ISSN 2074-9414 (Print)
ISSN 2313-1748 (Online)

https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-159-169
УДК 634.7:616-003.725

Оригинальная статья
http://fptt.ru

Биологически активные вещества *Vitis amurensis* Rupr. для профилактики преждевременного старения

Ю. А. Праскова[1], Т. Ф. Киселева[2], И. Ю. Резниченко[2], Н. А. Фролова[1], Н. В. Шкрабтак[1,*], Ю. Лоуренс[3]

[1] Амурский государственный университет, Благовещенск, Россия

[2] Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

[3] RED Solution provider, Хемел Хемпстед, Великобритания

Дата поступления в редакцию: 20.01.2021 *Дата принятия в печать: 19.02.2021*

**e-mail: mmip2013@mail.ru*
© Ю. А. Праскова, Т. Ф. Киселева, И. Ю. Резниченко, Н. А. Фролова, Н. В. Шкрабтак, Ю. Лоуренс, 2021

Аннотация.
Введение. Старение населения, как медико-социальная проблема, вызывает особое внимание со стороны правительства во многих странах, включая как развитые, так и развивающиеся. Цель настоящего исследования заключалась в оценке содержания биологически активных веществ плодов и листьев *Vitis amurensis* Rupr., произрастающих в Амурской области, путем анализа фенольного профиля, антирадикального потенциала и возможности их комплексной переработки для дальнейшего использования в технологиях продуктов питании пожилых людей.
Объекты и методы исследования. Листья и плоды *Vitis amurensis* Rupr., собранные в различных местах произрастания Амурской области. При исследовании состава биологически активных веществ применяли потенциометрический, титриметрический, колориметрический, фотоколориметрический методы, а также метод рентгенофлуоресцентного анализа.
Результаты и их обсуждение. Содержание сахаров в плодах и листьях *Vitis amurensis* Rupr. составило 11,97 и 1,14 % соответственно. В плодах *Vitis amurensis* Rupr. наблюдалось максимальное содержание кальция – 62,57 ± 0,01 мг/100 г, в листьях было самое высокое содержание калия – 0,105 ± 0,004 мг/100 г. Наибольшую долю по содержанию в листьях и плодах *Vitis amurensis* Rupr. имеет кафтаровая кислота – 4,97 ± 0,01 и 125,69 ± 0,32 мг/кг соответственно. Наибольшее содержание ресвератрола выявлено в плодах (148,16 ± 1,40 мг/кг), в то время как в листьях всего 9,87 ± 0,61 мг/кг. Максимальное содержание флавонолов было выявлено в плодах: кверцетина – 136,21 ± 5,60 мг/кг, кемпферола – 1,19 ± 0,01 мг/кг.
Выводы. В последнее время *Vitis amurensis* Rupr. вызывает растущий интерес как многообещающий источник биоактивных соединений, которые, благодаря всесторонней фитохимической оценке, могут найти широкое применение в нутрицевтике, космецевтике и пищевой комбинаторике. Установлено, что плоды и листья *Vitis amurensis* Rupr. обладают высокой антиоксидантной активностью, обусловленной содержанием полифенолов, ресвератрола, витаминов группы В и витамина С.

Ключевые слова. *Vitis amurensis* Rupr., фенольные соединения, витамины, минеральный состав, профилактическое питание

Для цитирования: Биологически активные вещества *Vitis amurensis* Rupr. для профилактики преждевременного старения / Ю. А. Праскова, Т. Ф. Киселева, И. Ю. Резниченко [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2021. – Т. 51, № 1. – С. 159–169. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-159-169.

Original article

Available online at http://fptt.ru/eng

Biologically Active Substances of *Vitis amurensis* Rupr.: Preventing Premature Aging

Juliya A. Praskova[1], Tatyana F. Kiseleva[2], Irina Yu. Reznichenko[2], Nina A. Frolova[1], Natalia V. Shkrabtak[1,*], Yulia Lawrence[3]

[1] Amur State University, Blagoveshchensk, Russia

[2] Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

[3] RED Solution provider, Hemel Hempstad, United Kingdom

Received: January 20, 2021 Accepted: February 19, 2021

*e-mail: mmip2013@mail.ru
© Ju.A. Praskova, T.F. Kiseleva, I.Yu. Reznichenko, N.A. Frolova, N.V. Shkrabtak, Yu. Lawrence, 2021

Abstract.
Introduction. Population aging is a medical and social problem that receives special attention from the governments of developed and developing countries. The research objective was to assess the content of biologically active substances in fruits and leaves of *Vitis amurensis* Rupr. harvested in the Amur Region. The authors analyzed the phenolic profile, anti-radical potential, and the possibility of their complex processing for further use in functional foods.
Study objects and methods. The author reviewed ten years of domestic and foreign publications, standards, and legislative documents. The research featured leaves and fruits of *Vitis amurensis* Rupr., collected in various areas of the Amur Region. The composition of biologically active substances was analyzed using potentiometric, titrimetric, colorimetric, and photocolorimetric methods, as well as the method of X-ray fluorescence analysis.
Results and discussion. The sugar content in fruits of *Vitis amurensis* Rupr. was 11.97%, in leaves – 1.14%. In the fruits, the maximum calcium content was 62.57 ± 0.01 mg/100 g. Potassium content was the highest in the leaves (0.105 ± 0.004 mg/100 g). Caftaric acid had the largest content in leaves and fruits: 4.97 ± 0.01 and 125.69 ± 0.32 mg/kg, respectively. The highest content of resveratrol was found in fruits (148.16 ± 1.40 mg/kg), while in leaves it was only 9.87 ± 0.61 mg/kg. Likewise, fruits demonstrated the maximum content of flavonols: quercetin – 136.21 ± 5.60 mg/kg, kaempferol – 1.19 ± 0.01 mg/kg.
Conclusion. *Vitis amurensis* Rupr. is a promising source of bioactive compounds. Due to its comprehensive phytochemical assessment, it can find wider application in nutritive sciences, cosmetic industry, and food combinatorics. Fruits and leaves of *Vitis amurensis* Rupr. proved to possess a high antioxidant activity due to polyphenols, resveratrol, B vitamins, and vitamin C.

Keywords. *Vitis amurensis* Rupr., phenolic compounds, vitamins, mineral composition, preventive nutrition

For citation: Praskova JuA, Kiseleva TF, Reznichenko IYu, Frolova NA, Shkrabtak NV, Lawrence Yu. Biologically Active Substances of *Vitis amurensis* Rupr.: Preventing Premature Aging. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(1): 159–169. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-1-159-169.

Введение

Старение населения, как медико-социальная проблема, вызывает особое внимание со стороны правительства во многих странах, включая как развитые, так и развивающиеся. Согласно данным Российского статистического ежегодника за 2019 год доля пожилых людей в структуре населения увеличилась за последние 15 лет: в 2005 г. она составляла 20,4 %, в 2020 г. – 25,4 %. Прогнозируется, что к 2050 г. этот показатель достигнет 26,7 % [1]. Быстрый процесс старения все больше привлекает внимание правительства и побуждает политиков пересмотреть фундаментальные потребности общества, в том числе людей пожилого возраста.

Рацион пожилых людей характеризуется однообразием, несбалансированностью основных нутриентов, недостаточным количеством витаминов и минеральных веществ [2–5]. Исследования, проведенные учеными Кемеровского государственного университета по выявлению предпочтений людей пожилого и старческого возраста, позволили установить факторы, влияющие на формирование рациона и выбор товаров, удовлетворяющих спрос [4]. Основным фактором респонденты выделили стоимость товара. Это необходимо учитывать при формировании ассортимента продукции для геродиетического питания.

Учитывая вероятное несоответствие спроса и предложения функциональных продуктов для пожилых людей, понимание их характеристик и потребностей, может помочь лицам, определяющим политику, предоставлять качественные функциональные продукты населению. Выявлено, что поведение и потребности пожилых людей в функциональном питании в России отличаются от многих развитых стран. Отличительные особенности, как отмечают ученые Института экспериментальной медицины и Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н. Н. Петрова, связаны с низкой эффективностью государственной политики в сфере продления периода активного долголетия, снижением качества и доступности государственной медико-социально-психологической помощи гражданам старших возрастных групп, недоработанностью действующих законодательных и нормативных актов в области социальной поддержки пожилых граждан [6, 7].

Старение – это многофакторный процесс, сопровождающийся потерей функций клеток. Наука много лет занимается поиском факторов, вызывающих старение. Однако, несмотря на выявление ряда возможных причин, определенная причина старения до сих пор неуловима. Один из факторов старения – свободные радикалы кислорода [4]. В этом контексте были исследованы биологически активные вещества *Vitis amurensis* Rupr. для профилактики преждевременного старения. Применение *Vitis amurensis* Rupr. в технологиях

пищевых продуктов связано с их высокой биологической ценностью, исследованию которой посвящены работы отечественных и зарубежных ученых [8, 13, 14].

Дикий виноград *(Vitis amurensis* Rupr.) – это вид семейства *Vitaceae*, распространенный на Дальнем Востоке и Восточной Азии (Корея, Китай и Япония) [8]. Установлено, что виноград амурский *Vitis amurensis* Rupr. накапливает ценные вторичные метаболиты, одним из которых является ресвератрол – противоопухолевое вещество, имеющее ведущее значение в биосинтезе стильбенов винограда. Учеными Дальневосточного отделения Российской академии наук в результате проведенных исследований установлено полигенное наследование показателя качественного признака ресвератролла. Это позволяет надежно отбирать формы внутри вида с повышенным содержанием стильбенов [9, 10, 14].

Результаты исследования показали преимущества ресвератрола в замедлении старения и поддержании здоровья клеток, предложены рекомендации его использования в качестве антиоксиданта для предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний [11, 12].

Полностью спелые плоды *Vitis amurensis* Rupr. употребляются в сыром виде и содержат много питательных веществ, таких как сахароза, глюкоза, белок и витамины. Поэтому их используют в качестве основного сырья для получения вина, сока, желе и джема. Кроме того, его листья используют в салатах. Его корни и стебли применяют как традиционные лекарственные средства для лечения рака, невралгической боли и боли в животе [8, 10]. Корни винограда амурского содержат процианидины, флавоноиды, тритерпеноиды и другие фенольные соединения. Плоды *Vitis amurensis* Rupr. включают органические кислоты, сахара, летучие соединения, полифенолы и фенольные кислоты [13, 14].

Несколько тысяч молекул, имеющих структуру полифенола (т. е. несколько гидроксильных групп на ароматических кольцах), были идентифицированы в высших растениях, несколько сотен – в съедобных растениях.

Эти молекулы являются вторичными метаболитами растений и участвуют в защите от ультрафиолетового излучения или агрессии со стороны патогенов. Полифенольные соединения можно разделить на разные группы в зависимости от количества фенольных колец, которые они содержат, и структурных элементов, которые связывают эти кольца друг с другом [15–20]. Одной из самых больших полифенольных групп, присутствующих в винограде, являются флавоноиды, в том числе антоцианы, флавонолы и флаван-3-олы [21–25]. Исследовано полифенольное разнообразие, биотрансформация антоцианов, представлена характеристика антоцианин 5-О-глюкозилтрансферазы *Vitis amurensis* Rupr., летучих соединений [17, 21, 25–28].

Анализ и обобщение материала многочисленных научных исследований показал, что они содержат обзоры химии и биохимии полифенолов, их состава и содержания в органах *Vitis amurensis* Rupr., а также их воздействия на здоровье населения [4, 29–34].

Цель настоящего исследования заключалась в оценке содержания биологически активных веществ в плодах и листьях *Vitis amurensis*, произрастающего в Амурской области, путем анализа фенольного профиля, антирадикального потенциала и возможности их комплексной переработки для дальнейшего использования в питании пожилых людей.

Объекты и методы исследования

Листья *Vitis amurensis* Rupr. собирали после сбора урожая плодов (14 сентября 2015 г.) в один и тот же день (16 сентября 2015 г.) в различных местах произрастания на территории Амурской области. Исследования проводили в усредненной пробе (из пяти проб в 3-кратной повторности). Экспериментальные данные обрабатывали статистическими методами анализа.

Массовую долю титруемых кислот определяли потенциометрическим титрованием по ГОСТ Р 34127.

Массовую долю экстрактивных веществ устанавливали рефрактометрическим методом по ГОСТ 6687.2-90.

Массовую концентрацию сахаров определяли по ГОСТ 13192-73.

Массовую долю влаги находили по ГОСТ 33977-2016.

Элементный состав листьев и плодов винограда амурского определен методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА).

Содержание аскорбиновой кислоты выявляли по ГОСТ 7047-55.

Определение витаминов группы осуществляли с помощью метода капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105М» («Люмэкс», Россия).

Витамин К находили по способности в щелочной среде давать с диэтилмалоновым эфиром окрашенное соединение, интенсивность окраски которого определяли колориметрически.

Витамин Е определили фотоколориметрическим методом.

Содержание фенольных соединений проводили спектрофотометрическим методом.

Антиоксидантную активность устанавливали по методу DPPH.

Результаты и их обсуждение

В данной работе авторами был исследован химический состав листьев и плодов *Vitis amurensis*

Таблица 1. Химический состав плодов и листьев *Vitis amurensis* Rupr.

Table 1. Chemical composition of fruits and leaves of *Vitis amurensis* Rupr.

Части растения	Наименование показателей			
	Массовая доля экстрактивных веществ, %	Массовая доля влаги, %	Массовая доля сахаров, %	Массовая доля титруемых кислот (в пересчете на яблочную кислоту), %
Листья	36,11 ± 0,02	69,37 ± 0,07	1,14 ± 0,03	0,94 ± 0,05
Плоды	29,27 ± 0,04	78,64 ± 0,01	11,97 ± 0,02	2,16 ± 0,04

Rupr. Среднестатистические данные химического состава представлены в таблице 1.

При сравнении было определено, что содержание сахаров в плодах *Vitis amurensis* Rupr. составляет 11,97 %, тогда как в листьях всего 1,14 %. Стоит отметить, что все исследуемые части *Vitis amurensis* Rupr. характеризуются высоким содержанием экстрактивных веществ: в листьях – 36,11 %, в плодах – 29,27 %.

Проведена серия опытов по исследованию витаминного состава плодов и листьев *Vitis amurensis* Rupr. Полученные среднестатистические результаты представлены в таблице 2.

Обнаружено высокое содержание аскорбиновой кислоты в плодах и листьях *Vitis amurensis* Rupr. – 26,05 и 14,06 % от суточной нормы потребления этого витамина соответственно. Также листья *Vitis amurensis* Rupr. богаты витамином К – 0,105 мг/100 г, количество которого составляет 87,5 % от суточной нормы потребления. В листьях обнаружен холин в количестве 24,0 % от рекомендуемой суточной нормы. Было установлено, что содержание α-токоферола, который является наиболее активной формой витамина Е, в листьях винограда амурского составило 1,17 ± 0,09 мг/100 г, в плодах – 1,48 ± 0,03 мг/100 г.

Результаты проведенных исследований показали, что листья и плоды *Vitis amurensis* Rupr. могут являться дополнительным источником указанных биологически активных веществ.

Суточными микронутриентами дневного рациона человека, влияющими на работу всех органов и систем организма, являются микро- и макроэлементы. Потребление калия положительно связано с метаболизмом костей, снижением артериального давления, а также снижением заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. Калий является основным внутриклеточным катионом в организме. Суточная норма потребления калия составляет от 2500 мг. Вместе с кальцием и магнием калий участвует в синтезе аминокислот и белка. Определен минеральный состав плодов и листьев *Vitis amurensis* Rupr. (табл. 3).

Наибольшее содержание кальция установлено в плодах *Vitis amurensis* Rupr. – 62,57 ± 0,01 мг/100 г, в то время как содержание калия было высоким в листьях – 0,105 ± 0,004 мг/100 г. Наибольшее содержание натрия определено в плодах – 29,41 ± 0,005 мг/100 г, а в листьях всего 1,32 ± 0,001 мг/100 г. Содержание цинка было самым высоким в плодах – 0,290 ± 0,002 мг/100 г.

Установлено, что содержание йода в плодах составляет 0,014 ± 0,0001 мг/100 г, в листьях – 0,001 ± 0,00004 мг/100 г. Содержание железа было высоким в плодах – 7,390 ± 0,002 мг/100 г, тогда как в листьях его содержание составило 0,134 ± 0,0003 мг/100 г.

На основании результатов эксперимента можно сделать вывод о том, что листья *Vitis amurensis* Rupr. богаты железом и кальцием, плоды – железом, кальцием и йодом.

Наличие йода позволяет обосновать применение изучаемого вида *Vitis amurensis* Rupr. и функциональных продуктов на его основе как профилактическое средство эндемического зоба, гипотиреоза и преждевременного старения. Это особенно актуально для жителей Дальнего Востока, который входит в число регионов, эндемичных по зобной болезни [35].

Таблица 2. Витаминный состав плодов и листьев *Vitis amurensis* Rupr., мг/100 г

Table 2. Vitamin composition of fruits and leaves of *Vitis amurensis* Rupr., mg/100 g

Части растения	Тиамин (B_1)	Рибовлавин (B_2)	Холин (B_4)	Аскорбиновая кислота (витамин С)	Токоферол (витамин Е)	Витамин К
Листья	следы	0,04	0,12	12,66	1,17	0,105
Плоды	0,02	0,06	следы	23,45	1,48	0,018
Уточненная физиологическая потребность для взрослых согласно МР 2.3.1.2432-08, мг/сутки	1,5	1,8	0,5	90,0	15,0	0,120

$P < 0{,}0001$.

Таблица 3. Минеральный состав плодов и листьев *Vitis amurensis* Rupr., мг/100 г

Table 3. Mineral composition of fruits and leaves of *Vitis amurensis* Rupr., mg/100 g

Химический элемент	Части растения		Уточненная физиологическая потребность для взрослых согласно МР 2.3.1.2432-08, мг/сут
	Листья	Плоды	
Цинк	0,027	0,290	12
Железо	0,134	7,390	10 – для мужчин 18 – для женщин
Кальций	18,94	62,57	1000
Фосфор	1,36	19,42	800
Магний	1,24	17,38	400
Калий	0,105	0,018	2500
Натрий	1,32	29,41	1300
Марганец	0,008	0,015	2
Йод	0,001	0,014	0,15

$P < 0{,}0001$.

Известные стимуляторы сиртуинов (например, ресвератрол, полифенолы) − это не только антиоксиданты, но и мощные регуляторы энергетического метаболизма, препятствующие старению [36–38]. В связи с этим были проведены исследования по содержанию фенольных соединений в листьях и плодах *Vitis amurensis* Rupr.

Фенольные кислоты делятся на две основные группы: бензойные кислоты с семью атомами углерода и коричные кислоты с девятью атомами углерода. Эти соединения существуют в виде гидроксибензойной и гидроксикоричной кислот, которые могут находиться как в свободной, так и в конъюгированной формах.

Гидроксибензойные кислоты необходимы для синтеза других соединений, участвующих в росте и развитии виноградной ягоды.

Гидроксикоричные кислоты являются основным классом фенольных кислот в виноградных ягодах. Наиболее распространенными кислотами значатся кофейная, *P*-кумаровая, феруловая и синаповая.

Гидроксикоричные кислоты могут находиться в свободной форме или в форме сложных эфиров, образованных винной кислотой, сахарами или флавоноидами. Содержание оксикарбоновых кислот в плодах и листьях *Vitis amurensis* представлено в таблице 4.

Данные, представленные в таблице 4, свидетельствует о том, что наиболее распространенной в листьях и плодах *Vitis amurensis* Rupr. была кафтаровая кислота. Ее содержание в листьях находится в количестве 4,97 ± 0,01 мкг/100 г, в плодах – 125,69 ± 0,32 мг/кг, что составляет 30,3 и 50,3 % от общей суммы проанализированных оксикарбоновых кислот соответственно.

Большое количество полифенольных соединений в винограде – это флавоноиды. Флавонолы гликозилированы по С-3 положению С-кольца. Антоцианы синтезируются из антоцианидинов путем гликозилирования в положениях 3 и 5 кольца С, накапливаются в кожуре ягод, а также в мякоти от истинного до полного созревания, когда синтез прекращается. Гликозиды антоцианидина более стабильны, чем соответствующие агликоны, поскольку гликозилирование индуцирует внутримолекулярное Н-связывание в молекуле антоциана.

Антоцианы выполняют различные биологические функции в тканях растений, такие как защита от солнечного воздействия и ультрафиолетового излучения, атак патогенов, окислительного повреждения

Таблица 4. Содержание оксикарбоновых кислот в плодах и листьях *Vitis amurensis* Rupr.

Table 4. Content of hydroxycarboxylic acids in fruits and leaves of *Vitis amurensis* Rupr.

Наименование показателя	Кислоты						
	Кафтаровая	Кофейная	транс-каутаровая	транс-кумаровая	Феруловая	Хлорогеновая кислота	Галловая
Листья, мкг/100 г	4,97	4,32	0,45	0,769	1,86	3,61	4,03
Плоды, мг/кг	125,69	0,02	84,52	2,32	9,14	748,60	28,10
Адекватный суточный уровень потребления согласно МР 2.3.1.1915-04, мг/сут	10	10	10	10	10	10	100

$P < 0{,}0001$.

и воздействия свободных радикалов [35, 36]. Антоцианы представляют собой важный источник натуральных красителей для пищевой и нутрицевтической промышленности. Процианидины и полимеры полигидроксифлаван-3-олов давно исследуются в качестве пищевых добавок для укрепления здоровья. Процианидины усиливают активность антиоксидантных ферментов и защищают организм человека от окислительного стресса [35–38].

Стильбены – это класс полифенольных соединений, которые действуют как фитоалексины, защищая ягоды от абиотического и биотического стресса. В последние годы возрос интерес к этому классу соединений, особенно к ресвератролу, благодаря его благотворному влиянию на здоровье человека. Они содержат два ароматических кольца, связанных этановым мостиком. Основное содержание стильбенов находится в кожуре винограда. Ресвератрол способствует уменьшению секреции инсулина, его аутокринного эффекта, а также снижает уровень инсулинемии. Также ресвератрол понижает активность метаболических путей, зависящих от инсулиноподобного фактора роста 1 [35–38].

Кверцетин – один из основных полифенолов, обладающих противовоспалительным, нейропротекторным, кардиозащитным и химиопрофилактическим действием. Механизм действия кверцетина связан с антиоксидантными свойствами (отдавать электроны или хелатировать ионы металлов), а также взаимодействовать с белками и нуклеиновыми кислотами. Это возможно, поскольку полифенолы проникают через клеточные и ядерные мембраны и накапливаются в ядре клетки. Было доказано, что полифенолы взаимодействуют с различными компонентами протеинкиназ (регулируют множественные клеточные сигнальные пути путем ингибирования состояния фосфорилирования), рецепторами эстрогена (предотвращают рак груди и яичников), ядерными рецепторами, различными факторами транскрипции (регулируют клеточные факторы), белками плазмы и частицами липопротеинов (изменяют физическую и биологическую структуру липопротеинов) и ферментами, такими как гидролазы, оксидазы и киназы (изменяют структуру и активность ферментов). Кроме того, полифенолы регулируют экспрессию генов и модулируют пути передачи сигнала. Примечательно, что кверцетин, ресвератрол, генистеин и куркумин взаимодействуют с ДНК [36–39].

В связи с этим было определено содержание фенольных соединений в листьях и плодах *Vitis amurensis* Rupr. (табл. 5).

Среди проанализированных классов фенольных соединений наибольшее содержание флаван-3-олы было отмечено в плодах *Vitis amurensis* Rupr. (винограда амурского): катехина – 123,51 ± 4,30 мг/кг, в то время как содержание эпикатехина составило 103,41 ± 2,30 мг/кг. Наибольшее содержание ресвератрола обнаружено в плодах – 148,16 ± 1,40 мг/кг, а в листьях всего 9,87 ± 0,61 мг/кг. Содержание флавонолов было самым высоким в плодах: кверцетина – 136,21 ± 5,60 мг/кг, кемпферола – 1,19 ± 0,01 мг/кг.

Окислительный стресс в организме возникает из-за дисбаланса между производством активных форм кислорода (АФК) и способностью их

Таблица 5. Содержание фенольных соединений в плодах *Vitis amurensis* Rupr., мг/кг

Table 5. Phenolic compounds in fruits of Vitis amurensis Rupr., mg/kg

Показатель	Части растения		Адекватный суточный уровень потребления согласно МР 2.3.1.1915-04, мг/сут
	листья	плоды	
Катехин	48,74 ± 1,20	123,51 ± 4,30	50
Эпикатехин	27,34 ± 0,81	103,41 ± 2,30	50
Процианидин B1	69,74 ± 0,73	129,57 ± 1,20	50
Процианидин B2	45,28 ± 1,10	174,23 ± 1,50	50
Ресвератрол	9,87 ± 0,61	148,16 ± 1,40	10
Мальвидин-3-О-гликозид	42,37 ± 0,82	194,21 ± 3,40	50
Цианидин-3-О-гликозид	4,35 ± 0,11	62,34 ± 0,61	50
Петунидин-3-О-гликозид	2,83 ± 0,05	82,36 ± 0,19	50
Пеонидин-3-О-гликозид	19,20 ± 0,91	49,52 ± 0,36	50
Дельфинидин-3-О-гликозид	4,84 ± 0,07	78,19 ± 1,40	50
Дельфинидин-3,5-О-дигликозид	0,630 ± 0,001	3,12 ± 0,22	50
Петунидин-3,5-О-дигликозид	0,560 ± 0,002	2,89 ± 0,09	50
Цианидин-3,5-О-дигликозид	1,130 ± 0,005	5,32 ± 0,07	50
Рутин	19,45 ± 0,32	118,50 ± 1,40	30
Кверцетин	32,61 ± 0,45	136,21 ± 5,60	30
Кемпферол	1,19 ± 0,01	6,37 ± 0,04	30
Мирицетин	2,19 ± 0,05	9,85 ± 0,01	30

нейтрализовать. Несоответствие между избыточными реактивными молекулами и слабой эндогенной защитой приводит к повреждению клеточных структур и молекул, таких как липиды, белки и ДНК, что способствует патогенезу широкого круга заболеваний. АФК, если они доступны в соответствующих небольших количествах, действуют как молекулы передачи сигналов, управляющие активностью клеток, а также обеспечивают защиту клеток. С другой стороны, если они генерируются в избытке, как при воспалении, то АФК могут запускать производство дополнительных высокореактивных веществ [39]. Ключевым моментом является окислительная модификация ферментов или регуляторных участков, редокс-модификация которых запускает изменение передачи сигналов клеток и запрограммированную гибель клеток. Окислительный стресс и воспаление тесно связаны между собой. Окислительный стресс может вызывать воспаление, а это вызывает окислительный стресс, создавая порочный круг, который приводит к повреждению клеток и способствует созданию провоспалительной среды.

Если система антиоксидантной защиты организма не может нейтрализовать избыток свободных радикалов, то дисбаланс между оксидантами и системой защиты может привести к патологическим состояниям, включая рак, сердечно-сосудистые заболевания, нейродегенеративные расстройства, атеросклероз и другие.

Авторы настоящего исследования определили антиоксидантную активность в плодах и листьях *Vitis amurensis* Rupr., которая составила 367,24 ± 0,53 мг эквивалентов аскорбиновой кислоты/г, в то время как в листьях *Vitis amurensis* Rupr. – 98,05 ± 0,21 мг эквивалентов аскорбиновой кислоты/г.

Выводы

В работе изучено содержание биологически активных соединений в плодах и листьях *Vitis amurensis* Rupr. Данное исследование показало наличие большого количества в плодах дикорастущего *Vitis amurensis* Rupr. катехинов (123,51 ± 4,30 мг/кг), ресвератрола (148,16 ± 1,40 мг/кг), кальция (62,57 ± 0,01 мг/100 г), витамина С (23,45 ± 0,06 мг/100 г). В листьях *Vitis amurensis* Rupr. выявлено большое содержание витамина К – 0,105 мг/100 г, что составляет 87,5 % от суточной нормы его потребления, кверцетина – 136,21 ± 5,60 мг/кг, кемпферола – 1,19 ± 0,01 мг/кг. Установлено, что количество йода в плодах составляет 0,014 ± 0,0001 мг/100 г, в листьях – 0,001 ± 0,00004 мг/100 г. Содержание железа было высоким в плодах – 7,390 ± 0,002 мг/100 г, тогда как в листьях его содержание составило 0,134 ± 0,0003 мг/100 г. Выявлено, что наиболее распространенной в листьях и плодах *Vitis amurensis* Rupr. была кафтаровая кислота. Ее содержание в листьях составило 4,97 ± 0,01 мкг/100 г, в плодах – 125,69 ± 0,32 мг/кг, что составляет 30,3 и 50,3 % от общей суммы проанализированных оксикарбоновых кислот соответственно.

В связи с этим применение плодов и листьев *Vitis amurensis* Rupr. в производстве функциональных продуктов является перспективным. Наиболее целесообразно использовать *Vitis amurensis* Rupr. в производстве напитков, т. к. они являются одной из важнейших составляющих пищевого рациона и потребляются в значительных количествах.

Важным элементом дальнейших исследований станет анализ сенсорных характеристик *Vitis amurensis* Rupr. и дальнейшие исследования химического состава для углубления знаний о содержании других питательных веществ *Vitis amurensis* Rupr.

Критерии авторства

Ю. А. Праскова – проведение эксперимента, анализа и подготовка первоначальных выводов. Т. Ф. Киселева – систематизация данных. И. Ю. Резниченко – анализ и дополнение текста статьи и списка литературы. Н. А. Фролова – проведение эксперимента и обработка данных. Н. В. Шкрабтак – общее руководство проектом. Ю. Лоуренс – подготовка первоначального варианта текста.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

Ju.A. Praskova performed the experimental studies, analyzed the obtained data, and draw initial conclusions. T.F. Kiseleva systematized the data. I.Yu. Reznichenko analyzed and proofread the text and added to the list of references. N.A. Frolova was responsible for the experimental work and data processing. N.V. Shkrabtak supervised the project. Yu. Lawrence wrote the draft of the manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gks.ru. – Дата обращения: 15.12.2020.

2. Dietary intake of anthocyanins and risk of cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies / R. Kimble, K. M. Keane, J. K. Lodge [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2019. – Vol. 59, № 18. – P. 3032–3043. https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1509835.

3. Associations between habitual flavonoid intake and hospital admissions for atherosclerotic cardiovascular disease: a prospective cohort study / F. Dalgaard, N. P. Bondonno, K. Murray [et al.] // The Lancet Planetary Health. – 2019. – Vol. 3, № 11. – P. e450–e459. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30212-8.

4. Yadav, K. National iodine deficiency disorders control programme: Current status & future strategy / K. Yadav, C. S. Pandav // Indian Journal of Medical Research. – 2018. – Vol. 148, № 5. – P. 503–510. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1717_18.

5. Biban, B. G. Iodine deficiency, still a global problem? / B. G. Biban, C. Lichiardopol // Current Health Sciences Journal. – 2017. – Vol. 43, № 2. – P. 103–111. https://doi.org/10.12865/CHSJ.43.02.01.

6. Рубан, Н. Ю. Особенности предпочтений людей пожилого и старческого возраста при формировании рациона / Н. Ю. Рубан, И. Ю. Резниченко // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т. 50, № 1. – С. 176–184. https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-176-184.

7. Пузин, С. Н. Оптимизация питания пожилых людей как средство профилактики преждевременного старения / С. Н. Пузин, А. В. Погожева, В. Н. Потапов // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 4. – С. 69–77. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10044.

8. Государственная поддержка граждан старшего поколения: какая геронтология нужна современной России? (часть 1) / В. Н. Анисимов, Г. А. Бордовский, А. В. Финагентов [и др.] // Успехи геронтологии. – 2020. – Т. 33, № 4. – С. 616–624. https://doi.org/10.34922/AE.2020.33.4.001.

9. Государственная поддержка граждан старшего поколения: какая гериатрия нужна современной России? (часть 2) / В. Н. Анисимов, Г. А. Бордовский, А. В. Финагентов [и др.] // Успехи геронтологии. – 2020. – Т. 33, № 4. – С. 625–645. https://doi.org/10.34922/AE.2020.33.4.002.

10. Момот, Т. В. Обоснование выбора сырьевых источников из Дальневосточной флоры для получения фармацевтических препаратов / Т. В. Момот, Н. Ф. Кушнерова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 2. – С. 146–149.

11. Растительное сырье Дальневосточного региона как источник биологически активных веществ / Н. Н. Степакова, И. Ю. Резниченко, Т. Ф. Киселева [и др.] // Пищевая промышленность. – 2020. – № 3. – С. 16–21. https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10025.

12. Dietary flavonoid intake is inversely associated with cardiovascular disease risk as assessed by body mass index and waist circumference among adults in the United States / R. S. Sebastian, C. Wilkinson Enns, J. D. Goldman [et al.] // Nutrients. – 2017. – Vol. 9, № 8. https://doi.org/10.3390/nu9080827.

13. Киселев, К. В. Экспрессия генов транскрипционных факторов MYB R2R3 в растениях и клеточных культур *Vitis Amurensis* Rupr. с различным содержанием резвератрола / К. В. Киселев, О. А. Алейнова, А. П. Тюрин // Генетика. – 2017. – Т. 53, № 4. – С. 460–467. https://doi.org/10.7868/S0016675817040099.

14. Культура клеток *Vitis amurensis* Rupr. как альтернативный источник противоопухолевого резвератрола / О. А. Алейнова, А. С. Дубровина, В. С. Христенко [и др.] // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты) : материалы VII Международной научно-практической конференции. – Симферополь, 2016. – С. 170–171.

15. Резниченко, И. Ю. Влияние климатических условий на биологическую ценность ягодного сырья Амурской области / И. Ю. Резниченко, Н. А. Фролова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 4. – С. 92–100.

16. A review of dietary stilbenes: sources and bioavailability / T. El Khawand, A. Courtois, J. Valls [et al.] // Phytochemistry Reviews. – 2018. – Vol. 17, № 5. – P. 1007–1029. https://doi.org/10.1007/s11101-018-9578-9.

17. Vitis amurensis Rupr: A review of chemistry and pharmacology / Q. Chen, L. Diao, H. Song [et al.] // Phytomedicine. – 2018. – Vol. 49. – P. 111–122. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.08.013.

18. Pressman, P. Bioavailability of micronutrients obtained from supplements and food: A survey and case study of the polyphenols / P. Pressman, R. A. Clemens, A. W. Hayes // Toxicology Research and Application. – 2017. – Vol. 1. https://doi.org/10.1177/2397847317696366.

19. Suppression of presymptomatic oxidative stress and inflammation in neurodegeneration by grape-derived polyphenols / F. Herman, S. Westfall, J. Brathwaite [et al.] // Frontiers in Pharmacology. – 2018. – Vol. 9. https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00867.

20. Применение БИО- и ДНК-технологий в ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова» / В. В. Власов, Н. А. Мулюкина, Н. Н. Зелененская [и др.] // Biotehnologii avansate – realizări şi perspective. – Кишинев, 2019. – С. 20.

21. Polyphenolic diversity in *Vitis* sp. leaves / O. Kedrina-Okutan, V. Novello, T. Hoffmann [et al.] // Scientia Horticulturae. – 2019. – T. 256. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108569.

22. Rasines-Perea, Z. Grape polyphenols' effects in human cardiovascular diseases and diabetes / Z. Rasines-Perea, P. L. Teissedre // Molecules. – 2017. – Vol. 22, № 1. https://doi.org/10.3390/molecules22010068.

23. Nanotechnological breakthroughs in the development of topical phytocompounds-based formulations / A. C. Santos, D. Rodrigues, J. A. D. Sequeira [et al.] // International Journal of Pharmaceutics. – 2019. – Vol. 572. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118787.

24. Фролова, Н. А. Исследование химического состава плодово-ягодного сырья Дальневосточного региона как перспективного источника пищевых и биологически активных веществ / Н. А. Фролова, И. Ю. Резниченко // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 2. – С. 83–90. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10021.

25. Molecular and biochemical characterization of the UDP-glucose: Anthocyanin 5-O-glucosyltransferase from *Vitis amurensis* / F. He, W.-K. Chen, K.-J. Yu [et al.] // Phytochemistry. – 2015. – Vol. 117. – P. 363–372. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.06.023.

26. Mrduljaš, N. Polyphenols: Food sources and health benefits / N. Mrduljaš, G. Krešić, T. Bilušić // Functional food. Improve health through adequate food / M. C. Hueda. – IntechOpen, 2017. – P. 23–41. https://doi.org/10.5772/intechopen.68862.

27. Biotransformation of anthocyanins from *Vitis amurensis* Rupr of "Beibinghong" extract by human intestinal microbiota / F. Zheng, M. Han, Y. He [et al.] // Xenobiotica. – 2019. – Vol. 49, № 9. – P. 1025–1032. https://doi.org/10.1080/00498254.2018.1532132.

28. Фролова, Н. А. Кондитерские изделия пониженной энергетической ценности для геродиетического питания / Н. А. Фролова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 74–80.

29. Stilbene content and expression of stilbene synthase genes in cell cultures of *Vitis amurensis* treated with cinnamic and caffeic acids / A. P. Tyunin, N. N. Nityagovsky, V. P. Grigorchuk [et al.] // Biotechnology and Applied Biochemistry. – 2018. – Vol. 65, № 2. – P. 150–155. https://doi.org/10.1002/bab.1564.

30. Dietary phenolic compounds: Biochemistry, metabolism and significance in animal and human health / V. Tufarelli, E. Casalino, A. G. D'Alessandro [et al.] // Current Drug Metabolism. – 2017. – Vol. 18, № 10. – P. 905–913. https://doi.org/10.2174/1389200218666170925124004.

31. A comparative study on quality attributes and physiological responses of organic and conventionally grown table grapes during cold storage / P. Zahedipour, M. Asghari, B. Abdollahi [et al.] // Scientia Horticulturae. – 2019. – Vol. 247. – P. 86–95. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.077.

32. Arbutus unedo L.: From traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy / S. Morgado, M. Morgado, A. I. Plácido [et al.] // Journal of Ethnopharmacology. – 2018. – Vol. 225. – P. 90–102. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.07.004.

33. The polyphenolic profile of grapes / I. Tomaz, P. Štambuk, Ž. Andabaka [et al.] // Grapes: Polyphenolic composition, antioxidant characteristics and health benefits / S. Thomas. – Nova Science Pub Inc, 2017. – P. 1–70.

34. Potential application of grape (*Vitis vinifera* L.) stem extracts in the cosmetic and pharmaceutical industries: Valorization of a by-product / C. Leal, I. Gouvinhas, R. A. Santos [et al.] // Industrial Crops and Products. – 2020. – Vol. 154. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112675.

35. Exogenous calcium deflects grape berry metabolism towards the production of more stilbenoids and less anthocyanins / V. Martins, K. Billet, A. Garcia [et al.] // Food Chemistry. – 2020. – Vol. 313. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126123.

36. Grape berry flavonoids: A review of their biochemical responses to high and extreme high temperatures / J. C. Gouot, J. P. Smith, B. P. Holzapfel [et al.] // Journal of Experimental Botany. – 2019. – Vol. 70, № 2. – P. 397–423. https://doi.org/10.1093/jxb/ery392.

37. The role of polyphenols in human health and food systems: A mini-review / H. Cory, S. Passarelli, J. Szeto [et al.] // Frontiers in Nutrition. – 2018. – Vol. 5. https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00087.

38. Profile of phenolic compounds and antioxidant activity of finger millet varieties / J. Xiang, F. B. Apea-Bah, V. U. Ndolo [et al.] // Food Chemistry. – 2019. – Vol. 275. – P. 361–368. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.120.

39. Pasteurized orange juice rich in carotenoids protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative stress and β-amyloid toxicity through direct and indirect mechanisms / R. B. De Oliveira Caland, C. O. M. Cadavid, L. Carmona [et al.] // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2019. – Vol. 2019. https://doi.org/10.1155/2019/5046280.

References

1. Federal′naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki [Federal State Statistics Service] [Internet]. [cited 2020 Dec 15]. Available from: https://gks.ru.

2. Kimble R, Keane KM, Lodge JK, Howatson G. Dietary intake of anthocyanins and risk of cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2019;59(18):3032–3043. https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1509835.

3. Dalgaard F, Bondonno NP, Murray K, Bondonno CP, Lewis JR, Croft KD, et al. Associations between habitual flavonoid intake and hospital admissions for atherosclerotic cardiovascular disease: a prospective cohort study. The Lancet Planetary Health. 2019;3(11):e450–e459. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30212-8.

4. Yadav K, Pandav CS. National iodine deficiency disorders control programme: Current status & future strategy. Indian Journal of Medical Research. 2018;148(5):503–510. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1717_18.

5. Biban BG, Lichiardopol C. Iodine deficiency, still a global problem? Current Health Sciences Journal. 2017;43(2):103–111. https://doi.org/10.12865/CHSJ.43.02.01.

6. Ruban NYu, Reznichenko IYu. Preferences of people of advanced and gerontic age in diet formation. Food Processing: Techniques and Technology. 2020;50(1):176–184. (In Russ.). https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-176-184.

7. Puzin SN, Pogozheva AV, Potapov VN. Optimizing nutrition of older people as a mean of preventing premature aging. Problems of Nutrition. 2018;87(4):69–77. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10044.

8. Anisimov VN, Bordovskiy GA, Finagentov AV, Shabrov AV. State support to elderly citizens: which gerontology needs modern Russia? (Part 1). Advances in Gerontology. 2020;33(4):616–624. (In Russ.). https://doi.org/10.34922/AE.2020.33.4.001.

9. Anisimov VN, Bordovskiy GA, Finagentov AV, Shabrov AV. State support to elderly citizens: which geriatric needs modern Russia? (Part 2). Advances in Gerontology. 2020;33(4):625–645. (In Russ.). https://doi.org/10.34922/AE.2020.33.4.002.

10. Momot TV, Kushnerova NF. Justification of the choice of raw sources from far east flora for receiving the pharmaceutical preparations. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2016;18;(2):146–149. (In Russ.).

11. Stepakova NN, Reznichenko IYu, Kiseleva TF, Shkrabtak NV, Frolova NA, Praskova YuA. Vegetable raw materials of the Far Eastern region as a source of biologically active substances. Food Industry. 2020;(3):16–21. (In Russ). https://doi.org/10.24411/0235-2486-2020-10025.

12. Sebastian RS, Wilkinson Enns C, Goldman JD, Moshfegh AJ. Dietary flavonoid intake is inversely associated with cardiovascular disease risk as assessed by body mass index and waist circumference among adults in the United States. Nutrients. 2017;9(8). https://doi.org/10.3390/nu9080827.

13. Kiselev KV, Aleynova OA, Tyunin AP. Expression of the R2R3 MYB transcription factors in *Vitis amurensis* Rupr. plants and cell cultures with different resveratrol content. Genetika. 2017;53(4):460–467. (In Russ.). https://doi.org/10.7868/S0016675817040099.

14. Aleynova OA, Dubrovina AS, Khristenko VS, Kiselev KV. Kul′tura kletok *Vitis amurensis* Rupr. kak al′ternativnyy istochnik protivoopukholevogo rezveratrola [Cell culture of *Vitis amurensis* Rupr. as an alternative source of antitumor resveratrol]. Biotekhnologiya kak instrument sokhraneniya bioraznoobraziya rastitel′nogo mira (fiziologo-biokhimicheskie, ehmbriologicheskie, geneticheskie i pravovye aspekty): materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Biotechnology as a tool for preserving plant biodiversity (physiological, biochemical, embryological, genetic, and legal aspects): Proceedings of the VII International scientific and practical conference]; 2016; Simferopol. Simferopol: Arial; 2016. p. 170–171. (In Russ.).

15. Reznichenko IYu, Frolova NA. The influence of climatic conditions on the biological value of berry raw materials of the amur region. Storage and Processing of Farm Products. 2018;(4):92–100. (In Russ.).

16. El Khawand T, Courtois A, Valls J, Richard T, Krisa S. A review of dietary stilbenes: sources and bioavailability. Phytochemistry Reviews. 2018;17(5):1007–1029. https://doi.org/10.1007/s11101-018-9578-9.

17. Chen Q, Diao L, Song H, Zhu X. *Vitis amurensis* Rupr: A review of chemistry and pharmacology. Phytomedicine. 2018;49:111–122. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.08.013.

18. Pressman P, Clemens RA, Hayes AW. Bioavailability of micronutrients obtained from supplements and food: A survey and case study of the polyphenols. Toxicology Research and Application. 2017;1. https://doi.org/10.1177/2397847317696366.

19. Herman F, Westfall S, Brathwaite J, Pasinetti GM. Suppression of presymptomatic oxidative stress and inflammation in neurodegeneration by grape-derived polyphenols. Frontiers in Pharmacology. 2018;9. https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00867.

20. Vlasov VV, Muliukina NA, Zeleneanscaia NN, Gherețchii RV. Primenenie BIO- i DNK-tekhnologiy v NNTS "IViV im. V.E. Tairova" [Application of BIO and DNA technologies in the NSC "IViV im. V.E. Tairova"]. Biotehnologii avansate – realizări și perspective; 2019; Chisinau. Chisinau, 2019. p. 20. (In Russ.).

21. Kedrina-Okutan O, Novello V, Hoffmann T, Hadersdorfer J, Schneider A, Schwab W, et al. Polyphenolic diversity in *Vitis* sp. leaves. Scientia Horticulturae. 2019;256. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108569.

22. Rasines-Perea Z, Teissedre PL. Grape polyphenols' effects in human cardiovascular diseases and diabetes. Molecules. 2017;22(1). https://doi.org/10.3390/molecules22010068.

23. Santos AC, Rodrigues D, Sequeira JAD, Pereira I, Simões A, Costa D, et al. Nanotechnological breakthroughs in the development of topical phytocompounds-based formulations. International Journal of Pharmaceutics. 2019;572. https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.118787.

24. Frolova NA, Reznichenko IYu. Investigation of the chemical composition of fruit and berry raw materials of the Far Eastern Region as a perspective source of nutrients and bioactive compounds. Problems of Nutrition. 2019;88(2):83–90. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10021.

25. He F, Chen W-K, Yu K-J, Ji X-N, Duan C-Q, Reeves MJ, et al. Molecular and biochemical characterization of the UDP-glucose: Anthocyanin 5-O-glucosyltransferase from *Vitis amurensis*. Phytochemistry. 2015;117:363–372. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.06.023.

26. Mrduljaš N, Krešić G, Bilušić T. Polyphenols: Food sources and health benefits. In: Hueda MC, editor. Functional food. Improve health through adequate food. IntechOpen; 2017. pp. 23–41. https://doi.org/10.5772/intechopen.68862.

27. Zheng F, Han M, He Y, Zhang Y, Liu S, Yue H, et al. Biotransformation of anthocyanins from *Vitis amurensis* Rupr of "Beibinghong" extract by human intestinal microbiota. Xenobiotica. 2019;49(9):1025–1032. https://doi.org/10.1080/00498254.2018.1532132.

28. Frolova NA. Confectionery products of reduced energy value for aged people food. Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology. 2020;8(1):74–80. (In Russ.).

29. Tyunin AP, Nityagovsky NN, Grigorchuk VP, Kiselev KV. Stilbene content and expression of stilbene synthase genes in cell cultures of *Vitis amurensis* treated with cinnamic and caffeic acids. Biotechnology and Applied Biochemistry. 2018;65(2):150–155. https://doi.org/10.1002/bab.1564.

30. Tufarelli V, Casalino E, D'Alessandro AG, Laudadio V. Dietary phenolic compounds: Biochemistry, metabolism and significance in animal and human health. Current Drug Metabolism. 2017;18(10):905–913. https://doi.org/10.2174/1389200218666170925124004.

31. Zahedipour P, Asghari M, Abdollahi B, Alizadeh M, Danesh YR. A comparative study on quality attributes and physiological responses of organic and conventionally grown table grapes during cold storage. Scientia Horticulturae. 2019;247:86–95. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.077.

32. Morgado S, Morgado M, Plácido AI, Roque F, Duarte AP. *Arbutus unedo* L.: From traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy. Journal of Ethnopharmacology. 2018;225:90–102. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.07.004.

33. Tomaz I, Štambuk P, Andabaka Ž, Preiner D, Stupic D, Maletic E, et al. The polyphenolic profile of grapes. In: Thomas S, editor. Grapes: Polyphenolic composition, antioxidant characteristics and health benefits. Nova Science Pub Inc; 2017. pp. 1–70.

34. Leal C, Gouvinhas I, Santos RA, Rosa E, Silva AM, Saavedra MJ, et al. Potential application of grape (*Vitis vinifera* L.) stem extracts in the cosmetic and pharmaceutical industries: Valorization of a by-product. Industrial Crops and Products. 2020;154. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112675.

35. Martins V, Billet K, Garcia A, Lanoue A, Gerós H. Exogenous calcium deflects grape berry metabolism towards the production of more stilbenoids and less anthocyanins. Food Chemistry. 2020;313. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.126123.

36. Gouot JC, Smith JP, Holzapfel BP, Walker AR, Barril C. Grape berry flavonoids: A review of their biochemical responses to high and extreme high temperatures. Journal of Experimental Botany. 2019;70(2):397–423. https://doi.org/10.1093/jxb/ery392.

37. Cory H, Passarelli S, Szeto J, Tamez M, Mattei J. The role of polyphenols in human health and food systems: A mini-review. Frontiers in Nutrition. 2018;5. https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00087.

38. Xiang J, Apea-Bah FB, Ndolo VU, Katundu MC, Beta T. Profile of phenolic compounds and antioxidant activity of finger millet varieties. Food Chemistry. 2019;275:361–368. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.120.

39. De Oliveira Caland RB, Cadavid COM, Carmona L, Peña L, De Paula Oliveira R. Pasteurized orange juice rich in carotenoids protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative stress and β-amyloid toxicity through direct and indirect mechanisms. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2019;2019. https://doi.org/10.1155/2019/5046280.