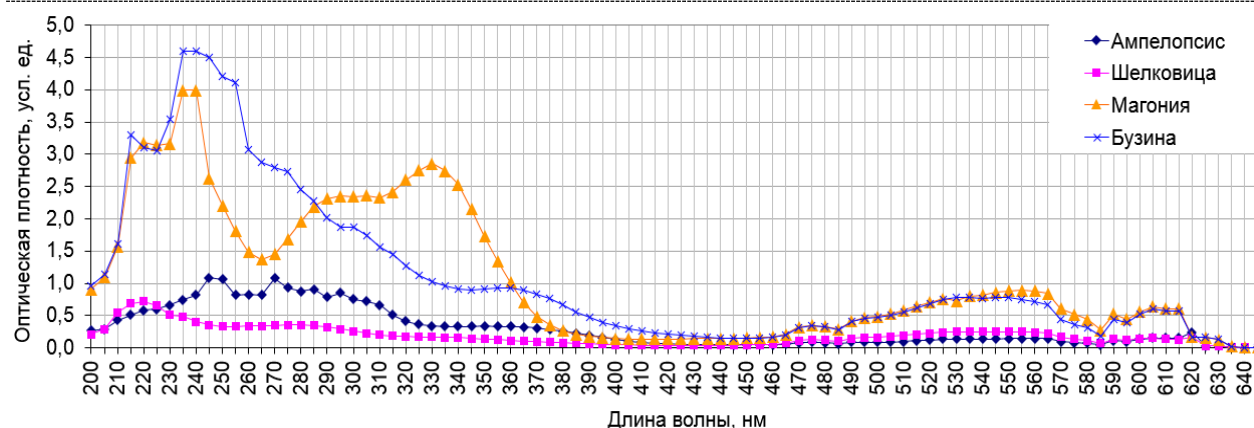
Проведение фенольных соединений по методу Свейна–Хиллиса [40, р. 63–68] выполняли с использованием готового реактива Фолина–Чокальтеу производства фирмы Ранстеас (Испания) в капельной модификации определения, предложенной изготовителем реактива. Для этого к пробам экстрактов добавляли по 3 капли реактива Фолина–Чокальтеу, полученные растворы перемешивали, добавляли 3 капли 30% раствора гидроксида натрия. Для получения контрольного образца использовали 1% раствор соляной кислоты, построение калибровочного графика выполняли с использованием стандарта – раствора галловой кислоты. Оптическую плотность растворов измеряли с помощью фотоэлектроколориметра КФК-2 при красном светофильтре (длина волны 725–730 нм) [40, р. 63–68].

#### Результаты исследований и их обсуждение

УФ-спектры извлечений из проб плодов 0,1% раствором соляной кислоты, построенные с помощью Excel по данным оптической плотности, представлены на рис. 5.

Анализируя спектры, полученные для различных экстрактов, можно отметить определенные различия фракционного состава и количества веществ, предположительно относящихся к группе флавоноидов. Так, оценивая рисунок по двум характеристикам: приуроченность пиков к соответствующему спектральному участку (качественная) и высота пиков (количественная), можно сказать, что определенные области спектров оказываются сходными у ботанически не родственных растений (*Mahonia aquifolium* и *Sambucus nigra*). В то же время имеются некоторые различия, не столько в положении пиков, сколько в их выраженности, то есть в высоте пика (оптической плотности растворов в данной спектральной области).





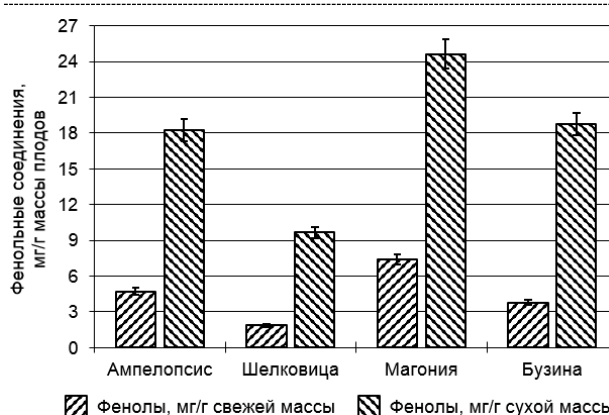
**Рисунок 5** – УФ-спектры извлечений 0,1% раствором соляной кислоты образцов ягод *Ampelopsis glandulosa*, *Morus alba*, *Mahonia aquifolium*, *Sambucus nigra*

Как следует из представленного графика, экстракт из плодов *Sambucus nigra*, среди изученных нами растений, количественно показывает наиболее высокое содержание компонентов, соответствующих данному пику (230–240 нм). Что касается *Mahonia aquifolium*, ее спектрограмма демонстрирует наличие двух значительных по площади пиков в диапазоне 210–360 нм. Первый из них, соответствующий 230–240 нм, несколько ниже по высоте (оптической плотности) соответствующего пика на спектрограмме экстракта бузины. Второй пик, в области поглощения 320–340 нм, демонстрирует максимальный среди всех объектов уровень оптической плотности в данной части спектра. Данному объекту свойственна также максимальная по сравнению с другими образцами оптическая плотность в спектральной области 300–350 нм.

У *Morus alba* и *Ampelopsis glandulosa* общая высота линии спектра в области максимума ниже, чем у двух других объектов, более чем в 4 раза, и сами пики выражены не так резко. Для данных экстрактов, насколько можно судить по спектрограмме, характерно меньшее содержание флавоноидов, при сохранении сходной картины спектра, что особенно характерно для длинноволнового его участка (от 460 нм).

Таким образом, предварительное сопоставление картин спектров показывает, что более выраженным индивидуальным характером обладают их участки, относящиеся к коротковолновой области (210–340 нм ориентировочно), для которых прослеживаются не только количественные, но и качественные различия. Напротив, спектральный участок 470–630 нм обнаруживает количественные различия при совпадении качественной картины спектров.

Ориентировочная оценка сумма фенольных соединений в исследуемых экстрактах показала, что объекты различаются по количеству извлекаемых фенольных соединений. Наибольшее количество фенольных соединений выявлено у магонии и в свежей и сухой массе (7,41 и 24,62 мг/г соответственно), на втором месте по содержанию исследуемых веществ – ампелопсис и бузина (скорее всего, это указывает на то, что у этих растений плоды разной оводненности). И наименьшее количество фенольных соединений обнаружено в плодах шелковицы (рис. 6).



**Рисунок 6** – Концентрация фенольных соединений в плодах *Ampelopsis glandulosa*, *Morus alba*, *Mahonia aquifolium*, *Sambucus nigra*, выращенных в условиях ботанического сада Самарского университета

### Выводы

Таким образом, среди рассмотренных нами четырех объектов, выращенных в условиях дендрария ботанического сада Самарского университета, плоды *Sambucus nigra* и *Mahonia aquifolium* характеризуются наибольшим содержанием веществ, имеющих максимумы поглощения в спектральной области 246–260 нм. Отличительной чертой спектра для экстракта плодов *Mahonia aquifolium* является присутствие широкого пика в области поглощения 320–340 нм и общая область высокой оптической плотности в диапазоне 300–350 нм. Данные объекты предположительно можно рассматривать в качестве более перспективного источника веществ флавоноидной природы.

Отличительной чертой спектра для экстракта плодов *Mahonia aquifolium* является присутствие широкого пика в области поглощения 320–340 нм и общая область высокой оптической плотности в диапазоне 300–350 нм.

У *Morus alba* и *Ampelopsis glandulosa* общая высота линии спектра в области максимума ниже, чем у двух других объектов, более чем в 4 раза, и сами пики выражены не так резко. Для данных экстрактов, насколько можно судить по спектрограмме, характерно меньшее содержание флавоноидов, при сохранении сходной картины спектра, что особенно характерно для длинноволнового его участка (от 460 нм).

В целом сопоставление картин спектров показало, что большей выраженностью индивидуального характера обладали участки, относящиеся к коротковолновой области (210–340 нм ориентировочно), для которых прослеживались не только количественные, но и качественные различия. Спектральные участки 470–630 нм обнаружили количественные различия при совпадении качественной картины спектров.

Ориентировочная оценка суммы фенольных соединений в исследуемых экстрактах показала, что объекты различаются по количеству извлекаемых фенольных соединений. Среди изучавшихся объектов плоды *Sambucus nigra* и *Mahonia aquifolium* предположительно можно рассматривать в качестве более перспективного источника веществ флавоноидной природы.

#### Благодарность

Выражаем признательность сотрудникам отдела дендрологии ботанического сада Самарского университета за возможность выполнения данной работы – предоставление плодов *Ampelopsis glandulosa*, *Morus alba*, *Mahonia aquifolium*, *Sambucus nigra*, сформированных растениями, произрастающими в дендрологической коллекции.

#### Список литературы:

1. Figueiredo A.C. et al. Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils // *Flavour and Fragrance Journal*. 2008. Vol. 23, № 4. P. 213–226.
2. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В. Вторичные метаболиты растений и биотехнология: учебник / отв. ред. Н.В. Загоскина. Ярославль: Филигрань, 2019. 155 с.
3. Борисова Г.Г., Ермошин А.А., Малева М.Г., Чукина И.Б. Основы биохимии вторичного обмена растений: учеб.-метод. пособие. Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. 128 с.
4. Федосеева Г.М., Минович В.М., Горячкина Е.Г., Переломова М.В. Фитохимический анализ растительного сырья, содержащего флавоноиды: методическое пособие по фармакогнозии. Иркутск: ИГМУ, 2009. 67 с.
5. Ververidis F.F., Trantas E., Douglas C., Vollmer G., Kretzschmar G., Panopoulos N. Biotechnology of flavonoids and other phenylpropanoid-derived natural products. Part I: Chemical diversity, impacts on plant biology and human health // *Biotechnology Journal*. 2007. Vol. 2, iss. 10. P. 1214–1234. DOI: 10.1002/biot.200700084.
6. Полякова Л.В., Ершова Э.А. Изменчивость фенольных соединений у некоторых травянистых и древесных растений от межпопуляционного до внутрииндивидуального (эндогенного) уровня // *Химия растительного сырья*. 2000. № 1. С. 121–129.
7. Федосеева Л.М., Тимохин Е.В. Изучение флавоноидов красных листьев бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitch., произрастающего на Алтае // *Химия растительного сырья*. 1999. № 4. С. 81–84.
8. Николаева Т.Н., Загоскина Н.В., Запроматов М.Н. Образование фенольных соединений в каллусных культурах чайного растения под действием 2, 4-Д и НУК // *Физиология растений*. 2009. Т. 56, № 1. С. 53–58.
9. Щербаков А.В., Чистякова М.В., Усманов И.Ю. Экологические аспекты регуляции пластичности накопления флавоноидов на Южном Урале // *Вестник Башкирского университета*. 2011. Т. 16, № 4. С. 1198–1205.
10. Щербаков А.В. Особенности состава флавоноидов популяций растений как проявление адаптаций в Samara Journal of Science. 2022. Vol. 11, iss. 2
11. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: методические рекомендации. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 28 с.
12. Основные показатели здоровья в Европейском регионе ВОЗ 2020. В центре внимания: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года [Электронный ресурс] // Европейское региональное бюро ВОЗ. <https://www.euro.who.int/ru/data-and-evidence/evidence-resources/core-health-indicators-in-the-who-european-region/core-health-indicators-in-the-who-european-region-2020.-special-focus-2030-sustainable-development-agenda>.
13. Тель Л.З., Даленов Е.Д., Абдулдаева А.А., Коман И.Э. Нутрициология: учебник. М.: Литтерра, 2019. 544 с.
14. Сорокина О.Н., Сумина Е.Г., Петракова А.В., Барышева С.В. Спектрофотометрическое определение суммарного содержания флавоноидов в лекарственных препаратах растительного происхождения // *Известия Саратовского ун-та. Новая серия. Сер. Химия. Биология. Экология*. 2013. Т. 13, вып. 3. С. 8–11.
15. Дубцова Г.Н., Негматуллоева Р.Н. Фенольные соединения и антиоксидантная активность в порошках из плодов шиповника // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2011. № 4. С. 46–48.
16. Макарова Н.В., Валиулина Д.Ф., Азаров О.И., Кузнецов А.А. Сравнительные исследования содержания фенольных соединений, флавоноидов и антиоксидантной активности яблок разных сортов // *Химия растительного сырья*. 2018. № 2. С. 115–122. DOI: 10.14258/jcrpm.2018022205.
17. Исайкина Н.В., Коломиец Н.Э., Абрамцев Н.Ю., Бондарчук Р.А. Исследование фенольных соединений экстрактов плодов рябины обыкновенной // *Химия растительного сырья*. 2017. № 3. С. 131–139. DOI: 10.14258/jcrpm.2017031777.
18. Блиникова О.М., Елисеева Л.Г., Жидехина Т.В., Брыксин Д.М., Хромов Н.В. Флавоноиды и другие биологически активные соединения ягод жимолости и аронии черноплодной // *Товаровед продовольственных товаров*. 2014. № 4. С. 27–33.
19. Самарский ботанический сад – особо охраняемая природная территория: история коллекционные фонды, достижения / под общ. ред. С.А. Розно, Л.М. Кавеленовой. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2011. 128 с.
20. *Ampelopsis glandulosa* (Wall.) Momiy. [Internet] // GBIF Secretariat. <https://www.gbif.org/species/7293727>.
21. Nagasaki O. Functional specialization for pollination by scoliid wasps and solitary bees of *Ampelopsis glandulosa* (Vitaceae) // *Flora*. 2021. Vol. 284. DOI: 10.1016/j.flora.2021.151921.
22. *Ampelopsis glandulosa* – Amur peppervine [Internet] // Go Botany. <https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/ampelopsis/glandulosa>.
23. *Ampelopsis glandulosa* (Wall.) Y. Momiyama [Internet] // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. <https://www.plantarium.ru/page/view/item/44743.html>.
24. Yabe N., Tanaka K., Matsui H. An ethanol-extract of *Ampelopsis brevipedunculata* (Vitaceae) berries decreases ferrous iron-stimulated hepatocyte injury in culture // *Journal of Ethnopharmacology*. 1998. Vol. 59, iss. 3. P. 147–159. DOI: 10.1016/s0378-8741(97)00121-9.
25. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. 2.

Покрытосеменные (Злаки–Никтагиновые). М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 610 с.

26. Хаберер М. Декоративные деревья и кустарники: 320 растений для сада и ландшафта: карманный атлас / пер. с нем. И.А. Забелиной. М.: Рипол Классик, 2002. 192 с.

27. Встовская Т.Н., Коропачинский И.Ю. Определитель местных и экзотических древесных растений Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 701 с.

28. Онищенко Л. Изображение *Morus alba* L. (семейство Морaceae) – Шелковица белая [Электронный ресурс] // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн-атлас и определитель растений. <https://www.plantarium.ru/page/image/id/687539.html>.

29. Pawlowska A.M., Oleszek W., Braca A. Qualitative analyses of flavonoids of *Morus nigra* L. and *Morus alba* L. (Moraceae) fruits // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2008. Vol. 56, iss. 9. P. 3377–3380. DOI: 10.1021/jf703709r.

30. *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. [Internet] // GBIF Secretariat. <https://www.gbif.org/species/3033865>.

31. Плотникова Л.С. Деревья и кустарники рядом с нами. М.: Наука, 1994. 175 с.

32. Боголюбов А.С., Кравченко М.В. Компьютерный цифровой атлас-определитель ягод и других дикорастущих сочных плодов России [Электронный ресурс] // <http://ecosystema.ru/04materials/guides/16fruits.htm>.

33. Rackova L., Oblozinsky M., Kostalova D., Kettmann V., Bezakova L. Free radical scavenging activity and lipoxygenase inhibition of *Mahonia aquifolium* extract and

isoquinoline alkaloids // Journal of Inflammation. 2007. Vol. 4, iss. 15. DOI: 10.1186/1476-9255-4-15.

34. Онищенко Л. Изображение *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. (семейство Berberidaceae) – Магония падуболистная [Электронный ресурс] // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн-атлас и определитель растений. <https://www.plantarium.ru/page/image/id/644810.html>.

35. *Sambucus nigra* L. [Internet] // GBIF Secretariat. <https://www.gbif.org/species/2888728>.

36. Sidor A., Gramza-Michałowska A. Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review // Journal of Functional Foods. 2015. Vol. 18, part B. DOI: 10.1016/j.jff.2014.07.012.

37. Цветки бузины черной [Электронный ресурс] // Зеленая аптека. [http://www.fito.nnov.ru/special/glycozides/flavo/sambucus\\_nigra](http://www.fito.nnov.ru/special/glycozides/flavo/sambucus_nigra).

38. Спиваковский Е. Изображение *Sambucus nigra* L. (семейство Sambucaceae) – Бузина чёрная [Электронный ресурс] // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн-атлас и определитель растений. <https://www.plantarium.ru/page/image/id/627548.html>.

39. Бутенко Л.И., Подгорная Ж.В. Исследования антоцианового комплекса ягод, прошедших криообработку // Успехи современного естествознания. 2016. № 11–1. С. 14–17.

40. Swain J., Hillis W.E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents // Journal of the Science of Food and Agriculture. 1959. Vol. 10, № 1. P. 63–68.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<b>Андреева Ирина Александровна</b> , аспирант кафедры экологии, ботаники и охраны природы; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва (г. Самара, Российская Федерация). E-mail: <a href="mailto:irinaandreeva13@mail.ru">irinaandreeva13@mail.ru</a> .	<b>Andreeva Irina Aleksandrovna</b> , postgraduate student of Ecology, Botany and Nature Protection Department; Samara National Research University (Samara, Russian Federation). E-mail: <a href="mailto:irinaandreeva13@mail.ru">irinaandreeva13@mail.ru</a> .

#### Для цитирования:

Андреева И.А. Содержание флавоноидов в плодах некоторых древесных интродуцентов, выращиваемых в условиях ботанического сада Самарского университета // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 2. С. 16–22. DOI: 10.55355/snv2022112101.