

Потенциал листьев и молодых побегов винограда для производства функциональных продуктов

Жилякова Т.А.^{1✉}, Черноусова И.В.¹, Зайцев Г.П.¹, Гришин Ю.В.¹, Мосолкова В.Е.¹, Соловьева Л.М.¹, Авидзба А.М.²

¹Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Ялта, Россия;

²Российская академия наук, Секция хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, Москва, Россия.

✉golden.heart@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена изучению возможности расширения использования сырьевой базы для получения функционально значимых для человека виноградных полифенолов. Цель работы – исследование компонентного состава основных групп и классов фенольных соединений листьев и молодых побегов технических сортов винограда, культивируемых в Крыму, с целью определения содержания минорных биологически активных компонентов фенольной природы. Методом ВЭЖХ проанализированы фенольные соединения листьев и зеленых побегов технических белых и красных сортов винограда. Определены 29 индивидуальных компонентов и две группы конденсированных танинов (олигомерных и полимерных процианидинов). Установлены средние суммарные концентрации компонентов основных групп, среди которых доминировали гидроксикоричные кислоты (0,5–4,0 г/кг сухой массы), флавонолы (5–22 г/кг) и процианидины (5–34 г/кг) при содержании общих фенольных веществ 11–61 г/кг. В составе фенольных кислот преобладали каftarовая и эллаговая кислоты, флавонолов – глюкуронид кверцетина, антоцианов красных листьев – пеонидин-3-О-глюкозид, флаван-3-олов – катехин, процианидинов – полимерные формы, в стилбенах листьев – транс-ресвератрол, в стилбенах побегов – ε-виниферин. Выделены сорта с высокими показателями общих фенольных веществ, процианидинов, флавонолов, фенольных кислот и стилбенов. Летние побеги винограда сорта Изабелла (*V. labrusca* × *Petit Meslier*) от винограда сортов вида *Vitis vinifera* отличались повышенными концентрациями флавонолов, высокими уровнями фертаровой и коутаровой кислот, наличием в составе гидроксibenзойных кислот сиреневой кислоты и минимальным уровнем транс-ресвератрола. Концентрации общих фенольных веществ и общих компонентов всех групп, кроме стилбенов, повышались в среднем в 1,5–4 раза в желтых и красных листьях по сравнению с зелеными, а общих стилбенов, напротив, понижались. Старение листьев сопровождалось уменьшением в содержании общих фенольных веществ относительной доли флавонолов, сопряженным с ростом относительной доли процианидинов. Выявленные сортовые отличия и закономерности изменения доминирующих компонентов позволяют осуществлять выбор сырья для экстракции фенольных соединений с заданной функциональной активностью. Таким образом, листья и зеленые побеги винограда, произрастающего в условиях Крымского полуострова, характеризуются высоким уровнем биологически активных фенольных компонентов и могут быть ценным и перспективным сырьем для получения пищевых полифенольных экстрактов.

Ключевые слова: виноград; ВЭЖХ; листья; побеги; фенольные вещества; антиоксидантная активность.

Для цитирования: Жилякова Т.А., Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М., Авидзба А.М. Потенциал листьев и молодых побегов винограда для производства функциональных продуктов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(1):48-58. EDN XBSWQV.

O R I G I N A L R E S E A R C H

Potential of grape leaves and young shoots for the output of functional products

Zhilyakova T.A.^{1✉}, Chernousova I.V.¹, Zaitsev G.P.¹, Grishin Yu.V.¹, Mosolkova V.E.¹, Solovyova L.M.¹, Avidzba A.M.²

¹All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia;

²Russian Academy of Sciences, Section of Storage and Processing of Agricultural Products, Moscow, Russia.

✉golden.heart@mail.ru

Abstract. This work is dedicated to studying the possibility of expanding the use of raw materials in order to obtain grape polyphenols functionally significant for humans. The goal of this work is to study the component composition of the main groups and classes of phenolic compounds of leaves and young shoots of wine grape varieties cultivated in Crimea to determine the content of minor biologically active components of phenolic nature. Phenolic compounds of leaves and green shoots of white and red wine grape varieties were analyzed by the HPLC method. Twenty nine individual components and two groups of condensed tannins (oligomeric and polymeric procyanidins) were determined. The average total concentrations of components of basic groups were established, among which hydroxycinnamic acids (0.5–4.0 g/kg dry weight), flavonols (5–22 g/kg) and procyanidins (5–34 g/kg) were predominant with a content of total phenolic substances of 11–61 g/kg. The predominant phenolic acids were caftaric and ellagic, flavonols - quercetin glucuronide, anthocyanins of red leaves - peonidin-3-O-glucoside, flavan-3-ols - catechin, procyanidins - polymeric forms, in stilbenes of leaves - trans-resveratrol, in stilbenes of shoots - ε-viniferin. Grape varieties with high levels of total phenolic substances, procyanidins, flavonols, phenolic acids and stilbenes were selected. Summer shoots of 'Isabella' grape variety (*V. labrusca* × *Petit Meslier*) differed from those of *Vitis vinifera* grape varieties in increased concentrations of flavonols, high levels of fertrac and cautaric acids, presence of syringic acid in the composition of hydroxybenzoic acids, and a minimal level of trans-resveratrol. Concentrations of total phenolic substances and total components of all groups, except stilbenes, increased on average by 1.5–4 times in yellow and red leaves compared to green ones, while total stilbenes, on the contrary, decreased. Leaf aging was accompanied by a decrease of relative proportion of flavonols in the content of total phenolic substances, coupled with an increase in the relative proportion of procyanidins. The identified varietal differences and patterns of changes in the dominant components allow choosing raw materials for the extraction of phenolic compounds with a given functional activity. Thus, leaves and green shoots of grapes growing in the conditions of the Crimean Peninsula are characterized by a high level of biologically active phenolic components, and can be valuable and promising raw materials for obtaining food polyphenol extracts.

Key words: grapes; HPLC; leaves; shoots; phenolic substances; antioxidant activity.

For citation: Zhilyakova T.A., Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M., Avidzba A.M. Potential of grape leaves and young shoots for the output of functional products. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(1):48-58. EDN XBSWQV (in Russian).

Введение

В настоящее время отходы виноградовинодельческой отрасли – безлиственные побеги винограда, выжимка, семена, гребни, винные осадки – все шире используются в качестве сырья для экстракции виноградных полифенолов с целью применения в пищевой, фармацевтической, косметической промышленности или непосредственно в виноградовинодельческой отрасли [1–5].

Актуален также вопрос расширения сырьевой базы для получения концентратов растительных полифенолов из листьев, зеленых побегов и их частей, остающихся на виноградниках после уборки урожая или обломки в летний период [6–10].

Перспективность вовлечения лиственных остатков в безотходный цикл сельскохозяйственного производства основана на важной роли листа как основного фотосинтезирующего органа побега, обеспечивающего растение энергией, необходимой для биосинтеза питательных веществ и вторичных метаболитов. На этапе полного цветения именно лист и черешок являются индикаторами запаса питательных веществ в виноградном растении [9]. Вторичные метаболиты фенольной природы защищают растение от действия неблагоприятных факторов внешней среды, а в качестве минорных компонентов пищи за счет антиоксидантных свойств оказывают положительное влияние на здоровье человека [11]. По содержанию общих фенольных веществ в период сбора урожая листья винограда сортов *Vitis rotundifolia* Michx, например, не уступают кожице ягод, по антиоксидантной активности – семенам, превосходя антиоксидантную активность кожицы и мякоти в 18 и 98 раз, при этом основными фенольными веществами листьев этого вида являются флавонолы и гидроксibenзойные кислоты [10]. В работах [9, 12] показано, что в листьях столовых и изюмных сортов вида *Vitis vinifera* основными фенольными соединениями в период уборки винограда были флавонолы, концентрация которых в листовой пластинке превосходила таковую черешка, побегов и ягод.

Традиционным для ряда винодельческих стран является употребление молодых виноградных листьев в пищу в свежем или консервированном виде [13]. Во Франции красные листья так называемых сортов-красильщиков (*Teinturier*) официально используются в качестве сырья для экстракции полифенолов при лечении хронической венозной недостаточности, отеков и нарушений микроциркуляции [9, 14]. Красные листья технических сортов винограда из зоны укрывного виноградарства Ростовской области РФ являются перспективным вторичным сырьем для экстракции

биологически активных фенольных соединений с целью дальнейшего применения в фармацевтике и пищевой промышленности [6, 7]. Молодые побеги технических сортов винограда из Богемского и Моравского регионов Чехии после летней обломки и последующего высушивания предложено использовать в качестве ценного и недорогого источника стильбенов [8].

В то же время для выбора подходящей стратегии валоризации лиственных остатков рядом авторов отмечается недостаточность данных о фенольном составе листьев и зеленых побегов винограда разных видов, направлений использования и терруаров [9, 14, 15]. Французская фармакопея, помимо содержания в красных листьях общих фенольных веществ, нормирует концентрацию только одной группы фенольных соединений – общих антоцианов, хотя важными для вазопротекторного действия листьев красного винограда считаются флавонолы и их содержание в исходном материале, используемом при производстве растительных лекарственных препаратов, нуждается в количественной оценке [14]. К настоящему времени [16] в листьях вида *Vitis vinifera* разного возраста и условий выращивания идентифицировано около 132 фенольных соединений, в том числе 87 флавоноидов и фенольных кислот, 40 стильбеноидов, 5 кумаринов и показано преобладание в суммарном содержании идентифицированных фенольных веществ флавонолов (83 %) и гидроксикоричных кислот (12 %). В то же время в обзоре [16] не упоминаются полимерные процианидины, доминирующие в классе конденсированных танинов высших растений и проявляющие наивысшую по сравнению с олигомерными процианидинами и мономерными флавонолами антиоксидантную активность [17–19]. По результатам наших работ [20–22] в красных листьях, однолетних побегах и структурных элементах виноградной грозди (гребнях и ягодах) содержание процианидинов может достигать 50 %, 85 % и 96 %, соответственно, от концентрации общих фенольных веществ с долей полимерных форм около 89 % в красных листьях, до 82 % в побегах, 88 % в гребнях и 94 % в винограде, что согласуется с литературными данными [19].

Цель настоящей работы – исследование компонентного состава основных групп и классов фенольных соединений листьев и молодых побегов сортов винограда, культивируемых в Крыму, с целью определения содержания минорных биологически активных компонентов фенольной природы, для которых регламентированы уровни суточного потребления, и оценки возможности расширения сырьевой базы для получения функ-

ционально значимых для человека виноградных полифенолов за счет листовых остатков, остающихся на виноградниках после уборки урожая или обломки в летний период.

Материалы и методы исследований

Листья винограда сортов Алиготе, Ркацителли, Рислинг рейнский, Мускат гамбургский, Пино нуар, Каберне Совиньон были собраны в сентябре-ноябре 2018–2021 гг. в Бахчисарайской долине р. Кача (с. Орловка) – Бахчисарайском терруаре Крымского западно-приморского предгорного района (КЗППР), Ркацителли и Каберне Совиньон – дополнительно в Альминском терруаре (с. Вилино) КЗППР.

Молодые побеги винограда сортов Алиготе и Каберне Совиньон (*Vitis vinifera*) были отобраны из междурядий сразу после обломки в июне 2021–2022 гг. на виноградниках АО «ПАО «Массандра» (п. Ливадия, г. Алушта), на селекционном участке Института «Магарач» (п. Отрадное) Южного берега Крыма (ЮБК). Молодые побеги винограда сорта Изабелла (*V. labrusca* × *Petit Meslier*) были отобраны в июне 2021 в городской черте г. Ялты.

Образцы свежих листьев с черешками и побегов измельчали до размеров частиц 2–11 мм и подвергали одностадийной экстракции этиловым спиртом объемной долей (95 % об.) при соотношении биомассы к объему спирта 1:4 путем настоя смеси в лабораторных условиях при комнатной температуре свыше 30 суток. Фенольные соединения в полученных экстрактах анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с диодно-матричным детектированием на хроматографе типа «Agilent 1100» в соответствии с ранее апробированной методикой [22]. Результаты выражали в расчете на сухую массу образцов. Массовую концентрацию общих фенольных веществ общепринятым методом определяли колориметрически с использованием реактива Фолина-Чокальтеу в пересчете на галловую кислоту [23], влажность побегов и листьев – по ГОСТ 24027.2–80.

Результаты и обсуждение

В исследованных образцах были идентифицированы 29 индивидуальных фенольных соединений, в том числе 19 флавоноидов, 10 нефлавоноидов, а также две группы конденсированных танинов – олигомерные и полимерные процианидины (табл. 1–3). Флавоноиды были представлены группами флавонолов, флаван-3-олов, в красных листьях – дополнительно антоцианами (табл. 3), нефлавоноиды – фенольными кислотами и стильбенами.

В состав гидроксикоричных кислот (ГКК) исследованных образцов входили кафтаровая, коутаровая, п-кумаровая, фертаровая и кофейная кислоты (табл. 1, 2). Кафтаровая и коутаровая кислоты количественно преобладали как в листьях, так и в побегах. Доля кафтаровой кислоты в концентрации общих ГКК листьев составляла в среднем 87 %, побегов – 88 %, стеблей – 92 %; доля коутаровой кислоты в листьях составляла 11 %, в побегах и стеблях – 8 %. Кофейная кислота была найдена только в побегах сорта Каберне Совиньон (п. Отрадное), а п-кумаровая – в листьях всех сортов, кроме зеленых у Пино нуар, и в летних побегах – Каберне Совиньон (п. Отрадное) и Изабеллы ЮБК (табл. 1, 2).

Концентрация общих ГКК в листьях варьировала в пределах 453–1985 мг/кг сухой массы от минимальной в желтых до максимальной в красных листьях винограда сорта Каберне Совиньон Альминского терруара, а в летних побегах – в пределах 332–4473 мг/кг сухой массы – от минимальной в побегах Каберне Совиньон 2021 г. до максимальной в побегах Алиготе 2022 г. ЮБК (п. Ливадия). Для одного сорта диапазон изменения концентраций общих ГКК в летних побегах в зависимости от климатических особенностей года, определяющих начало вегетации, был значительным: от 462 мг/кг в 2021 г. до 2045 мг/кг в 2022 году в побегах Каберне Совиньон одной и той же локации (п. Ливадия) и точки отбора на винограднике.

В составе гидроксibenзойных кислот (ГБК) листьев и побегов определены эллаговая, сиреневая и галловая кислоты (табл. 1, 2). Концентрация общих ГБК варьировала от 314 мг/кг в зеленых листьях сорта Пино нуар до 1180 мг/кг в красных листьях сорта Каберне Совиньон Бахчисарайского терруара.

В общем содержании ГБК доминировала эллаговая кислота (в среднем 96 % от общих ГБК в листьях, 93 % в побегах, 82 % в стеблях). Доли галловой и сиреневой кислот в концентрации общих ГБК листьев составляли в среднем менее 2 %, при этом в зеленых листьях, в осенних побегах Ркацителли и в летних побегах винограда сорта Изабелла галловая кислота отсутствовала (табл. 1, 2), а в летних побегах европейских сортов винограда, напротив, доля галловой кислоты составила в среднем 14 % от общих ГБК, возрастая в стеблях до 18 %.

Сиреневая кислота не была идентифицирована в летних побегах винограда сортов *Vitis vinifera*, но присутствовала в желтых и красных листьях винограда этого вида.

Концентрация общих стильбенов варьировала от 9,7 мг/кг в желтых листьях Алиготе Бахчиса-

Таблица 1. Содержание фенольных соединений в листьях винограда, мг/кг сухой массы
Table 1. The content of phenolic compounds in grape leaves, mg/kg dry weight

Компонент	Листья, 2018-2021 гг.										
	зеленые			желтые						красные	
	ПН	Ал	Рк (Алм)	Ал	РР	КС (Алм)	Рк	КС	МГ	КС	КС (Алм)
Нефлавоноиды											
Гидроксикоричные кислоты:											
кафтаровая	642,2	811,7	1280,8	762,1	485,7	321,7	1056,9	878	1177,4	1082,8	1766,7
коугаровая	45,2	135,2	95,4	105,9	101,8	82	115,9	113,7	129,4	181,7	205,3
п-кумаровая	0	3	11,2	4,8	28,3	49,6	23,3	22,4	18,7	20,3	12,7
фертаровая	22,1	0	66,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Гидроксibenзойные кислоты:											
эллаговая	314,4	423,8	325,9	446,7	927,4	551,6	647,1	1126,6	791	1112,5	775
сиреневая	0	8,3	0	5,8	9,7	32,9	11,9	11,7	12,7	25,6	48
галловая	0	0	0	0	9,1	42,2	12,1	8,2	16,3	41,9	13,7
Стильбены:											
ε-виниферин	38,5	0	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>транс</i> -ресвератрол	25,4	45,9	65,7	9,7	16	73,3	12,9	27,5	20,1	14,5	13,8
Флавоноиды											
Флавонолы: кверцетин-3-О- глюкозид-7-О-глюкуроид	3862,3	8869,9	7773,7	9848,2	11837,2	6331,8	12023,3	10278,2	11309,8	13219,9	11449
кверцетин-3-О-глюкозид	2018,4	5148,9	6453	5909,7	2193,5	2746,6	4351,3	3502	1976,8	7400	6941,8
изорамнетин-3-О-глюкозид	744,1	1739,3	1910,1	1899,3	1030,7	1047,8	1497,2	1430,6	854	1641,5	1550,5
кемферол-3-О-глюкозид	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
кемферол-3,7-ди-О-глюкозид	44,5	108,1	172,8	152,6	428,2	134,1	233,7	253	296,3	287,5	158,8
кверцетин	10,5	141,5	53,9	230	3330	3330,3	2571	2468,2	4292,7	610,6	220,3
кемпферол	0	34	14,2	48	1117,5	755,7	703,8	761,4	1504,1	62,4	26,6
Флаван-3-олы:											
(+)-D-Катехин	121	347,3	246	362,2	398,7	436,7	350,7	361,9	365,4	774	630,6
(-)-Эпикатехин	18,8	0	45,2	0	134,4	456,9	289,2	156	369,2	487,9	371,2
Конденсированные танины											
Проантоцианидины:											
полимерные	4994,7	7626	8202,8	9468,2	9947,8	15767,3	10949	14928,5	15541,5	24991,8	36493,5
олигомерные	416,7	1388	1513	1509,4	2585	3044,1	3233,7	2885,4	3002,6	3521,7	3587,9
Интегральные показатели											
ОФВ-ВЭЖХ, г/кг	13,32	26,83	28,24	30,76	34,58	35,21	38,08	39,21	41,68	56,06	64,34

Примечание. Сорт винограда: ПН – Пино нуар, Ал – Алиготе, Рк – Ркацителли, РР – Рислинг рейнский, МГ – Мускат гамбургский, КС – Каберне Совиньон; терруар: Алм – Альминский

райского терруара до 79,3 мг/кг в зеленых листьях Ркацителли Альминского терруара с преобладанием в зеленых листьях *транс*-ресвератрола (в среднем 73 %).

В побегах винограда европейских сортов общий уровень стильбенов изменялся в среднем от 24,5 мг/кг в летних до 187 мг/кг в осенних с пре-

обладанием ε-виниферина (87 %). В летних побегах винограда сорта Изабелла ε-виниферин отсутствовал, а уровень *транс*-ресвератрола был минимальным среди побегов, в которых он был определен (табл. 2). На пониженный уровень *транс*-ресвератрола в гибридах видов *Vitis labrusca* с *Vitis vinifera* и в однолетней лозе винограда сортов *Vitis*

Таблица 2. Содержание фенольных соединений в зеленых побегах винограда, мг/кг
Table 2. The content of phenolic compounds in green grape shoots, mg/kg

Компонент	Молодые побеги, 2021-2022 гг.								Стебли	
	осенние		летние						КС* (Λ)	Ал* (Λ)
	Рк	КС (Λ) склон	КС (Λ)	КС (А)	КС (О)	КС* (Λ)	Ал* (Λ)	Из (Я)		
Нефлавоноиды										
Гидроксикоричные кислоты:										
кафтаровая	430,3	262,2	378	624,4	1403	1932,8	4173,3	3515,1	1177,9	706,5
коугаровая	35,5	40,6	42	84	113	112,2	299,5	383,1	90,2	64
п-кумаровая	0	0	0	0	14,8	0	0	15,1	0	0
фертаровая	34,1	29	42,3	44,2	42,9	0	0	109,2	0	0
кофейная	0	0	0	0	24,8	0	0	0	0	0
Гидроксibenзойные кислоты:										
эллаговая	330,5	575,9	538,7	314,9	210,3	634	540,7	343,5	575,8	142,5
сиреневая	0	0	0	0	0	0	0	28,4	0	0
галловая	0	119,2	83,5	52,3	0	117,8	76,2	0	101,8	55,2
Стильбены:										
ε-виниферин	164,9	53,5	0	0	73,2	0	0	0	0	0
транс-ресвератрол	22,3	12,3	0	0	7,9	0	0	5,7	0	0
Флавоноиды										
Флавонолы:										
кверцетин-3-О-глюкозид										
7-О-глюкуронид	3785,9	5623,6	5487,6	7641,5	4948,4	5896,6	8536,9	10715,7	1593,7	985,6
кверцетин-3-О-глюкозид	1164,2	711,8	878,4	1508,4	1807,2	1374,6	1731,2	1462,5	808,5	491,4
изорамнетин-3-О-глюкозид	337,9	189,8	172,6	385,8	239,1	305,8	185,3	308,8	72,7	64
кемферол-3-О-глюкозид	0	0	0	0	0	297,4	223,4	0	139,6	52,3
кемферол-3,7-ди-О-глюкозид	63,5	178,7	108,7	230,9	76,9	173,9	159,9	211,5	0	20,4
кверцетин	13,3	79,5	103,3	102,8	37,4	89,8	111,7	323,7	40,7	23,3
кемпферол	0	10,2	0	12	0	14	12,7	85,6	0	0
Флаван-3-олы:										
(+)-D-Катехин	161,2	40,7	89,4	137,9	804,9	423,6	271,6	288,9	671,8	346
(-)-Эпикатехин	32,9	0	0	0	63,4	230	180,2	54,8	0	0
Конденсированные танины										
Проантоцианидины:										
полимерные	4141,7	8025,2	7600,5	6921,4	9778,5	10842,2	8163,8	7363,1	13241,4	8917,1
олигомерные	449,8	211,3	590,8	549,2	1052	3731	4061,6	2303,8	3210,7	1296,7
Интегральные показатели										
ОФВ-ВЭЖХ, г/кг	11,168	16,16	16,12	18,61	20,7	26,1	28,7	27,53	21,8	13,1

Примечание. Сорт винограда: Ал – Алиготе, Рк – Ркацители, КС – Каберне Совиньон, Из – Изабелла; место сбора: Λ – п. Ливадия, О – п. Отрадное, Я – г. Ялта; год сбора: * – 2022 г.

labrusca по сравнению с *Vitis vinifera* обращали внимание авторы [24, 25].

В красных листьях сорта Каберне Совиньон было идентифицировано 10 антоцианов (табл. 3), общее содержание которых варьировало от 74 мг/кг в листьях винограда из Альминского терруара до 591 мг/кг из Бахчисарайского с пре-

обладанием пеонидин-3-О-глюкозида (в среднем 43%). Также листья из этих локаций содержали мальвидин-3-О-глюкозид (16 %), цианидин-3-О-глюкозид (15 %), мальвидин-3-О-(6'-п-кумароил-глюкозид) (13%) и петунидин-3-О-(6'-п-кумароил-глюкозид) (3 %). Помимо этих компонентов, в составе антоцианов Каберне Совиньон Бахчисарай-

ского терруара присутствовали ацетилированные производные глюкозидов пеонидина, мальвидина и петунидина, а также глюкозиды петунидина и дельфинидина (табл. 2), что свидетельствует о существенном влиянии на состав антоцианов сорта климатических и агротехнических факторов терруара.

Флаван-3-олы в большинстве исследованных образцов были представлены (+)-D-катехином и (-)-эпикатехином. В листьях сорта Алиготе, побегах сорта Каберне Совиньон двух локаций (Ливадия, Алушта) и в стеблях молодых побегов сортов Каберне Совиньон и Алиготе 2022 года эпикатехин не был обнаружен (табл. 1, 2). В образцах листьев минимальная концентрация общих флаван-3-олов наблюдалась в зеленых листьях у сорта Пино нуар (140 мг/кг), максимальная – в красных у сорта Каберне Совиньон Бахчисарайского терруара (1262 мг/кг) с доминированием (+)-D-катехина: в среднем 92 % в зеленых и 62 % – в желтых и красных. Достаточно высокой доля эпикатехина – около 50 % – была в желтых листьях сорта Каберне Совиньон Альминского терруара и Муската гамбургского Бахчисарайского терруара.

Концентрация общих флаван-3-олов изменялась от 40 мг/кг (склон виноградника Ливадии) до 868 мг/кг (п. Отрадное) в побегах Каберне Совиньон 2021 года, демонстрируя сильную зависимость от локации и слабую – от сорта, периода вегетации и климатических особенностей года, определяющего начало вегетации. Эпикатехин не был идентифицирован в стеблях, а содержание катехина в них было выше, чем в побегах (табл. 2).

В группе флавонолов в листьях определены шесть компонентов (табл. 1) с преобладанием кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронида (в среднем 54 % от концентрации общих флавонолов), за которым в порядке убывания концентрации следовали кверцетин-3-О-глюкозид (25 %), кверцетин (8,4 %) и изорамнетин-3-О-глюкозид (8,2 %). Относительные доли кемпферола и кемферол-3,7-ди-О-глюкозида были менее 2,5 %.

Минимальное содержание общих флавонолов наблюдалось в зеленых листьях сорта Пино нуар (6680 мг/кг), максимальное – в красных сорта Каберне Совиньон (23222 мг/кг) из Бахчисарайского терруара. В побегах уровень общих флавонолов варьировал от 5365 мг/кг в осенних побегах сорта Ркацители до 10961 мг/кг в летних побегах сорта Алиготе и 13108 мг/кг в летних побегах винограда сорта Изабелла с преобладанием кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронида (в среднем 77 %) и кверцетин-3-О-глюкозида (17 %). По уровню флавонолов все исследованные образцы листьев (6,7-23,2 г/кг) и летних побегов (6,8-13,1 г/кг) не

уступали красным листьям винограда красных сортов основных винодельческих регионов мира (0,6-3,5% сухой массы листьев [14]).

Минимальное количество процианидинов содержали зеленые листья Пино нуар (5411 мг/кг), максимальное – красные листья Каберне Совиньон из Бахчисарайского терруара. В составе процианидинов листьев преобладали полимерные формы (в среднем 85 %), что согласуется с предыдущими данными [20].

Среди молодых побегов минимальная концентрация процианидинов наблюдалась в осенних побегах винограда сорта Ркацители (4592 мг/кг), максимальная – в летних побегах сортов винограда Алиготе (12225 мг/кг) и Каберне Совиньон (14573 мг/кг) 2022 года. Стебли винограда сорта Алиготе содержали меньше процианидинов (10214 мг/кг), чем сам побег, а стебли винограда сорта Каберне Совиньон, напротив, больше (16452 мг/кг), что, по-видимому, определяется площадью поверхности листовых пластин, которая была более развита у Алиготе как сорта раннего срока созревания.

Концентрация общих фенольных веществ (ОФВ), определенная путем суммирования данных ВЭЖХ (ОФВ-ВЭЖХ), варьировала от 13,3 г/кг в зеленых листьях винограда сорта Пино нуар из Бахчисарайского терруара до 64,3 г/кг в красных листьях сорта Каберне Совиньон из Альминского терруара (табл. 1). По содержанию ОФВ красные листья, отобранные в КЗППР, соответствовали критерию качества для красных листьев, установленному во Франции (≥ 40 г/кг сухой массы) [14], а в целом диапазон варьирования содержания ОФВ в листьях разного возраста согласуется с литературными данными по концентрации ОФВ в летних и осенних листьях винограда селекционных технических сортов из Одесского региона (22–42 г/кг [24]) и с результатами наших предыдущих исследований осенних листьев винограда сорта Каберне Совиньон из ЮБК (62–80 мг/кг [20]). Зеленые листья винограда сорта Пино нуар отличает минимальный уровень ОФВ, что подтверждает литературные данные [26].

В молодых побегах минимальная концентрация общих фенольных веществ наблюдалась в осенних побегах винограда сорта Ркацители (11,2 г/кг), максимальная – в летних побегах винограда сортов Изабеллы и Алиготе (~ 28 г/кг) (табл. 2).

Сравнение данных, полученных методом ВЭЖХ, с данными колориметрического метода показало хорошую корреляцию между ними (рис.), коэффициент корреляции составил 0,9876 при $p < 0,0001$. На рисунке приведены параметры линии регрессии корреляционной зависимости

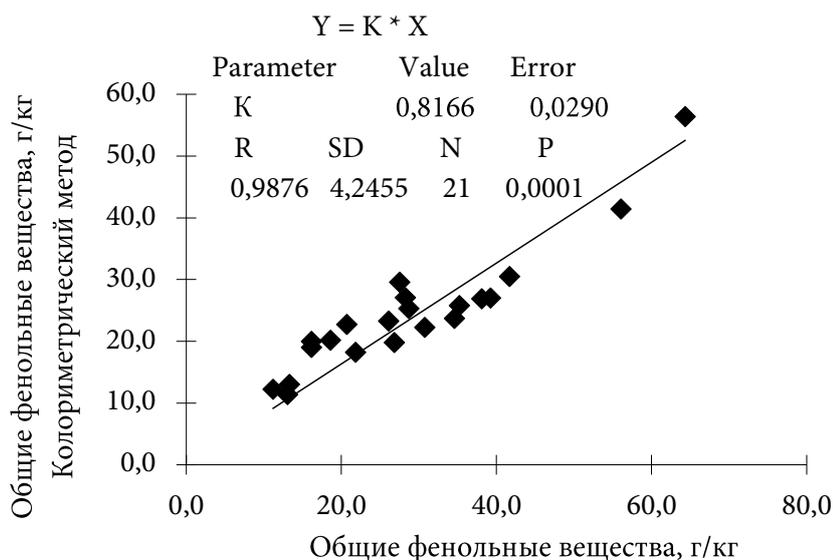


Рис. Корреляционная зависимость между результатами определения содержания общих фенольных веществ в листьях и молодых побегах с помощью метода ВЭЖХ и колориметрическим методом

Fig. Correlation between the results of determining the content of total phenolic substances in leaves and young shoots using HPLC and colorimetric methods

Таблица 3. Содержание антоцианов в красных листьях Каберне Совиньон в зависимости от терруара, мг/кг сухой массы, 2021 г.

Table 3. The content of anthocyanins of red ‘Cabernet Sauvignon’ leaves in accordance with the terroir, mg/kg dry weight, 2021

Наименование компонента	Бахчисарайский терруар	Альминский терруар
Пеонидин-3-О-глюкозид	263,1	25,3
Мальвидин-3-О-глюкозид	96,6	9
Цианидин-3-О-глюкозид	79,1	23,5
Мальвидин-3-О-(6'-п-кумароил-глюкозид)	75,5	10,6
Пеонидин-3-О-(6'-ацетил-глюкозид)	21,3	0
Мальвидин-3-О-(6'-ацетил-глюкозид)	16,8	0
Петунидин-3-О-(6'-п-кумароил-глюкозид)	14,9	5,5
Петунидин-3-О-глюкозид	12,2	0
Дельфинидин-3-О-глюкозид	7,9	0
Петунидин-3-О-(6'-ацетил-глюкозид)	3,6	0

$Y = K * X$, где X – концентрация общих фенольных веществ (г/кг сухой массы), определяемая методом ВЭЖХ; Y – концентрация общих фенольных веществ (г/кг сухой массы), определяемая колориметрическим методом; R – коэффициент корреляции, SD – стандартное отклонение, N – число данных, P – вероятность гипотезы «R = 0».

Из анализа первичных данных (табл. 1–3) следует, что с максимальными уровнями гидроксикоричных кислот (4–4,5 г/кг), флавонолов (11–13 г/кг) и ОФВ (~28 г/кг) в летних побегах выделялись сорта винограда Изабелла и Алиготе, процианидинов – Каберне Совиньон (до 15 г/кг в летних побегах, 28–40 г/кг в красных листьях) и Мускат гамбургский (18,5 г/кг в желтых листьях), гидроксibenзойных кислот – Рислинг рейнский (0,9 г/кг в желтых листьях), стильбенов – сорта Ркацители (79 мг/кг в зеленых листьях и 187 мг/кг в осенних молодых побегах), Каберне Совиньон и Пино нуар (73 мг/кг и 64 мг/кг, соответственно, в зеленых листьях). Максимальные уровни ОФВ наблюдались в листьях следующих сортов винограда: Каберне Совиньон (красные листья, 54–64 г/кг), Мускат гамбургский (желтые листья, 42 г/кг), Ркацители (зеленые листья, 28 г/кг).

Анализ первичных данных также показывает, что вне зависимости от сорта в течение вегетационного периода прослеживается тенденция увеличения концентраций ОФВ и суммарных компонентов большинства групп фенольных соединений листьев и летних побегов, более отчетливо проявляющаяся при рассмотрении средних концентраций фенольных соединений в вегетативных органах винограда (табл. 4).

В осенних листьях средние концентрации общих компонентов всех групп фенольных соединений, кроме стильбенов, возрастали в 1,5–4 раза при изменении окраски с зеленой на желтую и красную, свидетельствуя о непрерывном синтезе и накоплении в листьях фенольных кислот, флаван-3-олов, флавонолов и процианидинов по мере развития и созревания плодов и подготовки куста к стадии зимнего покоя. Среднее содержание ОФВ варьировало в пределах 23–61 г/кг, флавонолов 13–22 г/кг, процианидинов 8–34 г/кг, ГКК 1,0–1,6 г/кг, ГБК и флаван-3-олов 0,3–1,1 г/кг сухой массы с минимумом в зеленых и максимумом в красных листьях (табл. 4). Концентрация общих стильбенов, напротив, уменьшалась в желтых и красных листьях по сравнению с зелеными в 2 и 4,5 раза, соответственно, с 63 мг/кг в зеленых до 14 мг/кг в красных листьях, что может быть связано с димеризацией транс-ресвератрола в ε-виниферин, который, по данным [27], накапливается в зимних почках однолетних побегов и количественно доминирует в составе стильбенов лозы [25].

Таблица 4. Средние общие концентрации компонентов отдельных групп фенольных соединений в вегетативных частях виноградного растения (среднее \pm СКО, мг/кг сухой массы)**Table 4.** Average total component concentrations of individual groups of phenolic compounds in vegetative parts of grape plants (mean \pm standard deviation, mg/kg dry weight)

Образец	ГКК	ГБК	Стиль- бены	Флавонолы	Флаван- 3-олы	Антоци- аны	Проциани- дины	ОФВ- ВЭЖХ
КЗППР								
Осенние листья <i>Vv</i> :								
зеленые (n=3)	1038 \pm 380	358 \pm 65	63 \pm 17	13033 \pm 5504	259 \pm 107	–	8047 \pm 2309	22798 \pm 8239
желтые (n=6)	913 \pm 335	777 \pm 243	27 \pm 24	18780 \pm 2464	614 \pm 186	нд	15477 \pm 3364	36587 \pm 3871
красные (n=2)	1635 \pm 495	1008 \pm 243	14,2 \pm 0,5	21785 \pm 2033	1132 \pm 184	332 \pm 366	34298 \pm 8180	60532 \pm 4140
Осенние молодые побеги <i>Vv</i> :								
Ркацители	500	331	187	5365	194	–	4592	11168
ЮБК								
Летние молодые побеги <i>Vv</i> :								
Каберне Совиньон, Алиготе (n=6)	1611 \pm 1555	544 \pm 210	25 \pm 38	8275 \pm 1771	374 \pm 339	–	10255 \pm 2791	21100 \pm 526
Стебли молодых побегов <i>Vv</i> :								
Каберне Совиньон, Алиготе (n=2)	1019 \pm 352	438 \pm 339	нд	2146 \pm 719	509 \pm 230	–	13333 \pm 4411	17450 \pm 6150
Летние молодые побеги:								
Изабелла	4032	372	5,7	13108	344	–	9667	27530

Примечание. СКО – среднеквадратичное отклонение, n – число образцов, нд – ниже предела детектирования, *Vv* – *Vitis vinifera*.

В то же время средние относительные доли в содержании общих фенольных веществ ГКК, стильбенов и флавонолов понижались при смене окраски с зеленой на желтую и красную в максимальной степени для флавонолов – с 56 % в зеленых до 52 % в желтых и до 37% в красных листьях, а процианидинов – увеличивалась с 36 % до 42 % и 57 %, соответственно, с параллельным ростом средней относительной доли мономерных флаван-3-олов на фоне практически постоянного уровня ГБК (около 2 %) (табл. 4).

Молодые летние побеги по уровню общих фенольных веществ (21–28 г/кг), флавонолов (8–13 г/кг), процианидинов (около 10 г/кг), ГБК (0,4–0,5 г/кг) и флаван-3-олов (0,3–0,4 г/кг) сопоставимы с зелеными листьями на стадии технической зрелости винограда, по уровню ГКК (1,6–4,0 г/кг) – с красными листьями (табл. 4). В молодых осенних побегах уровни ОФВ и общих компонентов всех групп, кроме стильбенов, ниже летних примерно вдвое, но среди проанализированных образцов они выделяются максимальным содержанием общих стильбенов (187 мг/кг).

Летние побеги винограда сорта Изабелла отличались от молодых побегов винограда сортов вида *Vitis vinifera* повышенным более чем вдвое уровнем ГКК, в 1,6–2,4 раза – флавонолов и минимальным уровнем стильбенов (табл. 4).

В среднем относительные доли флавонолов и процианидинов в содержании общих фенольных веществ летних и осенних зеленых побегов (42–45 %) сопоставимы с таковыми осенних листьев, а соотношение между этими группами в сильной степени может зависеть от периода вегетации и, как было показано выше, от локации и климатических особенностей года.

Стебли летних побегов по сравнению с самим побегом обогащены процианидинами (76 % от общих фенольных веществ), содержат на 1,5 % больше флаван-3-олов, но обеднены флавонолами (12 %) (табл. 4). По уровню суммарных процианидинов летние стебли Алиготе и Каберне Совиньон сопоставимы с однолетними безлиственными побегами винограда этих сортов, которые по сравнению с молодыми вегетативными органами (листьями и побегами) выделяются максимальными относительными долями процианидинов (71 %), стильбенов (28 %) и флаван-3-олов (6 %) [20].

Сравнение с результатами наших предыдущих работ по исследованию фенольного состава структурных элементов зрелой грозди и их экстрактов показывает, что по содержанию ГКК, ГБК и флавонолов молодые побеги, стебли и осенние листья превосходят лозу, виноград, вино, гребни и выжимку [20–22], по уровням флаван-3-олов и процианидинов не уступают лозе, а по средним

уровням стильбенов – гребням и выжимке Каберне Совиньон [21], превосходя уровни стильбенов в вине и винограде.

Выводы

Методом ВЭЖХ проанализированы фенольные соединения листьев и зеленых побегов технических белых и красных сортов винограда, культивируемых в Крыму, в которых идентифицированы и количественно определены 29 индивидуальных компонентов и две группы конденсированных танинов.

Установлены средние уровни общих фенольных веществ в молодых побегах, стеблях и осенних листьях, которые варьировали в пределах 11–61 г/кг сухой биомассы, в том числе процианидинов – 5–34 г/кг, флавонолов – 5–22 г/кг, ГКК – 0,5–4,0 г/кг, флаван-3-олов – 0,3–1,1 г/кг, ГБК – 0,3–0,5 г/кг, стильбенов – 6–187 мг/кг.

Выделены сорта с максимальным содержанием в листьях и молодых побегах регламентируемых по уровням суточного потребления групп фенольных соединений. Сорт Каберне Совиньон выделялся максимальными концентрациями ОФВ и всех групп, кроме стильбенов, в красных листьях; среди сортов с желтой окраской листьев на заключительной стадии вегетации Мускат гамбургский и Ркацителю отличались самыми высокими уровнями флавонолов, Рислинг рейнский – максимальным содержанием ГБК; сорта Пино нуар и Ркацителю показали максимальные уровни общих стильбенов в зеленых листьях.

Среди молодых побегов высокими уровнями ГКК, флавонолов и ОФВ выделялись сорта Алиготе (*Vitis vinifera*) раннего срока созревания и Изабелла (*Vitis vinifera* x *Vitis labrusca*). В летних побегах и стеблях винограда сорта Каберне Совиньон (*Vitis vinifera*) наблюдались максимальные концентрации процианидинов, в осенних молодых побегах винограда сорта Ркацителю – стильбенов. Сорт Изабелла отличался от сортов вида *Vitis vinifera* повышенным содержанием в летних побегах общих флавонолов и ГКК, наибольшим уровнем фертаровой кислоты, наличием в составе ГБК вместо галловой сиреновой кислоты и минимальным уровнем трансресвератрола.

Выявлены закономерности трансформации фенольного состава исследованных вегетативных органов винограда, связанные, по-видимому, в осенних листьях и побегах с уменьшением продолжительности светового периода суток, в летних побегах – с климатическими особенностями года, определяющего начало вегетации, видовыми и сортовыми отличиями. С учетом этих отличий установленные закономерности могут быть

использованы для прогноза профиля фенольных веществ в экстрактах, отражающего фенольный профиль исходного сырья.

Показано, что листовые остатки, остающиеся на винограднике после уборки урожая или летней обломки по содержанию фенольных кислот, флавонолов, флаван-3-олов и процианидинов не уступают безлиственным побегам винограда.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что вегетативные органы винограда обладают значительным потенциалом биологически активных фенольных соединений и могут быть использованы в качестве сырья для получения функциональных пищевых продуктов.

Результаты работы носят оценочный характер и могут являться основой для более детальных исследований.

Источник финансирования

Работа выполняется в рамках государственного задания Минобрнауки России № FNZM-2022-0004.

Financing source

The study was conducted under public assignment of the Ministry of Education and Science of Russia No. FNZM-2022-0004.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Troilo M., Difonzo G., Vito M., Paradiso V.M., Summo C., Caponio F. Bioactive compounds from vine shoots, grape stalks, and wine lees: their potential use in agro-food chains. *Foods*. 2021;10(2):342. DOI 10.3390/foods10020342.
2. Müller C., Ullmann K., Wilkens A., Winterhalter P., Toyokuni Sh., Steinberg P. Potent antioxidative activity of Vineatrol30 grapevine-shoot extract. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2009;73(8):1831–1836. DOI 10.1271/bbb.90213.
3. Müller C., Ullmann K., Steinberg P. The grapevine-shoot extract Vineatrol30 inhibits the chemically induced malignant transformation of BALB/c-3T3 cells. *Journal of Medicinal Food*. 2011;14(1-2):34–9. DOI 10.1089/jmf.2010.0022.
4. Sánchez-Gómez R., Zalacain A., Pardo F., Alonso G.L., Salinas M.R. Moscatel vine-shoot extracts as a grapevine biostimulant to enhance wine quality. *Food Research International*. 2017;98: 40–49. DOI 10.1016/j.foodres.2017.01.004.
5. Macke S., Jerz G., Empl T.M., Steinberg P., Winterhalter P. Activity-guided isolation of resveratrol oligomers from a grapevine-shoot extract using countercurrent chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60:11919–11927.
6. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Свиридов Д.А., Сокольская Т.А., Даргаева Т.Д., Дул В.Н. Перспективы использования красных листьев вино-

- града в качестве вторичного сырья // Виноделие и виноградарство. 2012;5:24–26.
- Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Kuzmina E.I., Sviridov D.A., Sokolskaya T.A., Dargaeva T.D., Dool V.N. Prospects for the use of red vine leaves as a secondary raw materials. *Winemaking and Viticulture*. 2012;5:24–26 (*in Russian*).
7. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Свиридов Д.А. Увеличение сроков годности масложировой продукции путем внесения CO₂-экстрактов из различных видов сырья. *Пищевая промышленность: наука и технологии*. 2015;2(28):78-82.
- Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Kuzmina E.I., Sviridov D.A. Increase the shelf life of oil and fat products by introducing CO₂-extracts from various raw materials. *Food Industry: Science and Technology*. 2015;2(28):78-82 (*in Russian*).
8. Lachman J., Kotíková Z., Hejtmánková A., Pivec V., Pšeničnája O., Šulc M., Sřalková R., Dědina M. Resveratrol and piceid isomers concentrations in grapevine shoots, leaves, and tendrils. *Horticultural Science*. Prague. 2016;43(1):25–32. DOI 10.17221/258/2014-HORTSCI.
9. Topalović A., Mikulič-Petkovšek M., Perović N., Trifunović S., Knežević M. Phenolic composition of the leaf of grapevine cv. 'Cardinal'. *Agriculture & Forestry*. 2012;52(1-4):5–15.
10. Pastrana-Bonilla E., Akoh C.C., Sellappan S., Krewer G. Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003;51(18):5497–4503. DOI 10.1021/jf030113c.
11. Попова А.Ю., Тутельян В.А., Никитюк Д.Б. О новых (2021) нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // Вопросы питания. 2021;90(4):6–19. DOI 10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19.
- Popova A. Yu., Tutelyan V. A., Nikityuk D. B. On the new (2021) norms of physiological requirements in energy and nutrients of various groups of population of the Russian Federation. *Problems of Nutrition*. 2021;90(4):6–19. DOI 10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19 (*in Russian*).
12. Doshi P., Adsule P., Banerjee K. Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. Kishmish Chornyi (Sharad Seedless) during maturation. *International Journal of Food Science & Technology*. 2006;41:1–9. DOI 10.1111/j.1365-2621.2006.01214.x
13. Koşar M., Küpeli E., Malyer H., Uylaşer V., Türkben C., Başer K.H. Effect of brining on biological activity of leaves of *Vitis vinifera* L. (Cv. Sultani Çekirdeksiz) from Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007;55(11):4596-4603. DOI 10.1021/jf070130s.
14. Schneider E., Heydt H., Esperester A. Evaluation of polyphenol composition in red leaves from different varieties of *Vitis vinifera*. *Planta Med*. 2008;74(5):565–572. DOI 10.1055/s-2008-1034370.
15. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. *International Journal of Molecular Sciences*. 2013;14(9):18711-18739. DOI 10.3390/ijms140918711.
16. Goufo P., Singh R.K., Cortez I. A Reference list of phenolic compounds (including stilbenes) in grapevine (*Vitis vinifera* L.) roots, woods, canes, stems and leaves. *Antioxidants*. 2020;9(5):398. DOI 10.3390/antiox9050398.
17. Souquet J.-M., Cheynier V., Brossaud F., Moutounet M. Polymeric proanthocyanidins from grape skins. *Phytochemistry*. 1996;43(2):509-512.
18. Spranger I., Sun B., Mateus A.M., Freitas V., Ricardo-da-Silva J.M. Chemical characterization and antioxidant activities of oligomeric and polymeric procyanidin fraction from grape seeds. *Food Chemistry*. 2008;108(2):519-532.
19. Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф. Природные олигомерные процианидины – перспективные регуляторы метаболических нарушений. Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2006;2:81-90.
- Sprygin V.G., Kushnerova N.F. Oligomeric proanthocyanidin complexes as perspective regulators of metabolic disturbances at alcohol abuse. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2006;2:81-90 (*in Russian*).
20. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V. Biologically active agents as part of extracts of grape leaves and vine and method of their extraction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;954:012016. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012016.
21. Зайцев Г.П., Мосолкова В.Е., Гришин Ю.В., Черноусова И.В., Огай Ю.А. Фитоалексины винограда и вина. Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ГБУН «НИИВиВ «Магарач». 2015;45:110-112.
- Zaitsev G.P., Mosolkova V.E., Grishin Yu.V., Chernousova I.V., Ogai Yu.A. Phytoalexins of grapes and wine. *Viticulture and winemaking: Collection of Scientific Works of the SBSI Institute Magarach*. 2015;45:110-112 (*in Russian*).
22. Зайцев Г.П., Мосолкова В.Е., Гришин Ю.В., Черноусова И.В., Огай Ю.А., Авидзба А.М. Фенольные компоненты винограда сорта Каберне-Совиньон винодельческих хозяйств Крыма. Химия растительного сырья. 2015;2:187–193.
- Zaitsev G.P., Mosolkova V.E., Grishin Yu.V., Chernousova I.V., Ogai Yu.A., Avidzba A.M. Phenolic compounds in 'Cabernet-Sauvignon' grape variety at winemaking farms of Crimea. *Chemistry of Plant Raw Material*. 2015;2:187–193 (*in Russian*).
23. Руководство Р 4.1.1672–2003 по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004:1-240.
- Guideline Р 4.1.1672–2003 for the methods of quality control and safety of biologically active dietary supplements. М.: Federal Center for State Sanitary and Epidemiological Surveillance of the Ministry of Health of Russia. 2004:1-240 (*in Russian*).
24. Власов В.В., Ковалева И.А., Мулюкина Н.А., Тарасова В.В., Левицкий А.П. Оценка полифенольного комплекса сортов винограда селекции ННЦ «ИВИВ им. В.Е. Таирова». Виноградарство и виноделие:

- межведомственный тематический научный сборник. Одесса. 2016;53:57–62.
- Vlasov V.V., Kovaleva I.A., Mulyukina N.A., Tarasova V.V., Levitsky A.P. Evaluation of polyphenolic complex of grape varieties selected by NSC Institute of Viticulture and Winemaking named after V.E. Tairov. Viticulture and Winemaking: Interdepartmental Thematic Scientific Collection. Odessa. 2016;53:57–62 (in Russian).
25. Pawlus D.A., Sahli R., Bisson J., Rivière C., Delaunay J-C., Richard T., Gomès E., Bordenave L., Waffo-Téguo P., Mérillon J-M. Stilbenoid profiles of canes from *Vitis* and *Muscadinia* species. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2013;61(3):501–511. DOI 10.1021/jf303843z.
26. Schoedl K., Forneck A., Sulyok M., Schuhmacher R. Optimization, in-house validation, and application of a liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)-based method for the quantification of selected polyphenolic compounds in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011;59(20):10787-10794. DOI 10.1021/jf202753g.
27. Németh G., Hegyi O., Dunai A., Laszlo Kocsis L. Stilbenes in the different organs of *Vitis vinifera* cv. Merlot grafted on Teleki Kober 5BB rootstock. OENO One. 2017;51(3):323–328. DOI 10.20870/oeno-one.2016.50.4.1068.

Информация об авторах

Татьяна Александровна Жиликова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мэйл: golden.heart@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5884-6645>;

Инна Владимировна Черноусова, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мэйл: cherninnal@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

Георгий Павлович Зайцев, канд. техн. наук, зав. лабораторией аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мэйл: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>;

Юрий Владимирович Гришин, мл. науч. сотр. лаборатории аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мэйл: grishin.iurij2010@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6267-4009>;

Виктория Евгеньевна Мосолкова, мл. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мэйл: mosolkova@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7667-0145>;

Людмила Михайловна Соловьева, канд. тех. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мэйл: luda_magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9038-4217>;

Анатолий Мканович Авидзба, д-р с.-х. наук, канд. экон. наук, академик РАН, профессор; e-мэйл: svodagro@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2354-1374>.

Information about authors

Tatiana A. Zhilyakova, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: golden.heart@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5884-6645>;

Inna V. Chernousova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: cherrinnal@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

Georgiy P. Zaitsev, Cand. Techn. Sci., Head of the Laboratory of Analytical Research, Innovative and Resource-Saving Technologies; e-mail: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>;

Yuriy V. Grishin, Junior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: grishin.iurij2010@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6267-4009>;

Victoria E. Mosolkova, Junior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: mosolkova@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7667-0145>;

Ludmila M. Solovyova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: luda_magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9038-4217>;

Anatoliy M. Avidzba, Dr. Agric. Sci., Cand. Econ. Sci., Academician of the RAS, Professor; e-mail: svodagro@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2354-1374>.

Статья поступила в редакцию 15.11.2024, одобрена после рецензии 27.11.2024, принята к публикации 20.02.2025