

<https://doi.org/10.33380/2305-2066-2023-12-3-89-95>
УДК 615.322



Оригинальная статья / Research article

Состав и содержание гидролизуемых таннинов в листьях фейхоа, *Acca sellowiana*

Т. А. Кроль✉, Д. Н. Балеев, В. И. Осипов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР), 117216, Россия, Москва, ул. Грина, д. 7

✉ Контактное лицо: Кроль Татьяна Анатольевна. E-mail: tatianakroll1@gmail.com

ORCID: Т. А. Кроль – <https://orcid.org/0000-0003-4642-651X>; Д. Н. Балеев – <https://orcid.org/0000-0002-1228-0594>; В. И. Осипов – <https://orcid.org/0000-0002-8383-9965>.

Статья поступила: 30.06.2022

Статья принята в печать: 07.07.2023

Статья опубликована: 25.08.2023

Резюме

Введение. Растение *Acca sellowiana*, или фейхоа, принадлежит к семейству *Myrtaceae* и представляет собой вечнозеленый кустарник или небольшое дерево высотой 4–6 метров. Фитохимический состав наиболее подробно изучен у плодов *A. sellowiana*. Показано, что они наиболее богаты фенольными кислотами, гидролизуемыми и конденсированными таннинами, стероидными сапонинами и флавоноидами. Известно, что гидролизуемые таннины обладают высокой биологической активностью.

Цель. Изучить состав и содержание гидролизуемых таннинов в листьях *A. sellowiana*.

Материалы и методы. Ультраэффективная жидкостная хроматография в комбинации с диодным и масс-спектрометрическим детекторами.

Результаты и обсуждение. В результате анализа в экстракте из листьев *A. sellowiana* были обнаружены 22 фенольных соединения. Они были классифицированы как флаван-3-олы, флавоноиды и гидролизуемые таннины. Два соединения идентифицировать не удалось. Общее содержание гидролизуемых таннинов составило 44,28 мг/г или 90 % всех фенольных соединений. При этом эллаготаннины были основными фенольными соединениями экстракта. Их содержание составило 40,47 мг/г, тогда как галлоилглюкоз только 3,81 мг/г.

Заключение. Таким образом, изучен состав и содержание гидролизуемых таннинов в листьях растений *A. sellowiana*, интродуцированных в оранжерейном комплексе ФГБНУ ВИЛАР. Показано, что листья накапливают в основном мономерные эллаготаннины, на долю которых приходится 92 % от общего содержания гидролизуемых таннинов. Полученные данные свидетельствуют, что листья *A. sellowiana* могут быть использованы в качестве сырья для получения экстрактов с высоким содержанием эллаготаннинов и разработки на их основе лекарственных препаратов.

Ключевые слова: *Acca sellowiana*, жидкостная хроматография, фенольные соединения, гидролизуемые таннины

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Т. А. Кроль и Д. Н. Балеев участвовали в обработке полученных данных и написании текста статьи. В. И. Осипов проводил хроматографический анализ и анализ полученных данных, осуществлял научно-теоретическое управление исследованием и рецензирование статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

Благодарность. Авторы выражаем благодарность проф. Ю.-П. Салминен, Университет Турку (Финляндия), за предоставленную возможность использовать УЭЖХ-ДД-МС-систему.

Для цитирования: Кроль Т. А., Балеев Д. Н., Осипов В. И. Состав и содержание гидролизуемых таннинов в листьях фейхоа, *Acca sellowiana*. Разработка и регистрация лекарственных средств. 2023;12(3):89–95. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2023-12-3-89-95>

Composition and Content of Hydrolysable Tannins in Feijoa Leaves, *Acca sellowiana*

Tatiana A. Krol✉, Dmitry N. Baleev, Vladimir I. Ossipov

All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, 7/1, Greena str., Moscow, 117216, Russia

✉ Corresponding author: Tatiana A. Krol. E-mail: tatianakroll1@gmail.com

ORCID: Tatiana A. Krol – <https://orcid.org/0000-0003-4642-651X>; Dmitry N. Baleev – <https://orcid.org/0000-0002-1228-0594>; Vladimir I. Ossipov – <https://orcid.org/0000-0002-8383-9965>.

Received: 30.06.2022

Revised: 07.07.2023

Published: 25.08.2023

Abstract

Introduction. *Acca sellowiana*, or feijoa belongs to the *Myrtaceae* family and it is an evergreen shrub or small tree 4–6 meters high. The phytochemical composition has been most thoroughly studied in the fruits of *A. sellowiana*. It has been shown that feijoa is rich in phenolic acids, hydrolysable and condensed tannins, steroidal saponins, and flavonoids. Hydrolysable tannins are known to have high biological activity.

Aim. To study the composition and content of hydrolysable tannins in the leaves of *A. sellowiana*.

Materials and methods. Ultra-high performance liquid chromatography coupled with diode array detection and mass spectrometry.

Results and discussion. The results obtained showed the presence of 22 phenolic compounds in the extract of the *A. sellowiana* leaves. They have been classified as flavan-3-ols, flavonoids and hydrolysable tannins. Two compounds could not be identified. The total content of hydrolysable tannins was 44,28 mg/g (90 % of the total phenolic content). At the same time, ellagitannins were the main phenolic compounds of the extract (40,47 mg/g), while the amount of galloyl-glucose was only 3,81 mg/g.

© Кроль Т. А., Балеев Д. Н., Осипов В. И., 2023

© Krol T. A., Baleev D. N., Ossipov V. I., 2023

Conclusions. Composition and content of hydrolysable tannins in the leaves of *A. sellowiana* introduced in the greenhouse of VILAR have been studied. The leaves accumulate mainly monomeric ellagitannins represented 92 % of the total content of hydrolysable tannins. The data obtained indicate that the leaves of *A. sellowiana* can be used as a raw material for obtaining extracts with a high content of ellagitannins and developing drugs based on them.

Keywords: *Acca sellowiana*, liquid chromatography, phenolic compounds, hydrolysable tannins

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Tatiana A. Krol and Dmitry N. Baleev participated in the processing of the obtained data and writing the text of the article. Vladimir I. Ossipov carried out chromatographic analysis and analysis of the obtained data, carried out scientific and theoretical management of the study and reviewed the article.

Acknowledgment. We express our gratitude to Prof. Juha-Pekka Salminen, University of Turku (Finland), for the opportunity to use the UPLC-UV-MS system.

For citation: Krol T. A., Baleev D. N., Ossipov V. I. Composition and content of hydrolysable tannins in feijoa leaves, *Acca sellowiana*. *Drug development & registration*. 2023;12(3):89–95. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2023-12-3-89-95>

ВВЕДЕНИЕ

Растение *Acca sellowiana*, или фейхоа, принадлежит к семейству *Myrtaceae* и представляет собой вечнозеленый кустарник или небольшое дерево высотой 4–6 метров [1]. Данный вид произрастает в тропическом и субтропическом климате [2]. Естественный ареал его произрастания охватывает территорию Южной Америки (юг Бразилии и север Уругвая) [3]. Однако *A. sellowiana* культивируется во многих странах, в том числе и на юге России [4]. Растения *A. sellowiana* известны прежде всего благодаря своим ароматным, обладающим высокими вкусовыми качествами плодам с восковидной зеленой кожурой и плотной, зернистой, сочной и сладкой мякотью медового цвета [5]. Из-за высокого содержания свободного йода *A. sellowiana* используется при лечении и профилактике заболевания щитовидной железы [6]. Показано, что плоды и листья данного вида обладают антибактериальной активностью в отношении ряда грамположительных и грамотрицательных бактерий [7]. Кроме того, экстракт из плодов эффективен в отношении как чувствительных, так и резистентных опухолевых клеток [8], обладает противомикробной и противогрибковой активностью [9] и оказывает противовоспалительное и иммуностимулирующее действие [10].

Фитохимический состав наиболее подробно изучен у плодов *A. sellowiana* [1]. Показано, что мякоть и кожура наиболее богаты фенольными кислотами, гидролизуемыми и конденсированными таннинами, стероидными сапонинами и флавоноидами. Общее

содержание фенольных соединений в плодах варьирует в зависимости от генотипа [11].

Цветки характеризуются высоким содержанием антоцианов и флавонолов [12]. Идентифицированы дельфинидин-диглюкозид, дельфинидин-3-О-глюкозид, дельфинидин-пентозид, цианидин-3-О-глюкозид [12], а также эллаготаннин педункулагин и галловая кислота [1]. В листьях *A. sellowiana* также идентифицированы фенольные кислоты, в том числе протокатеховая, п-кумаровая, галловая, кофейная, феруловая, сиреневая и эллаговая кислоты [11, 13, 14]. Обнаружены различные гидролизуемые таннины (стриктинин, казуарин, касталагин) и фенилпропаноиды (умбеллиферон) [15]. Показано наличие таких флавоноидов, как катехин, кемпферол, кверцетин, изокверцетин, нарингенин, мирицетин, рутин, авикулярин, кверцитрин и эриодиктиол [13–15].

Особый интерес представляют гидролизуемые таннины (галлоилглюкозы, галлотаннины и эллаготаннины), содержащие в качестве центрального ядра полиол (обычно глюкозу), образующий сложноэфирные связи с фенольными группами [16]. Образование эллаготаннинов из галлоилглюкозы происходит в результате окислительного взаимодействия галловых кислот с образованием гексагидроксидифеноиловых групп. Структурное разнообразие эллаготаннинов проявляется за счет олигомеризации мономеров и раскрытия полиольного ядра [17]. В результате молекулярная масса эллаготаннинов может достигать 5000 Да [18].

Известно, что гидролизуемые таннины обладают высокой биологической активностью [19]. В связи с этим целью исследования было изучение состава

и содержания гидролизуемых танинов в листьях *A. sellowiana* методом ультраэффективной жидкостной хроматографии в комбинации с диодным и масс-спектрометрическим детекторами (УЭЖХ-ДД-МС).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования

Объектом исследований были листья дерева *Asca sellowiana* (O. Berg) Burre [syn. *Feijoa sellowiana* (O. Berg.)] высотой около 6 метров, ранее интродуцированного и растущего в оранжерее Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР. Возраст дерева 40 лет. Листья были собраны в 2019 году в период цветения и хранились в холодильнике при температуре -20°C .

Подготовка образцов

Перед началом исследования листья лиофильно высушивали в течение 72 часов (FreeZone 2.5 L, Labconco, США) и гомогенизировали с помощью вибрационной мельницы (MM 400, Retsch, Германия) при частоте 20 Гц в течение 2 минут. Затем образец измельченных листьев массой 20,0 мг экстрагировали в 1 мл 80%-го ацетона (для хроматографии, ООО «Компонент-Реактив», Россия) при постоянном перемешивании в течение 60 минут (Vortex Genie 2, Scientific Industries, Inc., США) и экстракт отделяли центрифугированием в течение 20 минут при 14 000 об/мин (5430R, Eppendorf, Германия). Экстракцию образца повторяли еще два раза. Объединенный экстракт упаривали досуха при 45°C в вакуумном концентраторе (CentriVap, Labconco, США), растворяли в 1 мл деионизованной воды (Direct-Q 3, Merck, Германия) в течение 60 минут и центрифугировали в течение 20 минут при 14 000 об/мин. Полученный водный раствор метаболитов разбавляли в 5 раз водой, фильтровали (PTFE filter Clean 2, 0,45 μm , Thermo Fisher Scientific, США) и фенольные соединения анализировали методом УЭЖХ-ДД-МС.

УЭЖХ-ДД-МС-анализ

При изучении состава фенольных соединений использовали ультраэффективную жидкостную хроматографическую систему ACQUITY UPLC[®] 2.9.0 (Waters Corporation, США), которая включала фотодиодный детектор (190–500 нм) и тройной квадрупольный масс-спектрометр Xevo[®] TQ (Waters Corporation, США). Хроматографическое разделение проводили на колонке ACQUITY UPLC[®] BEH Phenyl ($100 \times 2,1$ мм, 1,7 μm , Waters, Ирландия) в градиенте двух систем: (А) 0,1%-й водный раствор муравьиной кислоты (Sigma-Aldrich, США); (Б) ацетонитрил (HPLC grade, MACRON, Польша). Условия УЭЖХ: 0–0,5 мин, 0,1 % Б в А; 0,5–5,0 мин, 0,1–30,0 % Б в А (линейный градиент); 5,0–6,0 мин, 30–35 % Б в А (линейный градиент). Скорость потока

элюента – 0,5 мл/мин, объем введенного образца – 5 мкл. Регистрация при 280 нм [20]. Масс-спектрометр функционировал в режиме регистрации отрицательных ионов, обработка данных проводилась с использованием DataAnalysis 4.0.

Идентификация фенольных соединений

Идентификацию фенольных соединений проводили, анализируя УФ- и масс-спектры соединений и сравнивая полученные результаты с данными, опубликованными в литературе [1, 12, 21–23].

Количественное определение фенольных соединений

Содержание основных классов фенольных соединений определяли, используя метод мониторинга множественных реакций, который характеризуется высокой чувствительностью и селективностью [20]. Содержание фенольных соединений выражали в мг на 1 г сухой массы листьев, используя калибровочные графики стандартов различных фенольных соединений (кофейная кислота [C0625-5G, $\geq 98,0$ % (HPLC)], 1,2,3,4,6-пентагаллоилглюкоза [PHL82752-10MG, $\geq 90,0$ % (HPLC)], эллаговая кислота [14668-50MG, $\geq 95,0$ % (HPLC)], галловая кислота (91215-100MG, certified reference material), кверцетин [PHL89262-20MG, $\geq 95,0$ % (HPLC)], кемпферол [96353-10MG, $\geq 99,0$ % (HPLC)], мирицетин [72576-10MG, $\geq 98,0$ % (HPLC)] (Sigma-Aldrich, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного анализа в экстракте из листьев *A. sellowiana* обнаружены 22 фенольных соединения (рисунок 1). На основании УФ-спектров фенольные соединения были классифицированы как флаван-3-олы, флавоноиды и гидролизуемые танины. Два соединения идентифицировать не удалось.

Соединения **1**, **2**, **3** (время удерживания 0,90, 1,07, 1,13 минут) имели УФ-спектр с одним максимумом поглощения в области 223 нм, что характерно для эллаготанинов, в структуре которых отсутствуют галлоильные группы. Все три соединения имели депропротонированный ион $[\text{M-H}]^{-}$ m/z 481 и идентифицированы как изомеры гексагидроксифеноил-гексозида (ГГДФ-гексозид) (рисунок 2, А).

Соединения **4** и **5** практически не разделялись хроматографией и регистрировались при 280 нм в виде одного пика. Однако сравнение профилей интенсивных ионов m/z 481 и 633 показало, что эти ионы принадлежат масс-спектрам двух разных соединений. Соединение **4** идентифицировано как изомер гексагидроксифеноил-гексозида. Соединение **5** имело депротонированный ион m/z 633 и идентифицировано как стриктинин, что подтверждается наличием в масс-спектре фрагмента m/z 169 [Галло-

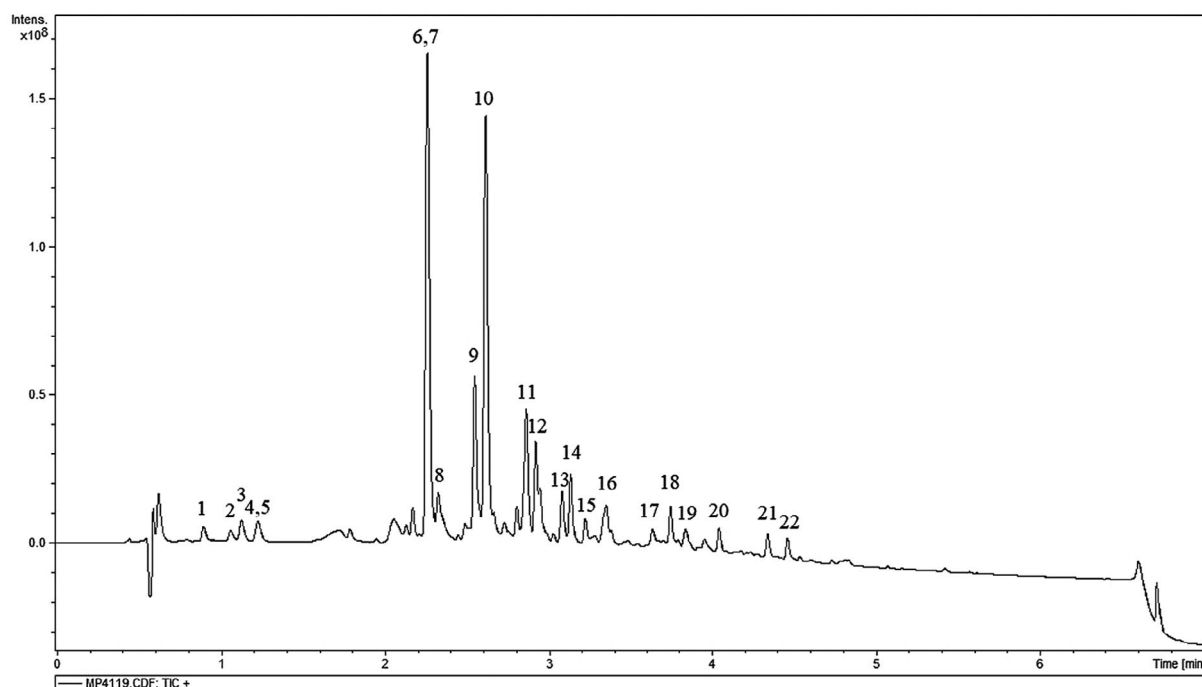


Рисунок 1. УЭЖХ-УФ-профиль (280 нм) фенольных соединений экстракта листьев *A. sellowiana*/

Обозначения: 1 – ГГДФ-гексозид, изомер 1; 2 – ГГДФ-гексозид, изомер 2; 3 – ГГДФ-гексозид, изомер 3; 4 – ГГДФ-гексозид, изомер 4; 5 – стриктинин; 6 – вескалагин; 7 – галлокатехина галлат, изомер 1; 8 – производное эллаговой кислоты; 9 – педункулагин, изомер 1; 10 – касталагин; 11 – педункулагин, изомер 2; 12 – галлокатехина галлат, изомер 2; 13 – казуаринин; 14 – ругозин В или изомер; 15 – казуариктин; 16 – катехин; 17 – n/d; 18 – пентозид эллаговой кислоты; 19 – n/d; 20 – кверцетин-глюкуронид; 21 – кверцетин-пентозид; 22 – изорамнетин-пентозид

Figure 1. UPLC-UV (280 nm) profile of phenolic compounds of *A. sellowiana* leaves extract.

Notes: 1 – HHDP-hexoside, isomer 1; 2 – HHDP-hexoside, isomer 2; 3 – HHDP-hexoside, isomer 3; 4 – HHDP-hexoside, isomer 4; 5 – Strictinin; 6 – Vescalagin; 7 – Gallocatechin gallate, isomer 1; 8 – Ellagic acid derivative; 9 – Pedunculagin, isomer 1; 10 – Castalagin; 11 – Pedunculagin, isomer 2; 12 – Gallocatechin gallate, isomer 2; 13 – Casuarinin; 14 – Rugosin B or isomer; 15 – Casuarictin; 16 – Catechin; 17 – n/d; 18 – Ellagic acid pentoside; 19 – n/d; 20 – Quercetin glucuronide; 21 – Quercetin pentoside; 22 – Isorhamnetin pentoside

вая кислота – H^- и характерным для эллаготаннинов, содержащих в молекуле галлоильные и гексгидроксифеноильные группы, УФ-спектром с двумя максимумами поглощения при 216 и 262 нм. Стриктинин был обнаружен ранее в цветках *A. sellowiana* [12, 23].

Соединения **6** и **10** (время удерживания 2,26 и 2,61 минуты) имели УФ-спектр с максимумом поглощения в области 237-239 нм и депротонированный ион m/z 933 (рисунок 2, Б). Эти соединения идентифицированы как вескалагин и касталагин, которые представляют собой диастереоизомеры эллаготаннина с С-гликозидной связью [24]. Известно, что оба соединения накапливаются в плодах и цветках *A. sellowiana* [12, 21].

Идентифицированы два изомера педункулагина (соединения **9** и **11**), имеющие УФ-спектр 229 нм и депротонированный ион m/z 783 Да (рисунок 2, В). Эти соединения ранее обнаружены во многих видах растений, в том числе и в листьях *A. sellowiana* [1, 12, 21].

Соединения **13** и **15** идентифицированы как казуаринин и казуариктин (депротонированный ион

m/z 935), обнаруженные в листьях и цветках *A. sellowiana* [12, 22]. Казуаринин представляет собой мономерный эллаготаннин, первоначально выделенный из листьев *Casuarina stricta*, структура которого состоит из открытой цепи звена D-глюкозы с двумя (S)-гексгидроксифеноильными группами [25].

Соединение **14** (время удерживания 3,13 минуты) имело УФ-спектр, характерный для эллаготаннинов, и депротонированный ион m/z 953. На основании этого оно было идентифицировано как ругозин В или его изомер. Структура данного эллаготаннина характеризуется наличием в молекуле валонейной группы.

Соединение **8** (время удерживания 2,33 минуты) имело депротонированный ион m/z 553 и характерный фрагмент m/z 301, соответствующий иону эллаговой кислоты. Данное соединение идентифицировано как производное эллаговой кислоты. Ранее оно было идентифицировано в плодах *A. sellowiana* [21].

Соединение **18** имело УФ-спектр, характерный для эллаговой кислоты, депротонированный ион m/z 433 и было идентифицировано как пентозид эллаговой кислоты.

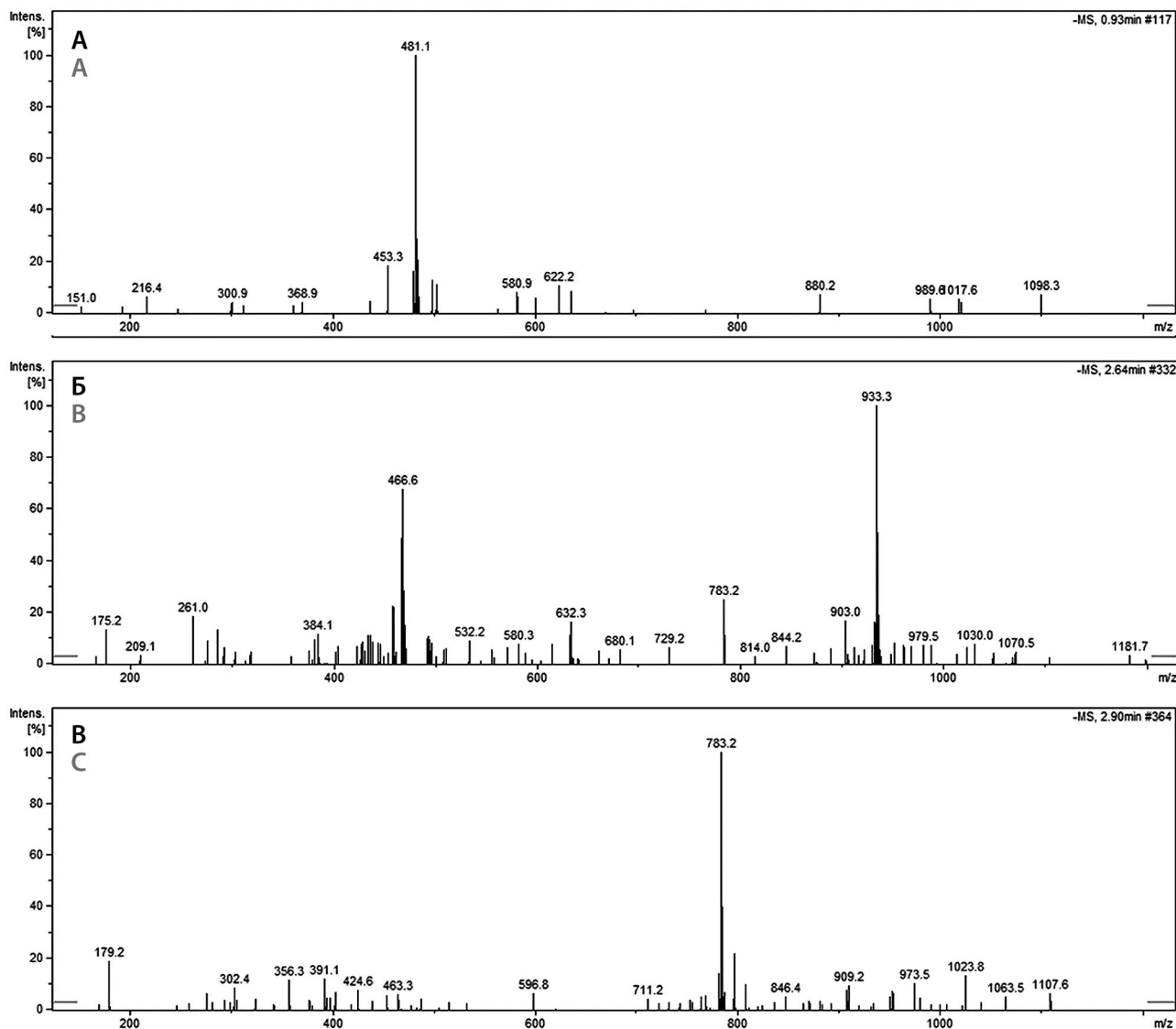


Рисунок 2. Масс-спектры ГДФ-гексозида, изомер 1 (А), касталагин (Б) и педункулагин, изомер 2 (В) листьев *A. sellowiana*

Figure 2. Mass spectra of HHDP-hexoside, isomer 1 (A), Castalagin (B) and Pedunculagin, isomer 2 (C) of *A. sellowiana* leaves extract

Производные катехина были представлены двумя соединениями **7** и **12** (время удерживания 2,26 и 2,92 минуты). По характерным фрагментам m/z 169 [Галловая кислота – H]⁻ и 289 [Катехин – H]⁻ они были идентифицированы как изомеры галлокатехина галлата. Соединение **16** имело характерный для катехина УФ-спектр с двумя максимумами поглощения в области 226 и 275 нм. В масс-спектре данного соединения обнаружены ионы с m/z 289 и 579, которые соответствуют ионам [M-H]⁻ и [2M-H]⁻ катехина. В результате данное соединение идентифицировано как катехин. Ранее данное соединение обнаружено в листьях и плодах *A. sellowiana* [21, 22, 26].

Соединения **20**, **21** и **22** имели характерный для флавоноидов УФ-спектр. При изучении масс-спектров соединений **20** и **21** было установлено присутствие одинакового фрагмента с m/z 301, который соот-

ветствует m/z агликаона [Кверцетин-H]⁻. В масс-спектре соединения **20** были обнаружены ионы с m/z 477 и 955, которые соответствуют ионам [M-H]⁻ и [2M-H]⁻ кверцетин-глюкуронида. Соединение **21** имело депротонированный ион m/z 433 и было идентифицировано как кверцетин-пентозид [21, 22, 26]. Соединение **22** (время удерживания 4,45 минуты) имело депротонированный ион m/z 447 и было идентифицировано как пентозид изорамнетина [21, 22, 26].

Полученные нами результаты анализа состава фенольных соединений листьев *A. sellowiana* согласуются с ранее проведенными исследованиями, где авторы сообщают о присутствии 15 соединений, в том числе флавоноидов и эллаговой кислоты [13]. По другим данным, листья *A. sellowiana* также содержат катехин, кверцетин, галловую и эллаговую кислоты и

могут быть использованы в качестве потенциально-го источника этих соединений [14].

Проведенный анализ содержания фенольных соединений в листьях *A. sellowiana* показал, что количество гидролизуемых таннинов в листьях *A. sellowiana* составляло 44,28 мг/г или 90 % от общего содержания фенольных соединений. При этом эллаготаннины были основными соединениями изучаемого экстракта. Их содержание составило 40,47 мг/г, тогда как на долю галлоилглюкоз приходилось только 3,81 мг/г.

Согласно литературным данным, вескалагин и касталагин проявляют антибактериальную активность, в том числе против метициллинрезистентных штаммов бактерий *Staphylococcus epidermidis* и *Staphylococcus aureus* [27], а также противовирусную активность в отношении вируса простого герпеса первого и второго типа, включая устойчивые к ацикловиру штаммы [28].

Ругозин В, характерное соединение для семейства *Rosaceae*, является ингибитором дипептидилпептидазы-4 и может быть использован при разработке препаратов для профилактики диабета 2 типа [29].

Казуаринин проявляет противолейшманиальную, нейтропротекторную, противовирусную активность, показывает гастропротекторный эффект [30], а также способен ингибировать пролиферацию клеток аденокарциномы молочной железы человека (MCF-7) [31]. Ранее в ВИЛАР был разработан препарат «Гипорамин», который представляет собой сухой очищенный экстракт, получаемый из листьев облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides* L.), основными действующими веществами которого являются гидролизуемые таннины, в том числе казуаринин, казуариктин и стриктинин. Препарат обладает широким спектром противовирусного действия (вирусы гриппа А и В, аденовирусы, парамиксовирусы, *Herpes simplex*, *Varicella zoster*, цитомегаловирусы, респираторно-синциальный вирус и др.) [32]. Наши исследования показывают, что данные соединения обнаружены и в экстракте из листьев *A. sellowiana*, что может свидетельствовать об их потенциальном использовании для разработки противовирусных препаратов.

Педункулагин обладает противовоспалительной активностью, показывает дозозависимую цитотоксичность в отношении клеточных линий хронического миелогенного лейкоза человека (K-562), промиелоцитарного лейкоза человека (HL-60), а также дозозависимую противоопухолевую активность в отношении клеток опухоли печени человека (QGY-7703) [33]. Сообщается, что педункулагин может специфически изменять структуру мембраны и улучшать проницаемость мембраны опухолевых клеток [33]. Предполагается, что педункулагин может взаимодействовать с сайтом связывания рецептора и каталитической парой (Cys145 и His41) основной протеазы COVID-19 [34].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Используя УЭЖХ-ДД-МС-метод, изучили состав и содержание гидролизуемых таннинов в листьях растения *A. sellowiana*, интродуцированного в оранжевый комплекс ФГБНУ ВИЛАР. Обнаружено 22 фенольных соединения, и 20 из них были идентифицированы. 12 соединений относятся к гидролизуемым таннинам, содержание которых составляет 90 % от общего содержания фенольных соединений. Показано, что листья *A. sellowiana* накапливают в основном мономерные эллаготаннины, на долю которых приходится 92 % от общего содержания гидролизуемых таннинов. Полученные данные свидетельствуют, что листья *A. sellowiana* могут быть использованы в качестве сырья для получения экстрактов с высоким содержанием эллаготаннинов и разработки на их основе лекарственных препаратов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Aoyama H., Sakagami H., Hatano T. Three new flavonoids, proanthocyanidin, and accompanying phenolic constituents from *Feijoa sellowiana*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2018;82(1):31–41. DOI: 10.1080/09168451.2017.1412246.
2. Fischer G., Parra-Coronado A. Influence of some environmental factors on the feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret): A review. *Agronomía Colombiana*. 2020;38(3):388–397. DOI: 10.15446/agron.colomb.v38n3.88982.
3. Tuncel N. B., Yilmaz N. Optimizing the extraction of phenolics and antioxidants from feijoa (*Feijoa sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Food Science and Technology*. 2015;52(1):141–150. DOI: 10.1007/s13197-013-0968-0.
4. Omarova Z. M., Kuljan R. V. Evaluation of hybrid forms of feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg) on the basis of productivity and fruit quality. *Novye tehnologii*. 2019;3:181–189. (In Russ.)
5. Mehrabani D., Rasekh H., Farahi M. H., Masoumi S. J., Acker J. P. Screening of feijoa (*Acca Sellowiana* (O. Berg) Burret) fruit effect on proliferation and apoptosis using bone marrow derived stem cells model. *Electronic Journal of General Medicine*. 2020;18(1):em269. DOI: 10.29333/ejgm/8458.
6. Kedelidze N., Nakashidze I., Baratashvili D., Lomtadidze N. Feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg) and its usage in medicine. *Georgian Journal of Biomedical Sciences*. 2019:11.
7. Mosbah H., Louati H., Boujbiha M. A., Chahdoura H., Snoussi M., Flamini G., Ascrizzi R., Bouslema A., Achour L., Selmi B. Phytochemical characterization, antioxidant, antimicrobial and pharmacological activities of *Feijoa sellowiana* leaves growing in Tunisia. *Industrial Crops and Products*. 2018;112:521–531. DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.12.051.
8. Dell'Olmo E., Gaglione R., Pane K., Sorbo S., Basile A., Esposito S., Arciello A. Fighting multidrug resistance with a fruit extract: anti-cancer and anti-biofilm activities of *Acca sellowiana*. *Natural Product Research*. 2021;35(10):1686–1689. DOI: 10.1080/14786419.2019.1624961.
9. Motohashi N., Kawase M., Shirataki Y., Tani S., Saito S., Sakagami H., Kurihara T., Nakashima H., Wolfard K., Mucci I., Varga A., Molnár, J. Biological activity of Feijoa peel extracts. *Anticancer research*. 2000;20:4323–4330.
10. Ramírez F., Kallarackal J. Phenological growth stages of Feijoa [*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret] according to the BBCH scale under tropical Andean conditions. *Scientia Horticulturae*. 2018;232:184–190. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.12.059.

11. Zhu F. Chemical and biological properties of feijoa (*Acca sellowiana*). *Trends in Food Science & Technology*. 2018;81:121–131. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.09.008.
12. Montoro P., Serrelli, G., Gil K. A., D'Urso G., Kowalczyk A., Tuberoso C. I. G. Evaluation of bioactive compounds and antioxidant capacity of edible feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) flower extracts. *Journal of Food Science and Technology*. 2020;57(6):2051–2060. DOI: 10.1007/s13197-020-04239-2.
13. Aniq F. O., Elfarnini M., Abdel-hamid A. A., Blaghen M. Chemical composition of isoflavones compounds and antioxidants from *Feijoa sellowiana* leaves. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 2019;9(1):120–124. DOI: 10.30574/gscbps.2019.9.1.0157.
14. Cebi N., Sagdic O. Characterization of *Feijoa sellowiana* leaves based on volatile and phenolic compound compositions and antimicrobial properties. *Food Science and Technology*. 2022;42:e14221. DOI: 10.1590/fst.14221.
15. El-Shenawi S. M., Marzouk M. S., Dib R. A., Elyazed H. A., Shafie N. M., Moharram F. A. Polyphenols and biological activities of *Feijoa sellowiana* leaves and twigs. *Revista Latinoamericana de Química*. 2008;36(3):103–120.
16. Kim J., Gripenberg S., Karonen M., Salminen J.-P. Seed tannin composition of tropical plants. *Phytochemistry*. 2021;187:112750. DOI: 10.1016/j.phytochem.2021.112750.
17. Haslam E. Vegetable tannins—Lessons of a phytochemical lifetime. *Phytochemistry*. 2007;68(22–24):2713–2721. DOI: 10.1016/j.phytochem.2007.09.009.
18. Baert N., Karonen M., Salminen J.-P. Isolation, characterisation and quantification of the main oligomeric macrocyclic ellagitannins in *Epilobium angustifolium* by ultra-high performance chromatography with diode array detection and electrospray tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2015;1419:26–36. DOI: 10.1016/j.chroma.2015.09.050.
19. Yoshida T., Yoshimura M., Amakura Y. Chemical and biological significance of oenothien B and related ellagitannin oligomers with macrocyclic structure. *Molecules*. 2018;23(3):552. DOI: 10.3390/molecules23030552.
20. de Oliveira Schmidt H., Rockett F. C., Klen A. V. B., Schmidt L., Rodrigues E., Tischer B., Augusti P. R., de Oliveira V. R., da Silva V. L., Flôres S. H., de O. Rios A. New insights into the phenolic compounds and antioxidant capacity of feijoa and cherry fruits cultivated in Brazil. *Food Research International*. 2020;136:109564. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109564.
21. Mosbah H., Chahdoura H., Adouni K., Kamoun J., Boujbiha M. A., Gonzalez-Paramas A. M., Santos-Buelga C., Ciudad-Mulero M., Morales P., Fernández-Ruiz V., Achour L., Selmi B. Nutritional properties, identification of phenolic compounds, and enzyme inhibitory activities of *Feijoa sellowiana* leaves. *Journal of Food Biochemistry*. 2019;43(11):e13012. DOI: 10.1111/jfbc.13012.
22. Díaz-de-Cerio E., Arráez-Román D., Segura-Carretero A., Ferranti P., Nicoletti R., Perrotta G. M., Gómez-Caravaca A. M. Establishment of pressurized-liquid extraction by response surface methodology approach coupled to HPLC-DAD-TOF-MS for the determination of phenolic compounds of myrtle leaves. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2018;410(15):3547–3557. DOI: 10.1007/s00216-018-0914-0.
23. Engström M. T., Paljarvi M., Salminen J. P. Rapid fingerprint analysis of plant extracts for ellagitannins, gallic acid, and quinic acid derivatives and quercetin-, kaempferol- and myricetin-based flavonol glycosides by UPLC-QqQ-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015;63(16):4068–4079.
24. Vivas N., Laguerre M., de Boissel I. P., de Gaulejac N. V., Nonier M.-F. Conformational interpretation of vescalagin and castalagin physicochemical properties. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004;52(7):2073–2078. DOI: 10.1021/jf030460m.
25. Wakamori S., Matsumoto S., Kusuki R., Ikeuchi K., Yamada H. Total synthesis of casuarinin. *Organic Letters*. 2020;22(9):3392–3396. DOI: 10.1021/acs.orglett.0c00876.
26. Santos L. S., Alves Filho E. G., Ribeiro P. R. V., Zocolo G. J., Silva S. M., de Lucena E. M. P., Alves R. E., de Brito E. S. Chemotaxonomic evaluation of different species from the *Myrtaceae* family by UPLC-qToF/MS-MS coupled to supervised classification based on genus. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2020;90:104028. DOI: 10.1016/j.bse.2020.104028.
27. Araújo A. R., Araújo A. C., Reis R. L., Pires R. A. Vescalagin and castalagin present bactericidal activity toward methicillin-resistant bacteria. *ACS biomaterials science & engineering*. 2021;7(3):1022–1030. DOI: 10.1021/acsbmaterials.0c01698.
28. Quideau S., Varadinova T., Karagiozova D., Jourdes M., Pardon P., Baudry C., Genova P., Diakov T., Petrova R. Main structural and stereochemical aspects of the antihyperlipidemic activity of nonhydroxyterphenyl-containing C-glycosidic ellagitannins. *Chemistry & biodiversity*. 2004;1(2):247–258. DOI: 10.1002/cbdv.200490021.
29. Kato E., Uenishi Y., Inagaki Y., Kurokawa M., Kawabata J. Isolation of rugosin A, B and related compounds as dipeptidyl peptidase-IV inhibitors from rose bud extract powder. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2016;80(11):2087–2092. DOI: 10.1080/09168451.2016.1214533.
30. Al-Sayed E., Michel H. E., Khatib M. A., El-Shazly M., Singab A. N. Protective role of casuarinin from melaleuca leucadendra against ethanol-induced gastric ulcer in rats. *Planta Medica*. 2020;86(01):32–44. DOI: 10.1055/a-1031-7328.
31. Kuo P.-L., Hsu Y.-L., Lin T.-C., Lin L.-T., Chang J.-K., Lin C.-C. Casuarinin from the bark of *Terminalia arjuna* induces apoptosis and cell cycle arrest in human breast adenocarcinoma MCF-7 cells. *Planta medica*. 2005;71(3):237–243. DOI: 10.1055/s-2005-837823.
32. Tolkachev O. N., Sheichenko O. P., Fadeeva I. I., Sheichenko V. I., Semenova T. S., Shipulina L. D., Vichkanova S. A., inventors. The method of obtaining the antiviral drug «Hyporamine». Patent RU2098111C1. 10.12.1997. Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2098111C1/ru>. (In Russ.)
33. Xiao S.-Y., Wen B.-Q., Zhuang H.-Y., Wang J.-L., Tang J., Chen H.-Z., Chen X.-X., Cao Y. Extraction and antitumor activity of pedunculagin from eucalyptus leaves. *International Conference on Biomedical Engineering and Biotechnology*. 2012:280–282. DOI: 10.1109/ICBEB.2012.217.
34. Khalifa I., Zhu W., Nafie M. S., Dutta K., Li C. Anti-COVID-19 effects of ten structurally different hydrolysable tannins through binding with the catalytic-closed sites of COVID-19 main protease: An *in-silico* approach. 2020. DOI: 10.20944/preprints202003.0277.v1.