

Скрининг полифенольного состава амурского винограда *Vitis amurensis* Rupr. и его идентификация методом тандемной масс-спектрометрии

Разгонова М.П.^{✉1,2}, Сабитов А.Ш.¹, Перминова Е.В.¹, Михайлова Н.М.¹, Голохваст К.С.^{1,2,3,4}

¹Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), 190031, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42;

²Дальневосточный федеральный университет, 690922, Владивосток, остров Русский, Аякс, 10;

³Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Академии Наук РФ, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7;

⁴Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий, 633501, Новосибирская область, Краснообск, ул. Центральная, 26

✉m.razgonova@vir.nw.ru

Аннотация. Виноград амурский *Vitis amurensis* Ruprecht содержит большое количество полифенольных комплексов, являющихся биологически активными соединениями. В данной работе впервые проведено сравнительное метаболомное исследование биологически активных веществ дикого винограда, собранного из пяти различных мест Приморского и Хабаровского краёв. Для идентификации целевых аналитов в этанольных экстрактах ягод винограда использована высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в комплексе с ионной ловушкой amaZon SL, оснащенной источником ионизации электрораспылением ESI в режимах отрицательных и положительных ионов. Масс-спектрометр использовался в диапазоне сканирования m/z 100 – 1.700 для MS и MS/MS. Использовано фрагментирование 4-го порядка. Первичные масс-спектрометрические результаты показали присутствие 94 биологически активных соединений, соответствующих виду *V. amurensis*; причем сальвианоловые кислоты F, D и G, олеаноловая, урсоловая, миристолеиновая кислоты, берберинин, мearnсетин, эскулин, невадензин, стигмастерол, фукостерол, флоризин, триптофан идентифицированы впервые в *V. amurensis*.

Ключевые слова: *Vitis amurensis* Rupr.; ВЭЖХ – MS/MS; тандемная масс-спектрометрия; фенольные соединения; виноград амурский; биологически активные соединения.

Для цитирования: Разгонова М.П., Сабитов А.Ш., Перминова Е.В., Михайлова Н.М., Голохваст К.С. Скрининг полифенольного состава амурского винограда *Vitis amurensis* Rupr. и его идентификация методом тандемной масс-спектрометрии // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2021; 23(4):393-404. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.015

Screening of the polyphenolic content of Amur grapes *Vitis amurensis* Rupr. and its identification by the method of tandem mass spectrometry

Razgonova M.P.^{✉1,2}, Sabitov A.Sh.¹, Perminova E.V.¹, Mikhailova N.M.¹, Golokhvast K.S.^{1,2,3,4}

¹Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov (VIR), 42 Bolshaya Morskaya str., 190031 St-Petersburg, Russia;

²Far East Federal University, 10 Ajax Bay, Russky Island, 690922 Vladivostok, Russia;

³Pacific Geographical Institute, Far-Eastern Branch of the RAS, 7 Radio str., 690041 Vladivostok, Russia;

⁴Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies, 2B Tsentralnaya str., 633501 Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉m.razgonova@vir.nw.ru

Abstract. *Vitis amurensis* Ruprecht contains a large number of polyphenolic compounds which are the biologically active components. In this work, for the first time, a comparative metabolomic study of biologically active substances of wild grapes collected from five different places of the Primorsky and Khabarovsk territories is carried out. To identify target analytes in ethanol extracts of grape berries, high performance liquid chromatography (HPLC) was used in combination with an amaZon SL ion trap (manufactured by BRUKER DALTONIKS, Germany) equipped with an ESI electrospray ionization source in negative and positive ion modes. The mass spectrometer was used in the scan range m/z 100 – 1.700 for MS and MS/MS. The fragmentation of the 4th order was used. Primary mass spectrometric results showed presence of 94 biologically active compounds corresponding to the species *V. amurensis*; moreover, salvianolic acids F, D and G, oleanolic, ursolic, myristoleic acids, berbericinin, mearnsetin, esculin, nevadensin, stigmaterol, fucosterol, phlorizin, L-tryptophan were identified for the first time in *V. amurensis*.

Key words: *Vitis amurensis* Rupr.; HPLC – MS/MS; tandem mass spectrometry; phenolic compounds; Amur grapes; biologically active compounds.

For citation: Razgonova M.P., Sabitov A.Sh., Perminova E.V., Mikhailova N.M., Golokhvast K.S. Screening of the polyphenolic content of Amur grapes *Vitis amurensis* Rupr. and its identification by the method of tandem mass spectrometry. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(4):393-404 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.23.4.015

Введение

Появление первых представителей семейства *Vitaceae*, принадлежащих к роду *Vitis*, несомненно надо отнести к верхнемеловому периоду, когда уже встречались типы растений, весьма сходных по листьям с виноградными лозами. Отсутствие семян не позволяет, однако, во многих случаях иметь полную уверенность в их принадлежности к роду *Vitis* [1, 2].

К таким типам надо отнести найденную в верхнемеловых отложениях в графстве Гардинг в Южной Дакоте лозу *Vitis dakotana* Berry, по облику весьма сходную с современными лозами [3, 4].

Эволюция виноградных растений, приближающихся к культурной лозе, судя по ископаемым находкам, особенно интенсивно проходила в Средней и Южной Европе в течение второй половины третичного периода и затем особенно в четвертичный период. На территории России также известно довольно много находок ископаемых, относящихся к родам *Cissites*, *Ampelopsis*, *Parthenocissus* и особенно к роду *Vitis*: *V. sachalinensis* Kryshch. и *V. crenata* Heer на Сахалине, *V. teutonica* A. Br. – близ Таганрога и на реке Иртыш, а также *V. praevinifera* Sap. – на реке Крынка. Все эти данные показывают, что эволюция виноградной лозы на территории России проистекала с древнейших времен. В современной классификации дикий виноград является подвидом культурного (*Vitis vinifera*). Это также видно из того, что и теперь в России во многих районах произрастает дикий виноград *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* [5, 6, 7].

О культуре восточноазиатских видов винограда имеется очень мало сведений. В восточной Индии культивируется *V. lanata* Roxb. и *V. tomentosa* Heune, в Японии и Корее – *V. thunbergii* Sieb. et Zucc. под названием *V. seiboldii* hort [8].

Болееполные сведения имеются в отношении *V. amurensis* Rupr., который впервые был введен в культуру И.В. Мичуриным. В своём труде «Итоги полувековых работ» И.В. Мичурин дает описание четырех форм *V. amurensis* Rupr., которые были выделены на Дальнем Востоке [9, 10].

Для выделения биологически активных веществ используют зрелые плоды, кожицу плодов, гребни, листья, семена, перикарпий лозы, красное виноградное вино. Плоды содержат 65-85% воды, 10-33% сахара (глюкозу и фруктозу), флобавен, галловую кислоту, кверцетин, энин, гликозиды – монодельфинидин и дидельфинидин, кислоты (яблочную, кремниевую, салициловую, фосфорную, виннокаменную, лимонную и т.д.), пектиновые и дубильные вещества, соли калия, магния, кальция, марганца, кобальта, железа и витамины: B₁, B₂, B₆, B₁₂, A, C, P, PP, фолиевую кислоту, а также ферменты.

Доминирующим классом биологически активных соединений плодов, и особенно гребней винограда являются биофлавоноиды и, в частности, так называемые комплексы олигомерных проантоцианидинов или конденсированные танины, представляющие собой полимерные

формы флавоноидов из группы катехинов [11].

В европейской медицине виноград, вплоть до недавнего времени, широко использовался в качестве средства терапии и реабилитации широкого круга заболеваний: хронические рецидивирующие воспалительные процессы, туберкулез, болезни почек, артериальная гипертония и др.

Цель данной работы – сравнительное метаболическое исследование биологически активных веществ дикого винограда, собранного в пяти различных местах в дальневосточной тайге в Приморском и Хабаровском краях. Для идентификации целевых аналитов в экстрактах использована высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в комплексе с ионной ловушкой BRUKER DALTONIKS (танDEMная масс-спектрометрия). В данной работе представлено детальное изучение метаболического состава виноградного сока из плодов, взятых из пяти мест произрастания *V. amurensis* на Дальнем Востоке: острова Пахтусова и остров Рикорда (Залив Петра Великого, Японское море), окрестности г. Артема (Приморский край), окрестности реки Арсеньевки (Приморский край), окрестности г. Вяземского (Хабаровский край) (рис.).



Рис. Дикий виноград *V. amurensis*, собранный в окрестностях г. Артема (Приморский край)

Fig. Wild grapes *V. amurensis*, collected in the near vicinity of Artem city (Primorsky Territory)

Материалы и методы

В качестве объекта исследования были использованы ягоды дикого винограда *V. amurensis*, собранные в пойме реки Арсеньевки, Приморский край (С.ш. 44°52'18", В.д. 133°35'12"; буро-глиево отбеленные почвы) в окрестностях г. Вяземский, Хабаровский край (С.ш. 47°32'15", В.д. 134°45'20"; подзолисто-бурые лесные тяжелосуглинистые почвы), в окрестностях г. Артем, Приморский край (С.ш. 43°21'34", В.д. 132°11'19"; желто-буроземные почвы), на острове Рикорда, залив Петра Великого (С.ш. 42°52'54", В.д. 131°40'06"; желто-буроземные почвы), на островах Пахтусова, залив Петра Великого (С.ш. 42°53'57", В.д. 131°38'45"; желто-буроземные почвы). Сбор винограда производился в конце августа и до середины сентября 2020 года. Все образцы морфологически соответствовали фармакопейным стандартам Государственной фармакопеи Российской Федерации [12].

Дробная мацерация. Для получения высококонцентрированных экстрактов была применена дробная мацерация. При этом общее количество экстрагента (этилового спирта х.ч.) разделено на 3 части и последовательно настояно на одной и той же порции ягод винограда с первой частью, затем со второй и третьей. Время настойки каждой части экстрагента составляло 7 дней.

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Для выполнения разделения многокомпонентных смесей использовался жидкостный хроматограф высокого давления Shimadzu LC-20 Prominence HPLC (Shimadzu, Япония), оборудованный UV-детектором и обратнофазной колонкой Shodex ODP-40 4E. Программа элюирования градиента следующая: 0,0 – 4 мин, 100% ацетонитрила; 4 – 60 мин: 100 % – 25 %

ацетонитрила; 60 – 75 мин: 25 % – 0 % ацетонитрила, 100 % воды; контрольная промывка 75 – 120 мин 0% ацетонитрила, 100% воды. Весь ВЭЖХ-анализ сделан с UV-VIS-детектором SPD-20A (Kanda-Nishikicho 1-chrome, Shimadzu, Chiyoda-ku, Токио, Япония) при длинах волн 230 нм и 330 нм; температура 17 °С. Объем инъекции составлял 1 мл.

Тандемная масс-спектрометрия. Масс-спектрометрические данные получены с помощью ионной ловушки amaZon SL (производство фирмы BRUKER DALTONIKS, Германия), оснащенной источником ионизации электрораспылением ESI в режимах отрицательных и положительных ионов. Оптимизированные параметры получены следующим образом: температура источника ионизации: 70 °С, поток газа: 4 л / мин, газ-небилайзер (распылитель): 7,3 psi, капиллярное напряжение: 4500 V, напряжение на изгибе торцевой пластины: 1500 V, фрагментатор: 280 V, энергия столкновения: 60 eV. Масс-спектрометр использовался в диапазоне сканирования m/z 100 – 1.700 для MS и MS/MS. Использовано фрагментирование 4-го порядка.

Результаты исследований

Уточнение метаболомного состава – чрезвычайно важный результат в системе биохимического анализа. В данной работе был использован метод ВЭЖХ-МС/МС с дополнительной ионизацией и анализом фрагментированных ионов. Всего на ионной хроматограмме было обнаружено 300 пиков выделенных целевых аналитов. По результатам измерений составлена унифицированная системная таблица молекулярных масс и фрагментированных ионов целевых аналитов, выделенных в экстрактах *Vitis amurensis* Rupr. (таб.).

Таблица. Метаболомный анализ соединений целевых аналитов, выделенных из экстрактов *Vitis amurensis* Rupr.

Table. Metabolomic analysis of target analyte compounds isolated from extracts of *Vitis amurensis* Rupr.

№ п/п	Группы соединений	Химическое соединение	Формула	Молярная масса	Ион-аддукт [M-H] ⁻	Ион-аддукт [M+H] ⁺	MS/MS фрагментирование ионов	Использованные источники
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Полифенолы</i>								
1	Антоцианин	Пеларгонидин 3-О-глюкозид	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₀	433.3854		433	414; 271; 172; 116	<i>Rubus ulmifolius</i> [da Silva et al., 2019]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
2	Антоцианин	Пеонидин 3-О-глюкозид	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁ ⁺	463.4114		463	301; 286; 258; 230; 202; 174	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
3	Антоцианин	Мальвидин 3-О-глюкозид	C ₂₃ H ₂₅ O ₁₂	493.4374		493	331; 315; 179	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
4	Антоцианин	Мальвидин 3-(6-О-ацетил)глюкозид	C ₂₅ H ₂₇ O ₁₃	535.478		537	331; 299; 261; 243; 211; 154	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
5	Антоцианин	Цианидин 3,5-О-диглюкозид	C ₂₇ H ₃₁ O ₁₆	611.5335		611	287; 449	<i>Berberis lycium</i> [Pradhan & Saha 2016]; <i>Rubus ulmifolius</i> [da Silva et al., 2019]; <i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011];
6	Антоцианин	Цианидин 3,5-О-диглюкозид	C ₂₇ H ₃₁ O ₁₆	611.5335		611	287; 449	<i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];
7	Антоцианин	Пеонидин-3,5-диглюкозид	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₆	625.5520		625	301; 463; 286; 258	<i>Vitis labrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003];

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Антоцианин	Мальвидин 3-(6- <i>O</i> -кумарил) глюкозид	C ₃₂ H ₃₁ O ₁₄	639.5801		639	331; 315; 299; 270; 242; 179	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis lambrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
9	Антоцианин	Петунидин 3,5-диглюкозид	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₇	641.5514		641	317; 479; 420; 257; 302; 274	<i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]; <i>Vitis lambrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]
10	Антоцианин	Мальвидин 3-(6- <i>p</i> -кофеилаглюкозид)	C ₃₂ H ₃₁ O ₁₅	655.5795		655	493; 331; 315; 313; 179	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Wheat [Garg et al., 2016]
11	Антоцианин	Мальвидин 3,5-диглюкозид	C ₃₂ H ₃₁ O ₁₅	655.5795		655	331; 493; 299; 179	<i>Vitis lambrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
12	Антоцианин	Мальвидин 3-ацетил-5-глюкозид	C ₃₁ H ₃₇ O ₁₈ ⁺	697.6147		697	535; 493; 331; 315; 299; 242; 179	<i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
13	Антоцианин	Петунидин 3-кумарилглюкозид-5- <i>O</i> -глюкозид	C ₃₄ H ₄₃ O ₂₁	787.6926		787	625; 479; 317; 302; 301; 274; 246	<i>Vitis lambrusca</i> [Lago-Vanzela et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
14	Антоцианин	Мальвидин 3-кумарилглюкозид-5- <i>O</i> -глюкозид	C ₃₃ H ₄₅ O ₂₁	801.7192		801	639; 493; 331; 315; 287; 270	<i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]
15	Таннин	Процианидин А-типа димер	C ₃₀ H ₂₄ O ₁₂	576.501		577	425; 397; 373; 287; 245; 181	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; pear [Sun et al., 2019]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Rafsanjany et al., 2015; Abeywickrama et al., 2016]
16	Флавоноид	Апигенин	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	270.2369		271	253; 181; 137	Phlomis (<i>Lamiaceae</i>) [Aghakhani et al., 2017]; Olive oil [Suarez et al., 2008]; <i>Triticum aestivum</i> L. [Wojakowska et al., 2013]
17	Флавоноид	Лютеолин	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286.2363		287	271; 225; 175; 158	Red wines [Sun et al., 2007]; <i>Mentha</i> [Marzouk et al., 2018]; <i>Lonicera henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]
18	Флавоноид	Невадензин	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	344.3154	343		328; 313; 269; 259	<i>Mentha</i> [Xu et al., 2017]; <i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]
19	Флавоноид	Апигенин 7- <i>O</i> -глюкозид	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432.3775		433	414; 287; 241; 186; 158	<i>Lonicera henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]; Olive oil [Suarez et al., 2008]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Mentha</i> [Li & Tian, 2018]
20	Флавоноид	Изовитексин 6"- <i>O</i> -деоксигексозид	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₄	578.5187		579	415; 397; 344; 297; 177	2018]
21	Флавоноид	Витексин 2"- <i>O</i> -глюкозид	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	594.5181		595	415; 353; 283; 265; 176	<i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
22	Флавоноид	Апигенин 6- <i>C</i> -[6"-ацетил-2"- <i>O</i> -деоксигексозид]-глюкозид	C ₂₉ H ₃₂ O ₁₅	620.5554		621	561; 547; 533; 461; 433	<i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
23	Флаванол	Кемпферол	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286.2363		287	269; 227; 153	<i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Mentha</i> [Li & Tian, 2018]; <i>Ginkgo biloba</i> [Xiao et al., 2016]
24	Флаванол	Дигидро-кемпферол	C ₁₅ H ₁₂ O ₆	288.2522		289	271; 243; 199; 189; 127	<i>Echinops</i> [Seukep et al., 2020]; <i>Rhodiola rosea</i> [Lee et al., 2016]; <i>Rhodiola crenulata</i> [Daikonya et al., 2011]
25	Флаванол	Кемпферид	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	300.2629		301	283; 265; 239; 211; 185	<i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]; <i>Alpinia officinarum</i> [Zhang et al., 2019]; Brazilian propolis [Xu et al., 2020]
26	Флаванол	Кверцетин	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302.2357		303	285; 267; 163; 159	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; De Rosso et al., 2014]; Red wines [Sun et al., 2007]; Tomato [Vallverdu-Queralt et al., 2012]
27	Флаванол	Дигидро-кверцетин	C ₁₅ H ₁₂ O ₇	304.2516		305	259; 241; 199; 149	<i>Larix daburica</i> [Voskoboinikova; Tjukavkina et al., 1993]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Red wines [Sun et al., 2007];
28	Флаванол	Изорамнетин	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	316.2623		317	299; 270; 230; 207; 177; 165; 147; 123	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2011]; <i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2013]; Artemisia [Fu et al., 2019]; <i>Ginkgo biloba</i> [Xiao et al., 2016]; Wang et al., 2014

1	2	3	4	5	6	7	8	9
29	Флаванол	Мирицетин	$C_{15}H_{10}O_8$	318.2351	317		273; 255; 229; 205; 191	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Red wines [Sun et al., 2007]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Rafsanjany et al., 2015]
30	Флаванол	3,7-Диметил-кверцетин	$C_{17}H_{14}O_7$	330.2889		331	314; 297; 255; 267; 228; 227; 203; 146	Beer [Quifer-Rada et al., 2015]
31	Флаванол	Меарнсетин	$C_{16}H_{12}O_8$	332.2617		333	318; 301; 289; 273; 245; 193; 165; 139	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2011]
32	Флаванол	Кемпферол 3-О-галактозид	$C_{21}H_{20}O_{11}$	448.3769		449	287; 269; 217	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2015]
33	Флаванол	Дигидроксемпферол глюкозид	$C_{21}H_{22}O_{11}$	450.3928	449		287; 269; 227; 225	<i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]
34	Флаванол	Изорамнетин 3-О-рамнозид	$C_{22}H_{22}O_{11}$	462.4035	461		315; 152; 219	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2011]; <i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2013]
35	Флаванол	Гиперозид	$C_{21}H_{20}O_{12}$	464.3763	463		301; 179; 257; 255	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle [Viera et al., 2016]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014]; Red wines [Sun et al., 2007]
36	Флаванол	Кверцетин 3-О-глюкозид	$C_{21}H_{20}O_{12}$	464.3763		465	303; 285; 257; 229; 201; 150	<i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]; <i>Lonicera Henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014]
37	Флаванол	Таксифолин 3-О-глюкозид	$C_{21}H_{22}O_{12}$	466.3922		467	449; 303; 287; 132; 188	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020];
38	Флаванол	Кверцетин 3-О-глюкуронид	$C_{21}H_{18}O_{13}$	478.3598	477		301; 273; 179	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014]; <i>Vitis vinifera</i> ; <i>Vitis rupestris</i> [Wang et al., 2003]; Cherimoya; Papaya [Spinola et al., 2015];
39	Флаванол	Изорамнетин 3-О-глюкозид	$C_{22}H_{22}O_{12}$	478.4029		479	317; 301; 257; 274; 228	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2011]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014];
40	Флаванол	Мирицетин 3-О-галактозид	$C_{21}H_{20}O_{13}$	480.3757	479		299; 271; 243; 153	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; De Rosso et al., 2014]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Rafsanjany et al., 2015; Abeywickrama et al., 2016]
41	Флаванол	Кемпферол 3,7-ди-О-глюкозид	$C_{27}H_{30}O_{16}$	610.5175		611	449; 287; 229; 213; 165	<i>Rhodiola rosea</i> [Petsalo et al., 2006]; Tomato [Le Gall et al., 2003]
42	Флаван-3-ол	Катехин	$C_{15}H_{14}O_6$	290.2681	289		245; 205; 203; 188	red wine [Sun et al., 2007]; <i>Vitis vinifera</i> [Schoedel et al., 2011; De Rosso et al., 2014]
43	Флаван-3-ол	Эпикатехин	$C_{15}H_{14}O_6$	290.2681		291	272; 175; 157; 130	<i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
44	Флаван-3-ол	Катехин галаат	$C_{22}H_{18}O_{10}$	442.3723	441		289; 245; 205; 169	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Rhododendron</i> [Jaiswal et al., 2012]
45	Флаванон	Нарингенин	$C_{15}H_{12}O_5$	272.5228		273	227; 209; 155; 139	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Red wines [Sun et al., 2007]; Tomato [Vallverdu-Queralt et al., 2012]
46	Флаванон	Гесперидин	$C_{16}H_{14}O_6$	302.2788	301		257; 228; 189; 151	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Red wines [Sun et al., 2007]; <i>Mentha</i> [Bodalska et al., 2020]
47	Флаванон	Эридиктиол 7-О-глюкозид	$C_{21}H_{22}O_{11}$	450.3928	449		269; 251; 207; 165	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle [Viera et al., 2016]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2015]; <i>Mentha</i> [Li & Tian, 2018; Bodalska et al., 2020]
48	Гидроксикумарин	Умбеллиферон	$C_9H_6O_3$	162.1421	161		115	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Sanguisorba officinalis</i> [Kim et al., 2018]
49	Гидроксикумарин	Эскулетин	$C_9H_6O_4$	178.1415		179	133; 115	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Yang et al., 2017
50	Гидроксикумарин	Эскулин	$C_{15}H_{16}O_9$	340.2821	339		177; 293; 131	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; Yang et al., 2017; <i>Lonicera henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]; <i>A. cordifolia</i> [Hamed et al., 2020]
51	Кумарин	Фраксин	$C_{16}H_{18}O_{10}$	370.3081		371	208; 352; 135	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
52	Кумарин	Фраксетин 7-О-бета-глюкуронид	$C_{16}H_{16}O_{11}$	384.2916		385	367; 272; 209; 175; 158; 143	rat plasma [Yasuda et al., 2006]
53	Стильбен	Ресвератрол	$C_{14}H_{12}O_3$	228.2433		229	142; 184; 114	Red wines [Sun et al., 2007]; <i>A. cordifolia</i> ; <i>F. glaucescens</i> ; <i>F. herrenae</i> [Hamed et al., 2020]

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
54	Стильбен	Полидатын	C ₂₀ H ₂₂ O ₈	390.3839	389		227; 343; 184	Red wines [Sun et al., 2007]; <i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]
55	Гидроксикоричная кислота	<i>n</i> -кумаровая кислота	C ₉ H ₈ O ₃	164.16		165	146; 119	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [Abeywickrama et al., 2016]; <i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020];
56	Гидроксикоричная кислота	Кофейная кислота	C ₉ H ₈ O ₄	180.1574	179		133	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Vitis vinifera</i> [Schoedl et al., 2011]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Abeywickrama et al., 2016]
57	Гидроксикоричная кислота	Синапиновая кислота	C ₁₁ H ₁₂ O ₃	224.21		225	179; 153; 133; 115	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [Abeywickrama et al., 2016]; <i>Triticum</i> [Sharma et al., 2016]; Rice [Chen et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
58	Гидроксикоричная кислота	Кофеилмалеваая кислота	C ₁₃ H ₁₂ O ₈	296.2296	295		133; 179; 148; 119; 115	Strawberry [Spinola et al., 2015]
59	Гидроксикоричная кислота	Кутаровая кислота	C ₁₃ H ₁₂ O ₈	296.2296	295		163; 119	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
60	Гидроксикоричная кислота	Кафтаровая кислота	C ₁₃ H ₁₂ O ₉	312.23	311		149; 221; 131	<i>Cichorium</i> [Carazzone et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020; Schoedl et al., 2011]; <i>Mentha</i> [Cirlini et al., 2016]
61	Гидроксикоричная кислота	Фертариновая кислота	C ₁₄ H ₁₄ O ₉	326.2556	325		193; 149; 134	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020];
62	Гидроксикоричная кислота	Гексозид <i>p</i> -кумаровой кислоты	C ₁₅ H ₁₈ O ₈	326.2986	325		193; 163; 119	<i>Vaccinium macrocarpon</i> [Rafsanjany et al., 2015]; Lemon, strawberry [Spinola et al., 2015]; <i>G. linguiforme</i> [Hamed et al., 2020]
63	Гидроксикоричная кислота	1-Кофеил-бета-D-глюкоза	C ₁₅ H ₁₈ O ₉	342.298	341		179; 161; 135	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
64	Гидроксикоричная кислота	5- <i>O</i> -(4- <i>O</i> - <i>p</i> -кумарил глюкозил) хинная кислота	C ₂₂ H ₂₈ O ₁₃	500.4499		501	339; 277; 203	<i>Lonicera henryi</i> [Jaiswal et al., 2014]
65	Гидроксикоричная кислота	<i>n</i> -кумарилкофеил-хиновая кислота	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₁	500.4515		501	355; 483; 281; 225; 193; 181	Pear [Sun et al., 2019]
66	Гидроксикоричная кислота	Производное кумаровой кислоты	C ₃₀ H ₃₀ O ₇	502.5550		503	457; 411; 391; 367; 382; 339; 293	Passion fruits [Spinola et al., 2015]
67	Гидроксibenзойная кислота	Галловая кислота	C ₇ H ₆ O ₅	170.1195		171	126	<i>Eucalyptus</i> [Santos et al., 2013]; <i>Vaccinium macrocarpon</i> [Abeywickrama et al., 2016]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
68	Гидроксibenзойная кислота	Эллаговая кислота	C ₁₄ H ₆ O ₈	302.1926		303	172; 158; 144; 127; 116	strawberry [Seeram et al., 2006; Sun et al., 2014]; <i>Rubus occidentalis</i> [Paudel et al., 2013]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]
69	Гидроксibenзойная кислота	Сальвианолаовая кислота F	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314.2895		315	269; 243; 213; 207; 185; 181; 153; 144	<i>Mentha</i> [Cirlini et al., 2016]
70	3,4-дигидрокси-бензойная кислота	Дигидроксибензоил-гексозид	C ₁₃ H ₁₆ O ₉	316.2607	315		153; 253; 284	<i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
71	Гидроксibenзойная кислота	Сальвианолаовая кислота G	C ₁₈ H ₁₂ O ₇	340.2837		341	323; 295; 255; 195; 159	<i>Mentha</i> [Xu et al., 2017]; <i>Salvia miltiorrhiza</i> [Jiang et al., 2005]
72	Гидроксibenзойная кислота	Сальвианолаовая кислота D	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	418.3509	417		373; 329; 287; 209	<i>Mentha</i> [Cirlini et al., 2016; Chen et al., 2017]
73	Гидроксibenзойная кислота	Гексоза диметиэллаговой кислоты	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₃	492.3864		493	331; 299; 270; 242; 179; 150	Strawberry [Sun et al., 2014]
<i>Другие соединения</i>								
74	2-гидрокси-карбоновая кислота	Яблочная кислота	C ₄ H ₆ O ₅	134.0874	133		115	Pinus [Wang et al., 2015]; Strawberry, Cherimoya, Papaya [Spinola et al., 2015]; <i>Mentha</i> [Cirlini et al., 2016]; Red wines [Ivanova-Petropulos et al., 2018]
75	Дикарбоновая кислота	Винная кислота	C ₄ H ₆ O ₆	150.09	149		131	Pinus [Wang et al., 2015]; Red wines [Ivanova-Petropulos et al., 2018]
76	Ауксин	Индола-3-карбоновая кислота	C ₁₀ H ₉ NO ₂	175.1840		176	130	Beer [Quifer-Rada et al., 2015]
77	Трехосновная карбоновая кислота	Лимонная кислота	C ₆ H ₈ O ₇	192.1235	191		111; 173; 143; 127	Pinus [Wang et al., 2015]; Strawberry, Lemon, Cherimoya, Papaya, Passion fruit [Spinola et al., 2015]; <i>Mentha</i> [Marzouk et al., 2018]; strawberry [Sun et al., 2014]

1	2	3	4	5	6	7	8	9
78	Полигидроксикарбоновая кислота	Хинная кислота	C ₇ H ₁₂ O ₆	192.1666	191		111; 173	<i>C. edulis</i> [Hamed et al., 2020]; <i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Mentha</i> [Marzouk et al., 2018; Cirlini et al., 2013]
79	Пропионовая кислота	Дигидроферуловая кислота	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	196.1999	195		159; 129; 122; 113	Coffee [Lang et al., 2013]; Farrell et al., 2011; <i>A. cordifolia</i> [Hamed et al., 2020]
80	Галлатовый эфир	Этил галлат	C ₉ H ₁₀ O ₅	198.1727	197		169; 125	<i>Rhodiola crenulata</i> [Han et al., 2016]
81	Аминокислота	Триптофан	C ₁₁ H ₁₂ N ₂ O ₂	204.2252		205	188; 146; 170; 118	Strawberry [Sun et al., 2014]; <i>Passiflora incarnata</i> [Ozarowski et al., 2018]
82	Карбоновая кислота	Миристиоловая кислота	C ₁₄ H ₂₆ O ₂	226.3550		227	209; 199; 181; 155; 127	<i>F. glaucescens</i> [Hamed et al., 2020]
83	Омега-3 кислота	Линоленовая кислота	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	278.4296		279	260; 176; 120	<i>Salviae</i> (Yang et al., 2015); rice [Chen et al., 2013]
84	Насыщенная длинноцепочечная жирная кислота	9-оксо-10E,12Z-октадекановая кислота	C ₁₈ H ₃₀ O ₃	294.4290		295	249; 220; 165; 125	<i>Salviae Miltiorrhizae</i> [Yang et al., 2015]; <i>A. cordifolia</i> [Hamed et al., 2020]
85	Фенольный гликозид	Гексозид протокатеховой кислоты	C ₁₃ H ₁₆ O ₉	316.2607	315		153; 151; 298	papaya [Spinola et al., 2015]; strawberry [Alvares-Fernandez et al., 2015]; Tomato [Vallverdu-Queralt et al., 2011]
86	Галлатовый эфир	Галлоил глюкоза	C ₁₃ H ₁₆ O ₁₀	332.2601	331		313; 195; 166	Strawberry [Sun et al., 2014]
87	Гексозид галловой кислоты	Гексозид галловой кислоты	C ₁₃ H ₁₆ O ₁₀	332.2601	331		271; 169; 125	Vine leaves [Piccolella et al., 2019]
88	Берберин алкалоид	Пальматин	C ₂₁ H ₂₂ NO ₄	352.4037		353	335; 317; 235; 137	Ocotea [Cassiano et al., 2019]; Yang et al., 2017
89	Амино сахар	Гексоза-гексоза-N-ацетил	C ₁₄ H ₂₅ NO ₁₀	367.3490	366		186; 142	<i>Triticum aestivum</i> L. [Levandi et al., 2014]
90	Стерол	Фукостерол	C ₂₉ H ₄₈ O	412.6908		413	395; 355; 297; 271; 199; 268; 194; 119	<i>F. pottsii</i> [Hamed et al., 2020]
91	Стерол	Стигмастерол	C ₂₉ H ₄₈ O	412.6908		413	301; 259; 189; 171	<i>Hedyotis diffusa</i> [Chen et al., 2018]; <i>Salvia</i> [Bakir et al., 2020]; <i>A. cordifolia</i> ; <i>F. pottsii</i> [Hamed et al., 2020]
92	Дигидрохалкон	Флоризин	C ₂₁ H ₂₄ O ₁₀	436.4093		437	397; 377; 217	<i>Vitis vinifera</i> [Goufo et al., 2020]; <i>Malus toringoides</i> [Fan et al., 2020]; <i>A. cordifolia</i> [Hamed et al., 2020]
93	Тритерпен	Олеаноловая кислота	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	456.7003		457	439; 411; 365; 364; 337; 309; 293; 248; 205	Pear [Sun et al., 2019]; <i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]
94	Тритерпен	Урсоловая кислота	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	456.7003		457	411; 393; 365; 337; 279; 247; 219; 205	<i>Ocimum</i> [Pandey et al., 2016]; <i>Hedyotis diffusa</i> [Chen et al., 2018]; Pear [Sun et al., 2019]; <i>Mentha</i> [Xu et al., 2017]

Исследования, проведенные с помощью тандемной масс-спектрометрии, показали присутствие 94 целевых аналитов, соответствующих виду *V. amurensis*, причем сальвианоловые кислоты F, D и G, олеаноловая, урсоловая, миристиоловая кислоты, берберин, мearнсетин, эскулин, невадензин, стигмастерол, фукостерол, флоризин, L-триптофан идентифицированы впервые в *V. amurensis*.

Идентификация соединений (значения *m/z* и фрагментированные ионы) производилась путем сравнения полученных экспериментальных данных с известными научными результатами или масс-спектрометрическими библиотеками. В экстрактах были выявлены антоцианы: мальвидин 3-*O*-глюкозид, пеларгонидин 3-*O*-глюкозид, пеонидин 3-*O*-глюкозид, цианидин 3,5-дигексозид, цианидин 3,5-диглюкозид, пеонидин 3,5-диглюкозид, мальвидин 3-(6-*O*-кумароил)-глюкозид, петунидин 3,5-диглюкозид, мальвидин 3-(6'-*n*-кофеил глюкозид), мальвидин 3,5-диглюкозид. Полученные масс-спектрометрические данные коррелируют с научными источниками [16, 21, 29, 38, 48, 53]. Идентифицирована обширная группа флавоноидов: Флаванолы кемпфе-

рол, арамадендрин, кемпферид, кверцетин, дигидрокверцетин, кемпферол-3-*O*-галактозид, кверцетин 3-*O*-галактозид, таксифолин-3-*O*-глюкозид, кверцетин-3-*O*-глюкуронид, изорамнетин 3-*O*-грамнозид, изорамнетин 3-*O*-глюкозид, мирицетин-3-*O*-галактозид, кемпферол 3,7-ди-*O*-глюкозид [17, 21, 31, 35, 40, 43, 55, 57, 60, etc]; Флавоны: апигенин, лютеолин, невадензин, апигенин 7-*O*-глюкозид, изовитексин 6"-*O*-деоксигексозид, витексин 2"-*O*-глюкозид, апигенин 6-С-[6"-ацетил-2"-*O*-деоксигексозид]-глюкозид [21, 26, 33, 34, 35, 47, 49, 54, 56]; Флаваноны: нарингенин, гесперидин, эридиктиол 7-*O*-глюкозид [21, 32, 42, 49, 51]; Флаван-3-олы: катехин, эпикатехин, катехин галлат [18, 21, 25, 36, 44, 49].

Также были идентифицированы гликозилированные кумарины: умбеллиферон, эскулин, фраксин, фраксетин 7-*O*-бета-глюкуронид, алкалоид пальматин, стильбены полидатин и транс-ресвератрол, стеролы: фукостерол, стигмастерол, дигидрохалкон флоризин.

Отдельно необходимо отметить, что такие соединения, как кумарины умбеллиферон, фраксин и эскулин, флавоны невадензин, флаван-3-ол эпика-

техин, стерол фукостерол, флаванол таксифолин 3-О-глюкозид были идентифицированы с помощью масс-спектрометрического исследования только в островных образцах дикого винограда *V. amurensis* (острова Пахтусова и остров Рикорда, залив Петра Великого, Японское море).

Выводы

Виноград амурский *V. amurensis* Ruprecht содержит большое количество полифенольных комплексов, являющихся биологически активными соединениями. В данной работе авторы впервые попытались провести сравнительное метаболомное исследование целевых аналитов дикого винограда *V. amurensis*, полученного из пяти различных мест Приморского и Хабаровского краёв. Для идентификации целевых аналитов в экстрактах использована высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в комплексе с ионной ловушкой BRUKER DALTONIKS (тандемная масс-спектрометрия). Результаты показали присутствие 94 биологически активных соединений, соответствующих виду *V. amurensis*, причем сальвианоловые кислоты F, D и G, олеаноловая, урсоловая, миристеоловая кислоты, берберицинин, мearнсетин, эскулин, неваденсин, стигмастерол, фукостерол, флоризин, триптофан идентифицированы впервые в *V. amurensis*.

Полученные данные могут быть полезны в будущих исследованиях по производству различных БАД-продуктов, содержащих экстракты *V. amurensis*. Большое разнообразие биологически активных полифенольных соединений открывает богатые возможности для создания новых лекарственных препаратов и биологически активных добавок на основе экстрактов из данного семейства виноградных (*Vitaceae*).

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Ампеелография СССР. М.: Пищепромиздат. 1946:1-494.
2. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Ленинград: Наука. 1987:1-440.
3. Berry E.W. Lower Cretaceous. Baltimore, Maryland Geological Survey. 1911.
4. Berry E.W. Upper Cretaceous floras of the World. Text and atlas. Baltimore, Maryland Geological Survey. 1917.
5. Криштофович А.Н. Палеонтологическая история винограда // Ботанический журнал СССР. 1938;23(5-6):365-375.
6. Криштофович А.Н. Сарматская флора реки Крынки // Труды Геологоразведочного института. 1939;98:5.
7. Криштофович А.Н., Борсук М.И. Миоценовые растения с реки Иртыша близ г. Тары в Западной Сибири // Проблемы палеонтологии. 1939;5:375-396.
8. Hegi G. Vitaceae (Ampelidaceae) Rebengewachse. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Munchen. 1925;5(1):350-426.
9. Мичурин И.В. Итоги полувековых работ по выведению новых сортов плодовых растений. Т. I-II, М.: Новая деревня, 1929-1932.
10. Мичурин И.В. Новые выносливые сорта особо рано созревающего винограда, годные для культуры в средней полосе России и некоторых частях Сибири. Вестник садоводства, плодоводства и огородничества. СПб, 1907;4-5.
11. Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф., Фоменко С.Е. Антирадикальная активность извлечений из дальневосточных растений, содержащих олигомерный проантоцианидиновый комплекс // Бюлл. физиол. и патол. дыхания. 2002;11:1-10.
12. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. М.: 2018;1-3.
13. Chen W., Gong L., Guo Z., Wang W., Zhang H., Liu X., Yu S., Xiong L., Luo J. A. Novel Integrated Method for Large-Scale Detection, Identification, and Quantification of Widely Targeted Metabolites: Application in the Study of Rice Metabolomics. Molecular Plant. 2013;6(6):1769-1780. doi:10.1093/mp/sst080.
14. Chen X., Zhang S., Xuan Z., Ge D., Chen X., Zhang J., Wang Q., Wu Y., Liu B. The Phenolic Fraction of Mentha haplocalyx and Its Constituent Linarin Ameliorate Inflammatory Response through Inactivation of NF-κB and MAPKs in Lipopolysaccharide-Induced RAW264.7 Cells. Molecules. 2017;22:811. doi:10.3390/molecules22050811.
15. Cirlini M., Mena P., Tassotti M., Herrlinger K. A., Nieman K. M., Dall'Asta C., Del Rio D. Phenolic and volatile composition of a dry spearmint (*Mentha spicata* L.). Molecules. 2016;21:1007. doi:10.3390/molecules21081007.
16. Da Silva L.P., Pereira E., Pires T.C.S.P., Alves M.J., Pereira O.R., Barros L., Ferreira I.C.F.R. Rubus ulmifolius Schott fruits: A detailed study of its nutritional, chemical and bioactive properties. Food Res. Int. 2019;119:34-43. doi:10.1016/j.foodres.2019.01.52.
17. Daikonya A., Kitanaka S. Constituents isolated from the roots of *Rhodiola sacra* S. H. Fu. Japan. J Food Chem Safety. 2011;18(3):183-190. Doi:10.18891/jjfc.18.3_183.
18. De Rosso M., Tonidandel L., Larcher R., Nicolini G., Dalla Vedova A., De Marchi F., Gardiman M., Giust M., Flamini R. Identification of new flavonols in hybrid grapes by combined liquid chromatography - mass spectrometry approaches. Food Chem. 2014;163:244-250. doi:10.1016/j.foodchem.2014.04.110.
19. Fu C., Yu P., Wang M., Qiu F. Phytochemical analysis and geographic assessment of flavonoids, coumarins and sesquiterpenes in *Artemisia annua* L. based on HPLC-DAD quantification and LC-ESI-QTOF-MS/MS confirmation. Food Chem. 2020;312: 126070. Doi:10.1016/j.foodchem.2019.126070.
20. Garg M., Chawla M., Chunduri, V., Kumar R., Sharma S., Sharma N.K., Kaur N., Kumar A., Munday J.K., Saini M.K., Singh S.P. Transfer of grain colors to elite wheat cultivars and their characterization. J. Cereal Sci. 2016;71:138-144. Doi:10.1016/j.jcs.2016.08.004.
21. Goufo P., Singh R.K., Cortez I. Phytochemical A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves. Antioxidants. 2020;9:398. Doi: 10.3390/antiox9050398
22. Hamed A.R., El-Hawary S.S., Ibrahim R.M., Abdelmohsen U.R., El-Halawany A.M. Identification of Chemopreventive Components from Halophytes Belonging to Aizoaceae and Cactaceae Through LC/MS—Bioassay Guided Approach. J. Chrom. Sci. 2020;0:1-9. Doi:0.1093/chrmsci/bmaa112.
23. Han F., Li Y., Ma L., Liu T., Wu Y., Hu R., Song A., Yin R. A rapid and sensitive UHPLC-FT-ICR MS/MS method for identification of chemical constituents in *Rhodiola crenulata* extract, rat plasma and rat brain after oral administration. Talanta. 2016;160:183-193. Doi:10.1016/j.

- talanta.2016.07.014.
24. Ivanova-Petropulos V.; Naceva Z.; Sandor V.; Makszin L.; Deutsch-Nagy L.; Berkics B.; Stafilov T.; Kilar F. Fast determination of lactic, succinic, malic, tartaric, shikimic, and citric acids in red Vranec wines by CZE-ESI-QTOF-MS. *Electrophoresis*. 2018;39:1597-1605. Doi: 10.1002/elps.201700492.
 25. Jaiswal R.; Jayasinghe L.; Kuhnert N. Identification and characterization of proanthocyanidins of 16 members of the Rhododendron genus (Ericaceae) by tandem LC-MS. *J. Mass Spectrom.* 2012;47:502-515. Doi: 10.1002/jms.2954.
 26. Jaiswal R.; Muller H.; Muller A.; Karar M.G.E.; Kuhnert N. Identification and characterization of chlorogenic acids, chlorogenic acid glycosides and flavonoids from *Lonicera henryi* L. (Caprifoliaceae) leaves by LC-MSn. *Phytochem.* 2014;108:252-263. Doi:10.1016/j.phytochem.2014.08.023.
 27. Jiang R.-W., Lau K.-M., Hon P.-M., Mak T.C.W., Woo K.-S., Fung K.-P. Chemistry and Biological Activities of Caffeic Acid Derivatives from *Salvia miltiorrhiza*. *Current Med. Chem.* 2005;12:237-246. Doi:10.2174/0929867053363397.
 28. Kim S., Oh S., Noh H.B., Ji S., Lee S.H., Koo J.M., Choi C.W., Jhun H.P. In Vitro Antioxidant and Anti-Propionibacterium acnes Activities of Cold Water, Hot Water, and Methanol Extracts, and Their Respective Ethyl Acetate Fractions, from *Sanguisorba officinalis* L. Roots. *Molecules*. 2018;23:3001. Doi:10.3390/molecules23113001.
 29. Lago-Vanzela E.S., Da-Silva R., Gomes E., Garcia-Romero E., Hermosin-Gutierrez E. Phenolic Composition of the Edible Parts (Flesh and Skin) of Bordô Grape (*Vitis labrusca*) Using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. *Agric. Food Chem.* 2011;59:13136-13146. Doi:10.1021/jf203679n
 30. Le Gall G., DuPont M.S., Mellon F.A., Davis A.L., Collins G.J., Verhoeven M.E., Colquhoun I.J. Characterization and Content of Flavonoid Glycosides in Genetically Modified Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Fruits. *J. Agricult. Food Chem.* 2003;51:2438-2446. Doi:10.1021/jf025995e.
 31. Lee T.H., Hsu C.C., Hsiao G., Fang J.Y., Liu W.M., Lee C.K. Anti-MMP-2 activity and skin-penetrating capability of the chemical constituents from *Rhodiola rosea*. *Planta Med.* 2016;82(8):698-704. Doi:10.1055/s-0042-101033.
 32. Li X., Tian T. Phytochemical Characterization of *Mentha spicata* L. Under Differential Dried-Conditions and Associated Nephrotoxicity Screening of Main Compound with Organ-on-a-Chip. *Frontiers in Pharm.* 2018;9:1067. Doi:10.3389/fphar.2018.01067.
 33. Marzouk M.M., Hussein S.R., Elkhateeb A., El-shabrawy M., Abdel-Hameed E.-S. S., Kawashty S.A. Comparative study of *Mentha* species growing wild in Egypt: LC-ESI-MS analysis and chemosystematic significance. *J. Applied Pharm. Sci.* 2018;8(08):116-122. Doi:10.7324/JAPS.2018.8816.
 34. Ozarowski M., Piasecka A., Paszal-Jaworska A., Siqueira de A. Chaves D., Romaniuk A., Rybczynska M., Grzyszczyńska A., Sawikowska A., Kachlicki P., Mikolajczak P.L., Seremak-Mrozikiewicz A. Comparison of bioactive compounds content in leaf extracts of *Passiflora incarnata*, *P. caerulea* and *P. alata* and in vitro cytotoxic potential on leukemia cell lines. *Braz. J. Pharmacol.* 2018;28:179-191. Doi:10.1016/j.bjpp.2018.01.006.
 35. Pandey R., Kumar B. HPLC-QTOF-MS/MS-based rapid screening of phenolics and triterpenic acids in leaf extracts of *Ocimum* species and their interspecies variation. *J. Liquid Chromatogr. & Related Technol.* 2016;39:225-238. Doi:10.1080/10826076.2016.1148048.
 36. Paudel L., Wyzgovski F.J., Scheerens J.C., Chanon A.M., Reese R.N., Smiljanic D., Wedemiotis C., Blakeslee J.J., Riedl K.M., Rinaldi P.L. Nonanthocyanin Secondary Metabolites of Black Raspberry (*Rubus occidentalis* L.) Fruits: Identification by HPLC-DAD, NMR, HPLC-ESI-MS, and ESI-MS/MS Analyses. *J. Agricult. Food. Chem.* 2013;61:12032-12043. Doi:10.1021/jf4039953.
 37. Petsalo A., Jalonen J., Tolonen A. Identification of flavonoids of *Rhodiola rosea* by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J Chromatogr. A.* 2006;1112(1-2):224-231. Doi:10.1016/j.chroma.2005.11.056.
 38. Pradhan P.C., Saha S. Anthocyanin profiling of *Berberis lycium* Royle berry and its bioactivity evaluation for its nutraceutical potential. *J Food Sci. Technol.* 2016;53(2):1205-1213. Doi:10.1008/s13197-015-2117-4.
 39. Quifer-Rada P., Vallverdu-Queralt A., Martinez-Huelamo M., Chiva-Blanch G., Jauregui O., Estruch R., Lamuela-Raventos R. A comprehensive characterization of beer polyphenols by high resolution mass spectrometry (LC-ESI-LTQ-Orbitrap-MS). *Food Chem.* 2015;169:336-343. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.07.154.
 40. Razgonova M.P., Zakharenko A.M., Grudev V., Ercisli S., Golokhvast K.S. Comparative analysis of the multicomponent composition of Far East Sikhotsky *Rhododendron* (*Rh. sichotense*) and East Siberian *Rhododendron* (*Rh. adamsii*) using supercritical CO₂-extraction and HPLC-MS/MS spectrometry. *Molecules*. 2020;25:3774. Doi:10.3390/molecules25173774.
 41. Santos S.A.O., Freire C.S.R., Domingues M.R.M., Silvestre A.J.D., Neto C.P. Characterization of Phenolic Components in Polar Extracts of *Eucalyptus globulus* Labill. Bark by High-Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 2011;59:9386-9393. Doi:10.1021/jf201801q.
 42. Santos S.A.O., Vilela C., Freire C.S.R., Neto C.P., Silvestre A.J.D. Ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry applied to the identification of valuable phenolic compounds from *Eucalyptus* wood. *J. Chromatogr. B.* 2013;938:65-74. Doi:10.1016/j.jchromb.2013.08.34.
 43. Seukep A.J., Zhang Y.-L., Hu Y.-B., Guo M.-Q. In Vitro Antibacterial and Antiproliferative Potential of *Echinops lanceolatus* Mattf. (Asteraceae) and Identification of Potential Bioactive Compounds. *Pharmaceut.* 2020;13:59. Doi:10.3390/ph13040059.
 44. Schoedl K., Forneck A., Sulyok M., Schuhmacher R. Optimization, In-House Validation, and Application of a Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LCMS/MS)-Based Method for the Quantification of Selected Polyphenolic Compounds in Leaves of Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *J. Agric. Food. Chem.* 2011;59:10787-10794. Doi:10.1021/jf202753g.
 45. Sharma M., Sandhir R., Singh A., Kumar P., Mishra A., Jachak S., Singh S.P., Singh J., Roy J. Comparison analysis of phenolic compound characterization and their biosynthesis genes between two diverse bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties differing for chapatti (unleavened flat bread) quality. *Front. Plant. Sci.* 2016;7:1870. Doi:10.3389/fpls.2016.01870.
 46. Spinola V., Pinto J., Castilho P.C. Identification and quantification of phenolic compounds of selected fruits from Madeira Island by HPLC-DAD-ESI-MSn and screening for their antioxidant activity. *Food Chemistry.* 2015;173:14-30. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.09.163.
 47. Suarez M., Macia A., Romero M.-P., Motiva M.-J. Improved liquid chromatography tandem mass spectrometry method for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. *J. Chromatogr. A.* 2008;1214:90-99. Doi:10.1016/j.chroma.2008.10.098.
 48. Sun J., Liu X., Yang T., Slovin J., Chen P. Profiling polyphenols of two diploid strawberry (*Fragaria vesca*) inbred

- lines using UHPLC-HRMSn. *Food Chem.*, 2014;146:289-298. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.089>.
49. Sun J., Liang F., Bin Y., Li P., Duan C. Screening Non-colored Phenolics in Red Wines using Liquid Chromatography/Ultraviolet and Mass Spectrometry/Mass Spectrometry Libraries. *Molecules*. 2007;12:679-693. Doi:10.3390/12030679.
 50. Sun L., Tao S., Zhang S. Characterization and Quantification of Polyphenols and Triterpenoids in Thinned Young Fruits of Ten Pear Varieties by UPLC-Q TRAP-MS/MS. *Molecules*. 2019;24:159. Doi:10.3390/molecules24010159.
 51. Vallverdu-Queralt A., Jauregui O., Medina-Remon A., Lamuela-Raventos, R.M. Evaluation of a Method to Characterize the Phenolic Profile of Organic and Conventional Tomatoes. *Agricult. Food Chem.* 2012;60:3373-3380. Doi:10.1021/jf204702f.
 52. Voskoboinikova I.V., Tjukavkina N.A., Geodakyan S.V., Kolesnik Y.A., Kolhir V.K., Zjuzin V.A., Sokolov S.J. Experimental pharmacokinetics of biologically active plant phenolic compounds III. Pharmacokinetics of dihydroquercetin. *Phytotherapy Res.* 1993;7:208-210. Doi:10.1002/ptr.2650070225.
 53. Wang H., Race E.J., Shrikhande A.J. Characterization of Anthocyanins in Grape Juices by Ion Trap Liquid Chromatography–Mass Spectrometry. *Agric. Food Chem.* 2003;51:1839-1844. Doi:10.1021/jf0260747.
 54. Wojakowska A., Perkowski J., Goral T., Stobiecki M. Structural characterization of flavonoid glycosides from leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.) using LC/MS/MS profiling of the target compounds. *J. Mass. Spectrom.* 2013;48:329-339. Doi:10.1002/jms.3160.
 55. Xiao J., Wang T., Li P., Liu R., Li Q., Bi K. Development of two step liquid–liquid extraction tandem UHPLC–MS/MS method for the simultaneous determination of Ginkgo flavonoids, terpenolactones and nimodipine in rat plasma: Application to the pharmacokinetic study of the combination of Ginkgo biloba dispersible tablets and Nimodipine tablets. *J. Chromatogr. B.* 2016;1028:33-41. Doi:10.1016/j.jchromb.2016.06.005.
 56. Xu L.-L., Xu J.-J., Zhong K.-R., Shang Z.-P., Wang F., Wang R.-F., Zhang, L., Zhang J.-Y., Liu B. Analysis of non-volatile chemical constituents of *Menthae Haplocalycis herba* by ultra-high performance liquid chromatography - high resolution mass spectrometry. *Molecules*. 2017;22:1756. Doi:10.3390/molecules22101756.
 57. Xu X., Yang B., Wang D., Zhu Y., Miao X., Yang W. The Chemical Composition of Brazilian Green Propolis and Its Protective Effects on Mouse Aortic Endothelial Cells against Inflammatory Injury. *Molecules*. 2020;25:4612. Doi:10.3390/molecules25204612.
 58. Yang L., Meng X., Yu X., Kuang H. Simultaneous determination of anemoseide B4, phellodendrine, berberine, palmatine, obakunone, esculetin, esculetin in rat plasma by UPLC–ESI–MS/MS and its application to a comparative pharmacokinetic study in normal and ulcerative colitis rats. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2017;134:43-52. Doi:10.106/j.jpba.2016.11.021.
 59. Yasuda T., Fukui M., Nakazawa T., Hoshikawa A., Ohsawa K. Metabolic Fate of Fraxin Administered Orally to Rats. *J. Nat. Prod.* 2006;69:755-757. Doi:10.1021/np0580412.
 60. Zhang W.-H., Chao L.-Ch., Hu D.-J., Shakerian F. Comparison of Antioxidant Activity and Main Active Compounds Among Different Parts of *Alpinia officinarum* Hance Using High-Performance Thin Layer Chromatography–Bioautography. *J. AOAC Int.* 2019;102(3):726-733. Doi:10.5740/jaoacint.18-0307.
- ## References
1. Ampelography of the USSR. M.: Pishchepromizdat. 1946:1-494 (*in Russian*).
 2. Vavilov N.I. Origin and geography of cultivated plants. Leningrad: Science. 1987:1-440 (*in Russian*).
 3. Berry E.W. Lower Cretaceous. Baltimore, Maryland Geological Survey. 1911.
 4. Berry E.W. Upper Cretaceous floras of the World. Text and atlas. Baltimore, Maryland Geological Survey. 1917.
 5. Krishtofovych A.N. Paleontological history of grapes. *Botanical journal of the USSR*. 1938;23(5-6):365-375 (*in Russian*).
 6. Krishtofovych A.N. Sarmatian flora of the Krynka river. Proceedings of the Geological Prospecting Institute. 1939;98:5 (*in Russian*).
 7. Krishtofovych A.N., Borsuk M.I. Miocene plants from the Irtysh River near the city of Tara in Western Siberia. *Problems of paleontology*. 1939;5:375-396 (*in Russian*).
 8. Hegi G. Vitaceae (Ampelidaceae) Rebengewachse. *Illustrierte Flora von Mittel-Europa*. Munchen. 1925;5(1):350-426.
 9. Michurin I.V. The results of half a century of work on the development of new varieties of fruit plants. Vol. I-II, M.: Novaya derevnya, 1929-1932 (*in Russian*).
 10. Michurin I.V. New hardy varieties of especially early ripening grapes, suitable for cultivation in central Russia and some parts of Siberia. *Bulletin of gardening, fruit growing and horticulture*. SPB, 1907;4-5 (*in Russian*).
 11. Sprygin V.G., Kushnerova N.F., Fomenko S.E. Antiradical activity of extracts from Far Eastern plants containing oligomeric proanthocyanidin complex. *Bulletin of physiology and pathological respiration*. 2002;11:1-10 (*in Russian*).
 12. State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV edition. M.: 2018;1-3 (*in Russian*).
 13. Chen W., Gong L., Guo Z., Wang W., Zhang H., Liu X., Yu S., Xiong L., Luo J. A. Novel Integrated Method for Large-Scale Detection, Identification, and Quantification of Widely Targeted Metabolites: Application in the Study of Rice Metabolomics. *Molecular Plant*. 2013;6(6):1769-1780. doi:10.1093/mp/ss080.
 14. Chen X., Zhang S., Xuan Z., Ge D., Chen X., Zhang J., Wang Q., Wu Y., Liu B. The Phenolic Fraction of *Mentha haplocalyx* and Its Constituent Linarin Ameliorate Inflammatory Response through Inactivation of NF- κ B and MAPKs in Lipopolysaccharide-Induced RAW264.7 Cells. *Molecules*. 2017;22:811. doi:10.3390/molecules22050811.
 15. Cirilini M., Mena P., Tassotti M., Herrlinger K. A., Nieman K. M., Dall'Asta C., Del Rio D. Phenolic and volatile composition of a dry spearmint (*Mentha spicata* L.). *Molecules*. 2016;21:1007. doi:10.3390/molecules21081007.
 16. Da Silva L.P., Pereira E., Pires T.C.S.P., Alves M.J., Pereira O.R., Barros L., Ferreira I.C.F.R. *Rubus ulmifolius* Schott fruits: A detailed study of its nutritional, chemical and bioactive properties. *Food Res. Int.* 2019;119:34-43. doi:10.106/j.foodres.2019.01.52.
 17. Daikonya A., Kitanaka S. Constituents isolated from the roots of *Rhodiola sacra* S. H. Fu. *Japan. J. Food Chem Safety*. 2011;18(3):183-190. Doi:10.18891/jjfc.18.3_183.
 18. De Rosso M., Tonidandel L., Larcher R., Nicolini G., Dalla Vedova A., De Marchi F., Gardiman M., Giust M., Flamini R. Identification of new flavonols in hybrid grapes by combined liquid chromatography - mass spectrometry approaches. *Food Chem.* 2014;163:244-250. doi:10.106/j.foodchem.2014.04.110.
 19. Fu C., Yu P., Wang M., Qiu F. Phytochemical analysis and geographic assessment of flavonoids, coumarins and sesquiterpenes in *Artemisia annua* L. based on HPLC-DAD

- quantification and LC-ESI-QTOF-MS/MS confirmation. *Food Chem.* 2020;312: 126070. Doi:10.1016/j.foodchem.2019.126070.
20. Garg M., Chawla M., Chunduri, V., Kumar R., Sharma S., Sharma N.K., Kaur N., Kumar A., Munday J.K., Saini M.K., Singh S.P. Transfer of grain colors to elite wheat cultivars and their characterization. *J. Cereal Sci.* 2016;71:138-144. Doi:10.1016/j.jcs.2016.08.004.
 21. Goufo P., Singh R.K., Cortez I. Phytochemical A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves. *Antioxidants.* 2020;9:398. Doi: 10.3390/antiox9050398
 22. Hamed A.R., El-Hawary S.S., Ibrahim R.M., Abdelmohsen U.R., El-Halawany A.M. Identification of Chemopreventive Components from Halophytes Belonging to Aizoaceae and Cactaceae Through LC/MS—Bioassay Guided Approach. *J. Chrom. Sci.* 2020;0:1-9. Doi:0.1093/chrmsci/bmaa112.
 23. Han F., Li Y., Ma L., Liu T., Wu Y., Hu R., Song A., Yin R. A rapid and sensitive UHPLC-FT-ICR MS/MS method for identification of chemical constituents in *Rhodiola crenulata* extract, rat plasma and rat brain after oral administration. *Talanta.* 2016;160:183-193. Doi:10.1016/j.talanta.2016.07.014.
 24. Ivanova-Petropulos V.; Naceva Z.; Sandor V.; Makszin L.; Deutsch-Nagy L.; Berkics B.; Stafilov T.; Kilar F. Fast determination of lactic, succinic, malic, tartaric, shikimic, and citric acids in red Vranec wines by CZE-ESI-QTOF-MS. *Electrophoresis.* 2018;39:1597-1605. Doi: 10.1002/elps.201700492.
 25. Jaiswal R.; Jayasinghe L.; Kuhnert N. Identification and characterization of proanthocyanidins of 16 members of the *Rhododendron* genus (Ericaceae) by tandem LC-MS. *J. Mass Spectrom.* 2012;47:502-515. Doi: 10.1002/jms.2954.
 26. Jaiswal R.; Muller H.; Muller A.; Karar M.G.E.; Kuhnert N. Identification and characterization of chlorogenic acids, chlorogenic acid glycosides and flavonoids from *Lonicera henryi* L. (Caprifoliaceae) leaves by LC-MSn. *Phytochem.* 2014;108:252-263. Doi:10.1016/j.phytochem.2014.08.023.
 27. Jiang R.-W., Lau K.-M., Hon P.-M., Mak T.C.W., Woo K.-S., Fung K.-P. Chemistry and Biological Activities of Caffeic Acid Derivatives from *Salvia miltiorrhiza*. *Current Med. Chem.* 2005;12:237-246. Doi:10.2174/0929867053363397.
 28. Kim S., Oh S., Noh H.B., Ji S., Lee S.H., Koo J.M., Choi C.W., Jhun H.P. In Vitro Antioxidant and Anti-Propionibacterium acnes Activities of Cold Water, Hot Water, and Methanol Extracts, and Their Respective Ethyl Acetate Fractions, from *Sanguisorba officinalis* L. Roots. *Molecules.* 2018;23:3001. Doi:10.3390/molecules231113001.
 29. Lago-Vanzela E.S., Da-Silva R., Gomes E., Garcia-Romero E., Hermosin-Gutierrez E. Phenolic Composition of the Edible Parts (Flesh and Skin) of Bordô Grape (*Vitis labrusca*) Using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. *Agric. Food Chem.* 2011;59:13136-13146. Doi:10.1021/jf203679n
 30. Le Gall G., DuPont M.S., Mellon F.A., Davis A.L., Collins G.J., Verhoeven M.E., Colquhoun I.J. Characterization and Content of Flavonoid Glycosides in Genetically Modified Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Fruits. *J. Agricult. Food Chem.* 2003;51:2438-2446. Doi:0.1021/jf025995e.
 31. Lee T.H., Hsu C.C., Hsiao G., Fang J.Y., Liu W.M., Lee C.K. Anti-MMP-2 activity and skin-penetrating capability of the chemical constituents from *Rhodiola rosea*. *Planta Med.* 2016;82(8):698-704. Doi:10.1055/s-0042-101033.
 32. Li X., Tian T. Phytochemical Characterization of *Mentha spicata* L. Under Differential Dried-Conditions and Associated Nephrotoxicity Screening of Main Compound with Organ-on-a-Chip. *Frontiers in Pharm.* 2018;9:1067. Doi:10.3389/fphar.2018.01067.
 33. Marzouk M.M., Hussein S.R., Elkhateeb A., El-shabrawy M., Abdel-Hameed E.-S. S., Kawashty S.A. Comparative study of *Mentha* species growing wild in Egypt: LC-ESI-MS analysis and chemosystematic significance. *J. Applied Pharm. Sci.* 2018;8(08):116-122. Doi:10.7324/JAPS.2018.8816.
 34. Ozarowski M., Piasecka A., Paszel-Jaworska A., Siqueira de A. Chaves D., Romaniuk A., Rybczynska M., Gryszczynska A., Sawikowska A., Kachlicki P., Mikolajczak P.L., Seremak-Mrozikiewicz A. Comparison of bioactive compounds content in leaf extracts of *Passiflora incarnata*, *P. caerulea* and *P. alata* and in vitro cytotoxic potential on leukemia cell lines. *Braz. J. Pharmacol.* 2018;28:179-191. Doi:10.1016/j.bjp.2018.01.006.
 35. Pandey R., Kumar B. HPLC-QTOF-MS/MS-based rapid screening of phenolics and triterpenic acids in leaf extracts of *Ocimum* species and their interspecies variation. *J. Liquid Chromatogr. & Related Technol.* 2016;39:225-238. Doi:10.1080/10826076.2016.1148048.
 36. Paudel L., Wyzgovski F.J., Scheerens J.C., Chanon A.M., Reese R.N., Smiljanic D., Wesdemiotis C., Blakeslee J.J., Riedl K.M., Rinaldi P.L. Nonanthocyanin Secondary Metabolites of Black Raspberry (*Rubus occidentalis* L.) Fruits: Identification by HPLC-DAD, NMR, HPLC-ESI-MS, and ESI-MS/MS Analyses. *J. Agricult. Food. Chem.* 2013;61:12032-12043. Doi:10.1021/jf4039953.
 37. Petsalo A., Jalonen J., Tolonen A. Identification of flavonoids of *Rhodiola rosea* by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.* 2006;1112(1-2):224-231. Doi:10.1016/j.chroma.2005.11.056.
 38. Pradhan P.C., Saha S. Anthocyanin profiling of *Berberis lycium* Royle berry and its bioactivity evaluation for its nutraceutical potential. *J Food Sci. Technol.* 2016;53(2):1205-1213. Doi:10.1008/s13197-015-2117-4.
 39. Quifer-Rada P., Vallverdu-Queralt A., Martinez-Huelamo M., Chiva-Blanch G., Jauregui O., Estruch R., Lamuela-Raventos R. A comprehensive characterization of beer polyphenols by high resolution mass spectrometry (LC-ESI-LTQ-Orbitrap-MS). *Food Chem.* 2015;169:336-343. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.07.154.
 40. Razgonova M.P., Zakharenko A.M., Grudev V., Ercisli S., Golokhvast K.S. Comparative analysis of the multicomponent composition of Far East Sikhotinsky *Rhododendron* (*Rh. sichotense*) and East Siberian *Rhododendron* (*Rh. adamsii*) using supercritical CO₂-extraction and HPLC-MS/MS spectrometry. *Molecules.* 2020;25:3774. Doi:10.3390/molecules25173774.
 41. Santos S.A.O., Freire C.S.R., Domingues M.R.M., Silvestre A.J.D., Neto C.P. Characterization of Phenolic Components in Polar Extracts of *Eucalyptus globulus* Labill. Bark by High-Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 2011;59:9386-9393. Doi:10.1021/jf201801q.
 42. Santos S.A.O., Vilela C., Freire C.S.R., Neto C.P., Silvestre A.J.D. Ultra-high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry applied to the identification of valuable phenolic compounds from *Eucalyptus* wood. *J. Chromatogr. B.* 2013;938:65-74. Doi:10.1016/j.jchromb.2013.08.34.
 43. Seuкеp A.J., Zhang Y.-L., Hu Y.-B., Guo M.-Q. In Vitro Antibacterial and Antiproliferative Potential of *Echinops lanceolatus* Mattf. (Asteraceae) and Identification of Potential Bioactive Compounds. *Pharmaceut.* 2020;13:59. Doi:10.3390/ph13040059.
 44. Schoedl K., Forneck A., Sulyok M., Schuhmacher R. Optimization, In-House Validation, and Application of a

- Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LCMS/MS)-Based Method for the Quantification of Selected Polyphenolic Compounds in Leaves of Grapevine (*Vitis vinifera* L.). *J. Agric. Food. Chem.* 2011;59:10787-10794. Doi:10.1021/jf202753g.
45. Sharma M., Sandhir R., Singh A., Kumar P., Mishra A., Jachak S., Singh S.P., Singh J., Roy J. Comparison analysis of phenolic compound characterization and their biosynthesis genes between two diverse bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties differing for chapatti (unleavened flat bread) quality. *Front. Plant. Sci.* 2016;7:1870. Doi:10.3389/fpls.2016.01870.
46. Spinola V., Pinto J., Castilho P.C. Identification and quantification of phenolic compounds of selected fruits from Madeira Island by HPLC-DAD-ESI-MSn and screening for their antioxidant activity. *Food Chemistry.* 2015;173:14-30. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.09.163.
47. Suarez M., Macia A., Romero M.-P., Motiva M.-J. Improved liquid chromatography tandem mass spectrometry method for the determination of phenolic compounds in virgin olive oil. *J. Chromatogr. A.* 2008;1214:90-99. Doi:10.1016/j.chroma.2008.10.098.
48. Sun J., Liu X., Yang T., Slovin J., Chen P. Profiling polyphenols of two diploid strawberry (*Fragaria vesca*) inbred lines using UHPLC-HRMSn. *Food Chem.* 2014;146:289-298. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.089>.
49. Sun J., Liang F., Bin Y., Li P., Duan C. Screening Non-colored Phenolics in Red Wines using Liquid Chromatography/Ultraviolet and Mass Spectrometry/Mass Spectrometry Libraries. *Molecules.* 2007;12:679-693. Doi:10.3390/12030679.
50. Sun L., Tao S., Zhang S. Characterization and Quantification of Polyphenols and Triterpenoids in Thinned Young Fruits of Ten Pear Varieties by UPLC-Q TRAP-MS/MS. *Molecules.* 2019;24:159. Doi:10.3390/molecules24010159.
51. Vallverdu-Queralt A., Jauregui O., Medina-Remon A., Lamuela-Raventos, R.M. Evaluation of a Method to Characterize the Phenolic Profile of Organic and Conventional Tomatoes. *Agricult. Food Chem.* 2012;60:3373-3380. Doi:10.1021/jf204702f.
52. Voskoboinikova I.V., Tjukavkina N.A., Geodakyan S.V., Kolesnik Y.A., Kolhir V.K., Zjuzin V.A., Sokolov S.J. Experimental pharmacokinetics of biologically active plant phenolic compounds III. Pharmacokinetics of dihydroquercetin. *Phytotherapy Res.* 1993;7:208-210. Doi:10.1002/ptr.2650070225.
53. Wang H., Race E.J., Shrikhande A.J. Characterization of Anthocyanins in Grape Juices by Ion Trap Liquid Chromatography–Mass Spectrometry. *Agric. Food Chem.* 2003;51:1839-1844. Doi:10.1021/jf0260747.
54. Wojakowska A., Perkowski J., Goral T., Stobiecki M. Structural characterization of flavonoid glycosides from leaves of wheat (*Triticum aestivum* L.) using LC/MS/MS profiling of the target compounds. *J. Mass. Spectrom.* 2013;48:329-339. Doi:10.1002/jms.3160.
55. Xiao J., Wang T., Li P., Liu R., Li Q., Bi K. Development of two step liquid–liquid extraction tandem UHPLC–MS/MS method for the simultaneous determination of Ginkgo flavonoids, terpene lactones and nimodipine in rat plasma: Application to the pharmacokinetic study of the combination of Ginkgo biloba dispersible tablets and Nimodipine tablets. *J. Chromatogr. B.* 2016;1028:33-41. Doi:10.1016/j.jchromb.2016.06.005.
56. Xu L.-L., Xu J.-J., Zhong K.-R., Shang Z.-P., Wang F., Wang R.-F., Zhang L., Zhang J.-Y., Liu B. Analysis of non-volatile chemical constituents of *Menthae Haplocalycis herba* by ultra-high performance liquid chromatography – high resolution mass spectrometry. *Molecules.* 2017;22:1756. Doi:10.3390/molecules22101756.
57. Xu X., Yang B., Wang D., Zhu Y., Miao X., Yang W. The Chemical Composition of Brazilian Green Propolis and Its Protective Effects on Mouse Aortic Endothelial Cells against Inflammatory Injury. *Molecules.* 2020;25:4612. Doi:10.3390/molecules25204612.
58. Yang L., Meng X., Yu X., Kuang H. Simultaneous determination of anemoside B4, phellodendrine, berberine, palmatine, obakunone, esculin, esculetin in rat plasma by UPLC–ESI–MS/MS and its application to a comparative pharmacokinetic study in normal and ulcerative colitis rats. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 2017;134:43-52. Doi:10.1016/j.jpba.2016.11.021.
59. Yasuda T., Fukui M., Nakazawa T., Hoshikawa A., Ohsawa K. Metabolic Fate of Fraxin Administered Orally to Rats. *J. Nat. Prod.* 2006;69:755-757. Doi:10.1021/np0580412.
60. Zhang W.-H., Chao I.-Ch., Hu D.-J., Shakerian F. Comparison of Antioxidant Activity and Main Active Compounds Among Different Parts of *Alpinia officinarum* Hance Using High-Performance Thin Layer Chromatography–Bioautography. *J. AOAC Int.* 2019;102(3):726-733. Doi:10.5740/jaoacint.18-0307.

Информация об авторах

Майя Петровна Разгонова, канд. техн. наук, ВРИО директора Дальневосточной опытной станции Филиала ВИР; e-мэйл: m.razgonova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9732-1649>;

Андрей Шамильевич Сабитов, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник Дальневосточной опытной станции Филиала ВИР; e-мэйл: andrsabitov@rambler.ru;

Елена Викторовна Перминова, ведущий специалист Дальневосточной опытной станции Филиала ВИР; e-мэйл: elenaperminova@inbox.ru;

Наталья Михайловна Михайлова, ведущий специалист Дальневосточной опытной станции Филиала ВИР; e-мэйл: nataruh@list.ru;

Кирилл Сергеевич Голохваст, д-р биол. наук, профессор, член-корр. РАН, директор ФГБНУ «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий»; e-мэйл: golokhvast@sfsca.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4873-2281>.

Information about authors

Maya P. Razgonova, Cand. Techn. Sci., Acting Director of the Far East Experimental Station of the VIR Branch; e-mail: m.razgonova@vir.nw.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9732-1649>;

Andrey Sh. Sabitov, Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Far East Experimental Station of the VIR Branch; e-mail: andrsabitov@rambler.ru;

Elena V. Perminova, Leading Specialist of the Far East Experimental Station of the VIR Branch; e-mail: elenaperminova@inbox.ru;

Natalya M. Mikhailova, Leading Specialist of the Far East Experimental Station of the VIR Branch; e-mail: nataruh@list.ru;

Kirill S. Golokhvast, Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of the RAS, Director of the Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies; e-mail: golokhvast@sfsca.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4873-2281>.

Статья поступила в редакцию 12.10.2021, одобрена после рецензии 17.11.2021, принята к публикации 19.11.2021 г.