

## Оценка технологического запаса суммарных полифенолов виноградной грозди

Черноусова И.В.<sup>✉</sup>, Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

<sup>✉</sup>cherninnal@mail.ru

**Аннотация.** Обсуждаются результаты экспериментальной оценки потенциала виноградной грозди как источника получения полифенолов винограда, биологически активных функциональных ингредиентов питания. Идентифицированы по качественному и количественному составу полифенолы сула, выжимок, гребней, семян винограда белых и красных технических сортов Алиготе, Рислинг рейнский, Цитронный Магарача, Каберне-Совиньон, Мускат гамбургский, Пино нуар, а также выжимок, семян, гребней белых и красных сортов винограда из ампелографической коллекции института «Магарач» (Совиньон зеленый, Первенец Магарача, Бияс айбатлы, Мальбек, Ай-Петри, Праздничный Магарача, Голубок, Антей магарачский). Фенольные соединения включают полифенолы как мономерного ряда, так и олигомерные и полимерные проантоцианидины, составляющие около 90% общего количества полифенолов. Мономерная фракция представлена флавоноидами (антоцианы, (+)-D-катехин, (-)-эпикатехин, кверцетин, кверцетин-3-O-глюкозид, кверцетин-3-O-глюкуронид), фенольными кислотами (галловая, сиреневая, кафтаровая, 2-S-глутатионилкафтаровая, коутаровая, кофейная, фертаровая, п-кумаровая, феруловая), а также стильбеноидом транс-ресвератролом. Дана интегральная характеристика биологической активности комплекса полифенолов сула, выжимок, гребней, семян по суммарной концентрации антиоксидантов; данная величина варьирует в пределах 0,2–65,0 г/дм<sup>3</sup> в пересчете на стандартный антиоксидант Тролокс. Показана технологическая доступность полифенолов выжимок, гребней, семян винограда при водно-этанольной экстракции в насыпном слое без перемешивания, оценены равновесные концентрации полифенолов, переходящих в экстракт, и потенциальные количества извлекаемых при одностадийной экстракции полифенолов (технологический запас). Установлено, что средняя величина извлекаемого технологического запаса фенольных веществ водным раствором этанола с объемной долей 50% варьирует (ТЗФВ<sub>50</sub>) в пределах (г/кг сухой массы): 8-18 в выжимках, 29-38 в семенах, 49-62 в гребнях.

**Ключевые слова:** технологический запас; полифенолы; ВЭЖХ; виноград; вторичные продукты; водно-спиртовый экстракт; водорастворимые антиоксиданты.

**Для цитирования:** Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М. Оценка технологического запаса суммарных полифенолов виноградной грозди // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):177-185. DOI 10.35547/IM.2022.53.41.013

ORIGINAL RESEARCH

## Evaluation of technological stock of total polyphenols in a grape bunch

Chernousova I.V.<sup>✉</sup>, Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

<sup>✉</sup>cherninnal@mail.ru

**Abstract.** The results of experimental evaluation of grape bunch potential as a source for obtaining grape polyphenols, biologically active functional food ingredients are discussed. The polyphenols of must, pomace, stalks and seeds of white and red wine grape varieties 'Aligote', 'Rhine Riesling', 'Tsitronnyi Magaracha', 'Cabernet-Sauvignon', 'Muscat d'Hamburg', 'Pinot Noir', as well as pomace, seeds and stalks of white and red wine grape varieties from the Institute Magarach Ampelographic Collection ('Sauvignon Vert', 'Pervenets Magaracha', 'Biyas Aibatly', 'Malbec', 'Ai-Petri', 'Prazdnichnyi Magaracha', 'Golubok', 'Antei Magarachskiy' were identified. Phenolic compounds include polyphenols both monomeric and oligomeric, as well as polymeric proanthocyanidins, which amount about 90% of the total number of polyphenols. Monomeric fraction is represented by flavonoids (anthocyanins, (+)-D-catechin, (-)-epicatechin, quercetin, quercetin-3-O-glucoside, quercetin-3-O-glucuronide), phenolic acids (gallic, syringic, caftaric, 2-S-glutathionyl caftaric, coumaric, caffeic, ferulic, n-coumaric, ferulic), as well as by stilbenoid trans-resveratrol. An integral characteristic of biological activity of polyphenol complex of must, pomace, stalks and seeds by total concentration of antioxidants is defined; this value ranges from 0.2 to 65.0 g/dm<sup>3</sup> with reference to a standard antioxidant Trolox. Technological availability of polyphenols of grape pomace, stalks and seeds during aqueous-ethanol extraction in the filling layer without mixing was shown; equilibrium concentrations of polyphenols transferring into the extract and potential amounts of polyphenols extracted during single-stage extraction of polyphenols (technological stock) were assessed. It was determined that average quantity of technological stock of phenolic substances extracted by aqueous solution of ethanol with volume fraction of 50% ranges (TSPhS<sub>50</sub>) within the following limits (g/kg of dry matter): 8-18 in pomace, 29-38 in seeds, 49-62 in stalks.

**Key words:** technological stock; polyphenols; HPLC; grapes; secondary products; aqueous-ethanol extract; water-soluble antioxidants.

**For citation:** Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M. Evaluation of technological stock of total polyphenols in a grape bunch. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):177-185 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.53.41.013

### Введение

Согласно Стратегии повышения качества пищевой продукции РФ до 2030 г., утвержденной распоря-

жением Правительства РФ от 29.06.2016 г. №1364-з, приоритетным направлением является разработка технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для получения новых видов специализированной, функциональной и обогащенной

пищевой продукции.

В рамках решения этой проблемы в институте «Магарач» разрабатываются технологии получения функциональных продуктов питания из винограда, насыщенных полифенолами; установления основных параметров и режимов процессов извлечения полифенолов из потенциального сырья (выжимки, гребней, листьев, семян, лозы) для производства экспериментальных образцов продукции функциональной направленности.

По результатам исследований пищевых функциональных ингредиентов в традиционных продуктах промышленной переработки винограда (соки, виноматериалы, вина, включая игристые) было установлено, что наиболее активными функциональными ингредиентами являются полифенолы винограда, обладающие антиоксидантными свойствами и обеспечивающими эффекты поддержания деятельности сердечно-сосудистой системы. Компоненты фенольного комплекса виноматериалов и вин представлены антоцианами, оксибензойными и оксикоричными кислотами, флаван-3-олами, флавононами, олигомерными и полимерными проантоцианидинами. В результате исследования антиоксидантной активности виноматериалов и вин по показателю суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (ССВА) получено уравнение аппроксимации, характеризующее зависимость антиоксидантной активности образцов виноматериалов и вин, включая игристые вина, от содержания в продукте суммарных полифенолов винограда [1-3].

В испытаниях *in vivo* на модели ишемического повреждения миокарда лабораторных животных экспериментального образца экстракта виноградной выжимки, полученного в институте «Магарач», установлено снижение активности процессов перекисного окисления липидов на фоне улучшения антиокислительного профиля за счет суммарных полифенолов флавоноидного и нефлавоноидного типа, олигомерных и полимерных проантоцианидинов и подтверждена целесообразность развития технологии производства функциональных пищевых продуктов из винограда с использованием основного отхода виноделия – виноградной выжимки красного винограда [1].

Вместе с тем, многочисленные литературные и авторские данные о биологической активности традиционных и инновационных продуктов переработки винограда, содержащих полифенолы, не имеют пока системного характера и не регламентируют технологических режимов и параметров насыщения полифенолами функциональных пищевых продуктов из винограда, а также не содержат технологической информации о таких перспективных сырьевых источниках полифенолов, как лоза и листья винограда [4-17].

Краткий анализ известных сегодня результатов отечественных исследований по определению сырьевого потенциала полифенолов виноградной грозди [18-26] приводит к выводу о необходимости их уточнения, дополнения и систематизации.

Целью настоящих исследований является экспериментальное определение технологического запаса полифенолов, качественного и количественного состава комплекса полифенолов в сусле, виноградной выжимке, семенах и гребнях виноградной грозди.

#### Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили сусло, выжимка, семена, гребни винограда сортов, произрастающих в западном предгорно-приморском районе Крыма (ЗППР): Алиготе, Рислинг рейнский, Цитронный Магарача, Каберне-Совиньон, Мускат гамбургский, Пино нуар, полученные на винозаводах Крыма в сезон виноделия 2017-2021 гг., а также выжимка, семена, гребни белых и красных сортов винограда из ампелографической коллекции института «Магарач» (Совиньон зеленый, Первенец Магарача, Бияс айбатлы, Мальбек, Ай-Петри, Праздничный Магарача, Голубок, Антей магарачский).

Ягоды отбирали из грозди винограда технологической зрелости, прессовали. Получали сусло и выжимку влажностью около 55% масс. Гребни оставались после отбора ягод. Семена из выжимок отсеивали на сите. Все работы по заготовке образцов сырья производились вручную.

Выжимки, семена, гребни смешивали с водно-этанольным экстрагентом крепостью 50% об., гребни перед смешиванием измельчали до размера 2–11 мм на аппарате Bosch AXT Rapid 2000. Соотношение твердой и жидкой фаз в экстракционной смеси устанавливалось из условия покрытия насыпного слоя выжимки, семян, измельченных гребней экстрагентом. Экстракцию проводили настаиванием в слое без перемешивания при температуре окружающей среды 15-20°C до достижения равновесной концентрации полифенолов в экстракте. Время установления равновесия не превышало 45 сут. Концентрацию полифенолов в экстрактах и сусле контролировали по методу Фолина-Чокальтеу [27].

Качественный и количественный состав полифенолов сусла и экстрактов определяли методом ВЭЖХ с использованием хроматографической системы Agilent technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором. Для разделения веществ применяли хроматографическую колонку Zorbax SB – C18 размером 2,1×150 мм, заполненную силикагелем с привитой октадецилсилильной фазой с размером частиц сорбента 3,5 мкм. Хроматографирование проводили в градиентном режиме. Состав элюента: раствор А – метанол, раствор В – 0,6% водный раствор трифторуксусной кислоты. Объем вводимой пробы – 1 мкл. Хроматограммы регистрировали при следующих длинах волн: 280 нм для галловой кислоты, (+)-D катехина, (-)-эпикатехина и процианидинов, 313 нм для производных оксикоричных кислот, 371 нм для кверцетина и 525 нм для антоцианов. Расчет количественного содержания индивидуальных компонентов производили с использованием калибровочных графиков зависимости площади пика от концентрации вещества, построенных по растворам индивидуальных веществ. В качестве стандартов ис-

пользовали галловую кислоту, кофейную кислоту, хлорид мальвидин-3-О-глюкозида, (+)-D-катехин, кверцетин дигидрат, изокверцетин (Fluka Chemie AG, Швейцария), транс-ресвератрол, (-)-эпикатехин, сиреневую кислоту, п-кумаровую кислоту, кемпферол, феруловую кислоту (Sigma-Aldrich, Швейцария). Содержание антоцианов определяли в пересчете на хлорид мальвидин-3-О-глюкозид, кафтаровой кислоты, 2-S-глутатионикафтаровой кислоты – в пересчете на кофейную кислоту, коутаровой кислоты – в пересчете на п-кумаровую кислоту, фертаровой кислоты – в пересчете на феруловую кислоту, кверцетин-3-О-глюкуронида – в пересчете на изокверцетин, полимерных и олигомерных процианидинов – в пересчете на (+)-D-катехин.

Биологическую активность сула и спиртовых экстрактов выжимок, семян, гребней виноградской грозди оценивали по показателю суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (ССВА) в пересчете на концентрации стандартного антиоксиданта Тролокс амперометрическим методом на приборе «Цвет-Яуз-01 АА» [28]. Все определения проводили в трех повторностях. Результаты измерений обрабатывали стандартными методами математической статистики с помощью пакета «Анализ данных» Microsoft Excel. Воспроизводимость измерений составляла не менее 10%, сходимости – не менее 5% при доверительной вероятности  $P=0,95$ . Различия значений величин считались достоверными при разнице не менее %.

Технологический запас фенольных веществ при одностадийной экстракции водно-спиртовым раствором с объемной долей этанола 50% ( $TЗФВ_{50}$ ) выжимок, семян, гребней винограда рассчитывали для равновесной концентрации полифенолов в экстрактах по формуле:

$$TЗФВ = C \cdot V / G, \text{ г/кг}, \quad (1)$$

где  $C$  – массовая концентрация фенольных веществ (по Фолину-Чокальтеу) в равновесных экстрактах,  $\text{г/дм}^3$ ;  $V$  – объем водно-этанольного экстракта,  $\text{дм}^3$ ;  $G$  – сухая масса экстрагируемых выжимки, семян, гребней,  $\text{кг}$ .

## Результаты и их обсуждение

Полученные нами данные о качественном и количественном составе полифенолов сула виноградных ягод, равновесных водно-этанольных экстрактов выжимки, гребней, семян, а также показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (в пересчете на стандартный антиоксидант Тролокс) и потенциальных технологических запасов фенольных веществ выжимки, гребней и семян виноградской ягоды для десяти белых и красных технических сортов представлены в табл. 1–4.

Суммарная концентрация полифенолов в суле виноградской ягоды исследованных технических сортов в период технологической зрелости (табл.1) варьирует, по данным ВЭЖХ, в пределах 0,248-

**Таблица 1.** Содержание фенольных соединений и суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (ССВА) в суле винограда разных сортов (средние данные за 2017-2021 гг.)

**Table 1.** The content of phenolic compounds and the total content of water-soluble antioxidants (TCWA) in the must of different grape varieties (average data for 2017-2021)

Наименование показателя	Алиготе	Рислинг рейнский	Цитронный Магарача	Каберне-Совиньон	Мускат гамбургский	Пино нуар
Массовая концентрация, $\text{мг/дм}^3$ :						
Сумма антоцианов	0	0	0	5,0	3,4	0
(+)-D-Катехин	3,1	9,1	3,8	6,8	4,5	2,8
(-)-Эпикатехин	5,6	13,9	7,0	8,3	5,2	7,9
Сумма флаван-3-олов	8,7	33,0	11,8	15,1	9,7	10,7
Кверцетин-3-О-глюкуронид	0	0	0,7	0	0	4,7
Кверцетин-3-О-глюкозид	0	0,6	0,2	0	0	5,5
Кверцетин	0	0	0,4	0	0	0,1
Сумма флавонов	0	0,6	1,3	0	0	10,3
Галловая кислота	0	0,3	0	0,5	0,4	2,6
Сиреневая кислота	0	0,1	0	2,8	0,4	4,3
Сумма оксibenзойных кислот	0	0,4	0	3,3	0,8	6,9
2-S-Глутатионикафтаровая кислота	5,3	3,9	20,9	4,6	7,1	20,2
Кафтаровая кислота	13,3	41,8	6,1	0,4	22,4	23,7
Коутаровая кислота	0,6	3,2	1,7	0,2	1,1	6,0
Кофейная кислота	0,8	2,2	0,6	0,7	0,5	1,8
Фертаровая кислота	3,7	8,8	3,9	4,7	3,1	7,0
п-Кумаровая кислота	0,2	0,7	0	0	0	0,5
Феруловая кислота	0	0,3	0,2	0	0	0
Сумма оксикоричных кислот	23,9	60,9	35,4	10,6	34,2	59,2
Транс-ресвератрол	0	1,5	0	0	0,8	0
Олигомерные проантоцианидины	46,1	94,5	53,9	44,0	71,2	95,2
Полимерные проантоцианидины	196,4	66,6	168,0	245,7	161,6	678,4
Сумма фенольных по ВЭЖХ, $\text{г/дм}^3$	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,9
Общие фенольные вещества по Фолину-Чокальтеу, $\text{г/дм}^3$	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,8
ССВА по Тролоксу, $\text{г/дм}^3$	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4

0,861 г/дм<sup>3</sup>. Основную часть полифенолов сусла (на уровне не менее 50 мг/дм<sup>3</sup>), меняющуюся в пределах 77–96% (в среднем 88,7%) от суммарного содержания фенольных веществ, составляют олигомерные и полимерные проантоцианидины. В минимальных концентрациях (от 0 до 5 мг/дм<sup>3</sup>) в сусле содержатся такие мономерные полифенолы и фенолы, как антоцианы, кверцетин и его производные (кверцетин-3-О-глюкозид, кверцетин-3-О-глюкуроид), галловая, сиреневая, коутаровая, кофейная, п-кумаровая, феруловая кислоты и стильбеноид транс-ресвератрол. Интервалы варьирования стильбеноидов и суммы флавонов в сусле исследованных нами сортов крымского винограда сопоставимы с таковыми других авторов [22]. Промежуточные уровни концентраций наблюдаются для (+)-D-катехина и (-)-эпикатехина (более 5 и менее 10 мг/дм<sup>3</sup>), а также фертаровой, 2-S-глутатионил каftarовой и каftarовой кислот (более 10 и менее 50 мг/дм<sup>3</sup>). Показатель суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов сусла изменяется в пределах 0,2–0,4 г/дм<sup>3</sup> по Тролоксу.

Результаты определения извлекаемого ТЗФВ выжимки, семян, гребней представлены в табл. 2. Для выжимки наиболее распространенных европейских сортов белого винограда: Алиготе, Ркацители, Рислинг рейнский, – величина извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> варьирует в пределах 4,6–10,0 г/кг сухой массы. В среднем по всем исследованным образцам выжимки белого винограда извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> составляет 8,3±3,5 г/кг сухой массы. Для выжимки наиболее распространенных красных сортов винограда – Каберне-Совиньон, Саперави, Мускат гамбургский – извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> варьирует от 12,4 до 27,0 г/кг сухой массы, увеличиваясь в ряду (г/кг): Мускат гамбургский (12,4) < Саперави (24,4) < Каберне-Совиньон (27,0) < Пино нуар (35,4). С учетом других исследованных красных европейских сортов средний извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> выжимок составляет 24,6 ±7,0 г/кг сухой массы, что в 3,0 раза превышает таковой выжимок белых сортов (8,3 г/кг).

Среднее количество извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> выжимок пяти исследованных селекционных сортов красного винограда из ампелографической коллекции института «Магарач» составляет 14,4±8,1 г/кг сухой массы: минимальная величина ТЗФВ (4,8 г/кг) определена в выжимках сорта винограда Ай-Петри и Гайдамак (7,8 г/кг), максимальная величина ТЗФВ – в выжимках сорта винограда Голубок (21,4 г/кг) и Бастардо магарачский (23,0 г/кг). Таким образом, средний извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> выжи-

мок селекционных сортов красного винограда также превышает (в 1,7 раза) экстрагируемое количество общих фенольных веществ выжимок белых сортов, но в 1,5 раза меньше, чем в выжимках традиционных красных сортов винограда (22,1 г/кг). В целом величина среднего извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> выжимках всех исследованных красных сортов винограда составляет 18,3±9,6 г/кг сухой массы. Необходимо отметить, что извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> выжимок винограда Пино нуар составляет 35,4 г/кг, что соответствует максимальным значениям ТЗФВ<sub>50</sub> в экстрактах семян белых сортов винограда (34,7–36,1 г/кг, табл. 2). Эти результаты подтверждают данные литературы о зависимости содержания и состава фенольных соединений в значительной степени от генотипа винограда (сорта, вида) [29].

Выжимки белых европейских, аборигенных и селекционных сортов по величине извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> не дифференцируются. Полученные нами величины извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> выжимок винограда крымских сортов сопоставимы с литературными данными по содержанию общих фенольных веществ в ягодах четырех наиболее распространенных белых и красных сортов винограда Греции: 0,051–0,142 г/кг сырой массы [30], что в пересчете на сухие выжимки

**Таблица 2.** Величина извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> структурных элементов грозди винограда (г/кг сухой массы)

**Table 2.** Recoverable TSPH<sub>50</sub> value of structural elements of a grape bunch (g/kg dry matter)

Сырье, сорт белого винограда	Зона	ТЗФВ <sub>50</sub>	Сырье, сорт красного винограда	Зона	ТЗФВ <sub>50</sub>
<b>Выжимки</b>					
Алиготе	ЮБК	7,0	Саперави	ЮБК	24,4
Алиготе	ЗППЗ	10	Каберне-Совиньон	ЗППЗ	27,0
Рислинг рейнский	ЗППЗ	8,1	Пино нуар	ЗППЗ	35,4
Совиньон зелёный	ЗППЗ	4,6	Мальбек	ЗППЗ	11,4
Ркацители	ЗППЗ	6,1	Ай-Петри	ЗППЗ	4,8
Кокур белый	ЗППЗ	6,2	Праздничный Магарача (Гайдамак)	ЗППЗ	7,8
Бияс айбаталы	ЗППЗ	8,0	Бастардо магарачский	ЗППЗ	23,0
Алиготе мускатный	ЗППЗ	13,8	Голубок	ЗППЗ	21,4
Цитронный Магарача	ЗППЗ	15,2	Мускат гамбургский	ЗППЗ	12,4
Первенец Магарача	ЮБК	6,8	Антей магарачский	ЗППЗ	15,2
<b>Семена</b>					
Алиготе	ЗППЗ	34,9	Каберне-Совиньон	ЗППЗ	41,1
Алиготе	ЗППЗ	34,7	Мускат гамбургский	ЗППЗ	20,2
Рислинг рейнский	ЗППЗ	19,5	Бастардо магарачский	ЗППЗ	26,2
Бияс айбаталы	ЗППЗ	19,4	Голубок	ЗППЗ	25,6
Цитронный Магарача	ЗППЗ	36,1	Пино нуар	ЗППЗ	76,1
<b>Гребни</b>					
Рислинг рейнский	ЗППЗ	54,3	Каберне-Совиньон	ЗППЗ	59,7
Рислинг рейнский	ЗППЗ	53,2	Бастардо магарачский	ЗППЗ	59,5
Бияс айбаталы	ЗППЗ	52,9	Голубок	ЗППЗ	47,2
Цитронный Магарача	ЗППЗ	35,1	Пино нуар	ЗППЗ	74,7
			Мускат гамбургский	ЗППЗ	69,0

*Примечание:* ЮБК – южнобережный район Крыма; ЗППЗ – западный предгорно-приморский район Крыма

с учетом средней влажности 50% и выхода при прессовании 25% приводит к оценке в диапазоне 4–11 г/кг сухой массы. Для экстракции полифенолов из лиофилизированных ягод авторы [30] использовали водный раствор метанола с объемной долей 90%.

В исследованных нами образцах семян белых и красных сортов винограда среднее значение извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> составляет 28,4±8,7 и 37,8±22,8 г/кг сухой массы соответственно. Достоверных отличий в значениях средних показателей ТЗФВ<sub>50</sub> семян белых и красных сортов не обнаружено, а по абсолютной величине они превышает таковые выжимок в 3,5 и 2,1 раза, соответственно.

В целом полученные нами величины извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> семян сопоставимы с литературными данными по содержанию общих фенольных веществ в семенах белых и красных сортов винограда Греции (8–33 г/кг сухой массы) [30].

Результаты исследования экстракции полифенолов из гребней крымского винограда европейских, аборигенных и селекционных сортов показывают, что величина извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> гребней варьирует от 35 до 69 г/кг сухой массы, в среднем составляя для белых сортов 48,9±9,2, для красных – 62±10,5 г/кг сухой массы, чтократно превышает содержание фенольных веществ в гребнях греческого винограда (4–14 г/кг сухой массы [30]) и может объясняться как использованием авторами [30] для экстракции фенольных соединений метанола с объемной долей 90%, что в сравнении с этанолом может уменьшать экстрагируемое количество полифенолов [31], так и сортовыми или территориальными факторами [29]. В среднем извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> гребней крымских красных сортов выше, чем белых, в 1,3 раза. По абсолютной величине извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> гребней выше такового семян в 1,7 раза и выжимок – в 3–6 раз.

Таким образом, по величине извлекаемого из структурных элементов грозди винограда ТЗФВ<sub>50</sub> максимальные уровни экстракции наблюдаются у гребней белых и красных сортов (в среднем 49 и 62 г/кг соответственно), затем в порядке уменьшения идут семена белых и красных сортов (в среднем 29 и 38 г/кг соответственно) и выжимки белых и красных сортов (8 и 18 г/кг соответственно).

В табл. 3 и 4 приведены результаты ВЭЖХ-анализа качественного и количественного состава полифенолов в водно-этанольных экстрактах выжимок, семян, гребней винограда на момент уборки винограда белых и красных сортов, достигших технологической зрелости, и его переработки в сезон виноделия 2017–2021 гг. Для каждого показателя ВЭЖХ указаны интервал варьирования и в скобках указано среднее значение; в последнем столбце приведены значения коэффициента множественной корреляции (R)

**Таблица 3.** Полифенольный состав водно-спиртовых экстрактов структурных элементов винограда белых сортов  
**Table 3.** Polyphenolic composition of aqueous-alcoholic extracts of structural elements of white grape varieties

Наименование показателя	Выжимки	Семена	Гребни	R
Массовая концентрация, мг/л: оксибензойных кислот	33–209 (121)	380–550 (470)	0–20 (10)	0,977
оксикоричных кислот	53–400 (227)	16–36 (26)	20–154 (87)	–0,723
суммы фенолокислот	86–609 (350)	396–586 (500)	20–174 (100)	0,796
транс-ресвератрола	0,3–1,6 (1,0)	0,3–0,4 (0,4)	8–12,8 (10)	–0,561
суммы нефлавоноидов (фено- локислот и стильбеноидов)	86,3–611 (400)	396–586 (500)	28–187 (100)	0,705
антоцианов	0	0–20(10)	0	0,999
флавонов	70–450 (260)	35–55 (45)	4–53 (30)	–0,416
флаван-3-олов	250–1070 (700)	1500–2700 (2100)	5–323 (200)	0,971
Массовая концентрация, г/л: олигомерных проантоцианидинов	0,3–0,9 (0,6)	1,7–2,7 (2,2)	0,64–0,69 (0,67)	0,998
полимерных проантоцианидинов	3,0–15,0 (9,0)	67–77 (72)	5,0–7,0 (6,0)	0,999
суммы показателей ВЭЖХ	3,7–17 (10,4)	72–82 (77)	5,7–8,3 (7,0)	0,999
ССВА в пересчете на тролокс, г/л	1,0–10 (5,5)	55–72 (63)	3,6–5,2 (4,4)	

**Таблица 4.** Полифенольный состав водно-спиртовых экстрактов структурных элементов винограда красных сортов

**Table 4.** Polyphenolic composition of aqueous-alcoholic extracts of structural elements of red grape varieties

Наименование показателя	Выжимки	Семена	Гребни	R
Массовая концентрация, мг/л: оксибензойных кислот	30–200 (115)	160–380 (311)	8–25 (16,5)	0,995
оксикоричных кислот	20–150 (85)	2–30 (14)	65–170 (118)	–0,999
суммы фенолокислот	50–350 (200)	162–410 (261)	73–195 (135)	0,989
транс-ресвератрола	1,0–2,7 (1,9)	0,2–0,4 (0,3)	8,0–23 (15,5)	–0,794
суммы нефлавоноидов (фено- локислот и стильбеноидов)	51–353 (209)	162–410 (261)	81–218 (150)	0,988
антоцианов	600–1880 (1240)	6–600 (311)	0–20 (10)	–0,002
флавонов	60–250 (155)	10–110 (55)	38–155 (96,5)	–0,672
флаван-3-олов	250–1400 (825)	1380–4300 (2763)	190–430 (310)	0,995
Массовая концентрация, г/л: олигомерных проантоцианидинов	0,4–1,0 (0,7)	1,0–2,7 (1,6)	0,32–0,81 (0,56)	0,981
полимерных проантоцианидинов	11–30 (20,5)	23,6–91,0 (57)	4,7–12,7 (8,7)	0,999
суммы показателей ВЭЖХ	11,4–34,9 (23)	28,5–99,0 (63)	5,6–14,0 (9,8)	0,999
ССВА в пересчете на Тролокс, г/л	11,0–37,0 (24)	31,0–99,0 (65)	3,6–9,6 (6,6)	

средних величин показателей ВЭЖХ с показателем суммарной концентрации водорастворимых антиоксидантов (ССВА) экстрактов.

Мономерные и полимерные фенольные соединения экстрактов виноградной выжимки, гребней и семян представлены в основном флаван-3-олами, флавонами, фенольными кислотами, транс-ресвератролом, антоцианами. Последние присутствуют в очень небольших количествах только в экстрактах семян винограда белых сортов, в то время как в экстрактах гребней, семян и выжимок винограда красных сортов их средняя массовая концентрация изменяется от минимальных количеств в гребнях: 10 мг/дм<sup>3</sup>, до 311–1240 мг/дм<sup>3</sup> в экстрактах семян и выжимок, соответственно (табл. 3, 4). Массовая концентрация транс-ресвератрола минимальна в экстрактах всех сортов, не превышая в среднем 10 мг/дм<sup>3</sup> в экстрактах белых и 15,5 мг/дм<sup>3</sup> – в экстрактах красных сортов. Максимальные средние уровни содержания в экстрактах всех сортов наблюдаются для флаван-3-олов и олигомерных проантоцианидинов – от 0,2 до 7,0 г/дм<sup>3</sup>, а также для полимерных проантоцианидинов в экстрактах белых сортов – более 6 г/дм<sup>3</sup> и свыше 8 г/дм<sup>3</sup> – для полимерных проантоцианидинов в экстрактах красных сортов. Промежуточные средние уровни содержания в экстрактах белых и красных сортов – от 10 до 470 мг/дм<sup>3</sup> – наблюдаются для флавонов и фенолкарбоновых кислот. Интервалы варьирования стильбеноидов и суммы флавонов в выжимке исследованных нами сортов крымского винограда сопоставимы с соответствующими данными авторов [22] для водно-этанольных экстрактов кожицы крымского винограда.

Отдельные суммарные концентрации полифенолов в водно-этанольных экстрактах выжимки, гребней и семян винограда, по данным ВЭЖХ, достигают величин 3,7–99,0 г/дм<sup>3</sup> при высоком показателе ССВА, варьирующим в пределах 1,0–99,0 г/дм<sup>3</sup> в пересчете на стандартный антиоксидант Тролокс. Усредненные суммарные концентрации полифенолов в экстрактах находятся при этом в пределах 7,0–77,0 г/дм<sup>3</sup> с преобладанием в составе (92–96%) проантоцианидинов. Полагаем, что водно-этанольные экстракты твердых частей виноградной грозди являются перспективным сырьем для получения функциональных продуктов на основе полифенолов винограда, учитывая рекомендуемое суточное адекватное потребление взрослым человеком комплекса полифенолов винограда в количестве 0,48 г.

Таким образом, основную часть комплекса полифенолов сула и изученных экстрактов составляют олигомерные и полимерные проантоцианидины, средняя доля которых в составе фенольных соединений сула и твердых частей грозди составляет 88,7% и 94,1%, соответственно, что согласуется с данными об относительном содержании проантоцианидинов в красных столовых виноградных винах отечественного и европейского происхождения, обладающих функциональными свойствами [32].

Сопоставление полученных нами методом ВЭЖХ

данных по суммарной концентрации полифенолов в исследованных экстрактах (выжимок, семян, гребней винограда) с содержанием общих фенольных веществ в белых и красных винах позволяет заключить, что содержание полифенолов в экстрактах семян белых и красных сортов на порядок превосходит их концентрацию в красных винах [33–35], а также в соке ягод винограда красных сортов [35]. Так, молодые вина и виноматериалы Анапо-Темрюкского региона содержат от 2,9 до 6,6 г/дм<sup>3</sup>, а высококачественные выдержанные красные вина и виноматериалы от 1,7 до 3,2 г/дм<sup>3</sup> общих фенольных веществ [33]. В красных сухих виноматериалах Крыма содержание общих фенольных веществ варьирует в пределах 0,98–4,3 г/дм<sup>3</sup>, в красных игристых винах – в пределах 0,63–1,87 мг/дм<sup>3</sup> [25], в красных марочных портвейнах урожая 1990–2006 гг. в среднем составляет 1,7 г/дм<sup>3</sup> при диапазоне варьирования 0,68–3,54 г/дм<sup>3</sup> [34]. В красных традиционных, интродуцированных и новой селекции сортах винограда западной приморско-предгорной зон Крыма урожая 2002–2013 гг. извлекаемый в условиях виноделия ТЗФВ (г/дм<sup>3</sup>) составляет 1,47–3,40 (в среднем 2,5), степной зоны – 1,2–4,3 (в среднем 2,5), южнобережной – 0,9–3,5 (в среднем 2,1) [35].

По показателю суммарной концентрации водорастворимых антиоксидантов (ССВА) экстракты белых и красных сортов винограда располагаются в следующей последовательности:

ССВА экстрактов белых сортов (г/дм<sup>3</sup> по Тролоксу): семена (63) > выжимка (5,5) > гребни (4,4);

ССВА экстрактов красных сортов: семена (65) > выжимки (24) > гребни (6,6).

Регрессионный анализ показал, что тесная положительная взаимосвязь показателя ССВА и суммарного содержания полифенолов в экстрактах исследованного сырья описывается линейными уравнениями вида  $Y = AX$ , где  $Y$  – ССВА,  $X$  – сумма показателей ВЭЖХ,  $A$  – параметр уравнения:  $A = 0,812 \pm 0,029$  (белые сорта,  $R = 0,999$ ,  $p < 0,002$ ) и  $A = 1,026 \pm 0,036$  (красные сорта,  $R = 0,999$ ,  $p < 0,002$ ). Стандартная ошибка функции  $Y$  для белых сортов составляет  $\pm 2,3$ , для красных –  $\pm 2,5$ .

Высокими коэффициентами корреляции с показателем ССВА также характеризуются содержания олигомерных проантоцианидинов (0,998 и 0,981), флаван-3-олов (0,971 и 0,995) и оксибензойных кислот (0,977 и 0,995) в исследованных экстрактах белых и красных сортов винограда, соответственно (табл. 3, 4). Сопоставление полученных коэффициентов корреляции с литературными данными по сравнительной оценке величины ССВА отдельных групп полифенолов, которая уменьшается в ряду проантоцианидины > флаван-3-олы > флавонолы > фенольные кислоты [36], позволяет заключить, что уровень антиоксидантного потенциала исследованных экстрактов (выжимки, семян, гребней винограда) обеспечивается высокой долей проантоцианидинов в их составе.

Отрицательный коэффициент корреляции, свидетельствующий о наличии обратной или опосредованной неучтенными факторами взаимосвязи с

интегральной ССВА экстрактов, демонстрируют оксикоричные кислоты, транс-ресвератрол и флавоны. Данный факт может объясняться биохимическими особенностями синтеза и метаболизма этих компонентов в отдельных структурных элементах виноградной грозди.

### Выводы

Полифенолы сусла, водно-этанольных экстрактов выжимки, гребней, семян виноградной грозди, исследованных белых и красных сортов винограда технологической зрелости представлены флавоноидными и нефлавоноидными мономерами, проантоцианидинами олигомерной и полимерной структуры, при этом большую часть комплекса фенольных веществ (88,7-94,1%) составляют проантоцианидины. Содержание полифенолов в сусле виноградной ягоды многократно уступает концентрациям фенольных веществ в равновесных водно-этанольных экстрактах выжимок, гребней, семян, что свидетельствует о преимущественной локализации комплекса полифенолов в твердых частях виноградной грозди. Показатель суммарной концентрации водорастворимых антиоксидантов в исследованных экстрактах определяется, по-видимому, содержанием олигомерных и полимерных проантоцианидинов, демонстрирующими максимальные положительные коэффициенты корреляции (0,981-0,999,  $p \leq 0,05$ ) с содержанием антиоксидантов, и суммарная доля проантоцианидинов в экстрактах выжимки, гребней и семян составляет от 92 до 96%.

Технологический запас фенольных веществ в выжимках, гребнях, семенах, извлекаемый одностадийной водно-этанольной экстракцией при высоком показателе антиоксидантной активности, позволяет применять твердые части виноградной грозди исследованных сортов как возобновляемый надежный источник полифенолов для производства на их основе функциональных пищевых продуктов.

### Источник финансирования

Работа выполняется в рамках государственного задания № 0833-2019-0023.

### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0023.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

- Kubyshkin A.V., Ogaï Yu., Fomochkina I., Chernousova I., Zaitsev G., Shramko Yu.I. Polyphenols of red grape wines and alcohol-free food concentrates in rehabilitation technologies. Polyphenols: Open access peer-reviewed edited volume. London. IntechOpen. 2018:99-120. DOI 10.5772/intechopen.76655.
- Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Огай Ю.А., Меледина Т.В., Маркосов В.А., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И. Исследование фенольного состава и антиоксидантной активности игристых вин // Виноделие и виноградарство. 2017;5:11-16.
- Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Огай Ю.А., Фомочкина И.И., Шрамко Ю.И. Исследование биологической активности игристого вина *in vitro*, *in vivo* // Фенольные соединения: свойства, активность, инновации: Сборник научных статей по материалам X Международного симпозиума. Москва. Press-book.ru. 2018:545-550.
- Загайко А.Л., Красильникова О.А., Кравченко А.Б., Волощенко М.В., Огай Ю.А., Соловьёва Л.М., Мизин В.И., Богачев И.В. Биологические активные вещества винограда и здоровье: Монография / Под общ. ред. Загайко А.Л. Харьков: Форт. 2012:1-404.
- Агеева Н.М., Маркосов В.А., Губляя Р.В. Биологическая ценность виноградных вин // Виноделие и виноградарство. 2008;3:24-25.
- Алейникова Г.Ю., Белякова Е.А., Гугучкина Т.И., Панкин М.И. Фенольный комплекс и антиоксидантная активность красных сухих вин российских и зарубежных производителей (комплексная оценка и сравнение) // Виноделие и виноградарство. 2007;4:10-11.
- Положишникова М.А., Перельгин О.Н. Определение биологической ценности и идентификация красных виноградных вин по содержанию флавонолов и фенолкарбоновых кислот // Виноделие и виноградарство. 2005;6:22-24.
- Silva R.F.M., Pogacnik L. Polyphenols from food and natural products: Neuroprotection and safety. Antioxidants. 2020;9(1):61. DOI 10.3390/antiox9010061.
- Spigno G., Marinoni L., Garrido G.D. State of the art in grape processing by-products. In the Handbook of Grape Processing By-Products. Ed. Galanakis C.M. Cambridge: Academic Press. 2017:1-27.
- García-Lomillo J., González-SanJosé M.L. Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2017;16:3-22.
- Barba F.J., Zhu Z., Koubaa M., Sant'Ana A.S., Orlie V. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. Trends Food Sci. Technol. 2016;49:96-109. DOI 10.1016/j.tifs.2016.01.006.
- Barros A., Gouvinhas I., Machado N., Pinto J., Cunha M., Rosa E., Domínguez-Perles R. New grape stems-based liqueur: Physicochemical and phytochemical evaluation. Food Chem. 2016;190:896-903.
- Miljić U., Puškaš V., Vucurovic V., Razmovski R. Acceptability of wine produced with an increased content of grape seeds and stems as a functional food. J. Inst. Brew. 2014;120:149-154.
- Teixeira A., Baenas N., Dominguez-Perles R., Barros A., Rosa E., Moreno D.A., Garcia-Viguera C. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: A review. Int. J. Mol. Sci. 2014;15:15638-15678.
- Bhise S., Kaur A., Gandhi N., Gupta R. Antioxidant property and health benefits of grape by-products. J. Post Harvest Technol. 2014;2:1-11.
- Yu J., Ahmedna M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. Int. J. Food Sci. Technol. 2013;48:221-237.
- Fernández-Mar M.I., Mateos R., García-Parrilla M.C., Puertas B., Cantos-Villar E. Bioactive compounds in wine: Resveratrol, hydroxytyrosol and melatonin: A review. Food Chem. 2012;130:797-813.
- Агеева Н.М., Тихонова А.Н., Бирюкова С.А., Глоба Е.В. Study of phenolic compounds and lipids of grape pomace. E3s Web of Conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021). Krasnodar. 2021:05018. DOI 10.1051/e3sconf/202128505018.
- Агеева Н.М., Маркосов В.А., Ильина И.А., Дергунов А.В. Фенольные соединения красных сортов винограда, произрастающих в Краснодарском крае // Химия растительного сырья. 2021;2:201-208. DOI 10.14258/jcrpm.2021027427.
- Агеева Н.М., Прах А.В., Бирюкова С.А. Исследование фенольных соединений красных столовых виноградарств, произведенных из различных сортов винограда // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра

- садоводства, виноградарства, виноделия. 2018;15:135-140. DOI 10.30679/2587-9847-2018-15-135-140.
21. Kiselev K.V., Aleynova O.A., Grigorchuk V.P., Dubrovina A.S. Stilbene accumulation and expression of stilbene biosynthesis pathway genes in wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr. *Planta*. 2017;245(1):151-159. DOI 10.1007/s00425-016-2598-z.
22. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Вьюгина М.А. Сравнительный анализ сортов винограда как источников биологически активных соединений стилибеноидов и флавонолов // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(1):45-49. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10111.
23. Levchenko S., Volynkin V., Likhovskoi V., Vasylyk I., Ostroukhova E., Vasylyk A., Ryff I., Berezovskaya S., Boyko V., Belash D. The profile of the phenolic components of grape cultivars of a complex genetic structure. *Acta Horticulturae*. 2021;1307:391-398. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1307.59.
24. Ostroukhova E., Levchenko S., Likhovskoi V., Volynkin V., Peskova I., Vasylyk I. The dynamics of the phenolic complex of grapes during ripening: Comparison of Crimean autochthonous and classical cultivars. *Acta Horticulturae*. 2019;1259:105-113. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.18.
25. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Кречетова В.В. Особенности изменения фенольного комплекса винограда сортов селекции института «Магарач» в системе «виноград-виноматериал-игристое вино» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(4):91-93.
26. Модонкаева А.Э., Бойко В.А., Сластия Е.А., Аппазова Н.Н. Сортвые особенности качественного и количественного состава фенольных веществ основных вегетативных органов виноградного куста // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2012;2:11-14.
27. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище Р 4.1.1672. Москва. Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004:1-180.
28. Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Федина П.А., Немзер Б.В. Методы определения антиоксидантной активности пищевых продуктов и БАДов // Мир измерений. 2012;1:30-35.
29. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin SD., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environment. *Int. J. Mol. Sci.* 2013;14(9):18711-39. DOI 10.3390/ijms140918711.
30. Anastasiadi M., Pratsinis H., Kletsas D., Skaltsounis A.L., Haroutounian S.A. Bioactive noncoloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: evaluation of the antioxidant activities of their extracts. *Food Research International*. 2010;43:805-813. DOI 10.1016/j.foodres.2009.11.017.
31. Perestrelo R., Lu Y., Santos S.A.O., Armando J.D., Silvestre A.J.D., Carlos P., Neto C.P., Camara J.S., Rocha S.M. Phenolic profile of Sercial and Tinta Negra *Vitis vinifera* L. grape skins by HPLC-DAD-ESI-MSn. Novel phenolic compounds in *Vitis vinifera* L. grape. *Food Chemistry*. 2012;135:94-104.
32. Маркосов В.А., Агеева Н.М. Биохимия, технология и медико-биологические особенности красных вин. Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. 2008:1-224.
33. Агеева Н.М., Гонтарева Е.Н., Бирюкова С.А. Исследование фенольных соединений красных столовых вин, произведенных предприятиями Краснодарского края // Современные научные исследования и разработки. 2017;2(1):18-21.
34. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Сони́на Е.Г., Верик Г.Н. Исследование органолептических особенностей и физико-химические свойства красных крепленых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2010;2:20-22.
35. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Рыбалко Е.А., Твардовская Л.Б. Влияние климатических факторов на технологические характеристики винограда красных сортов, произрастающих в различных регионах Республики Крым // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;2:28-31.
36. Soobrattee M.A., Neergheen V.S., Luximon-Ramma A., Aruoma O.I., Bahorun T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions, Mutation Research. *Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. 2005;579(1-2):200-213. DOI 10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023.

## References

1. Kubyshekin A.V., Ogai Yu., Fomochkina I., Chernousova I., Zaitsev G., Shramko Yu.I. Polyphenols of red grape wines and alcohol-free food concentrates in rehabilitation technologies. *Polyphenols: Open access peer-reviewed edited volume*. London. IntechOpen. 2018:99-120. DOI 10.5772/intechopen.76655.
2. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Grishin Yu.V., Ogai Yu.A., Meledina T.V., Markosov V.A., Ageeva N.M., Guguchkina T.I. Research of phenolic composition and antioxidant activity of sparkling wines. *Winemaking and Viticulture*. 2017;5:11-16 (in Russian).
3. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Ogai Yu.A., Fomochkina I.I., Shramko Yu.I. Research of biologic activity of sparkling wine in vitro, in vivo. Phenolic compounds: fundamental and applied aspects: Collection of scientific articles based on the documents of X International symposium. Moscow. Press-book.ru. 2018:545-550 (in Russian).
4. Zagayko A.L., Krasilnikova O.A., Kravchenko A.B., Voloshchenko M.V., Ogai Yu.A., Solovyova L.M., Mizin V.I., Bogadelnikov I.V. Biological active substances of grapes and health: Monograph. Under the general editorship of Zagayko A.L. Kharkov: Fort. 2012:1-404 (in Russian).
5. Ageyeva N.M., Markosov V.A., Gubliya R.V. Biological value of grape wines. *Winemaking and Viticulture*. 2008;3:24-25 (in Russian).
6. Aleynikova G.Yu., Belyakova Ye.A., Guguchkina T.I., Pankin M.I. Phenolic complex and antioxidant activity of red dry wines of Russian and foreign producers (comprehensive assessment and comparison). *Winemaking and Viticulture*. 2007;4:10-11 (in Russian).
7. Polozhishnikova M.A., Perelygin O.N. Determination of biological value and identification of red grape wines on the content of flavonols and phenolcarboxylic acids. *Winemaking and Viticulture*. 2005;6:22-24 (in Russian).
8. Silva R.F.M., Pogacnik L. Polyphenols from food and natural products: Neuroprotection and safety. *Antioxidants*. 2020;9(1):61. DOI 10.3390/antiox9010061.
9. Spigno G., Marinoni L., Garrido G.D. State of the art in grape processing by-products. In the *Handbook of Grape Processing By-Products*. Ed. Galanakis C.M. Cambridge: Academic Press. 2017:1-27.
10. García-Lomillo J., González-SanJosé M.L. Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2017;16:3-22.
11. Barba F.J., Zhu Z., Koubaa M., Sant'Ana A.S., Orlie V. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2016;49:96-109. DOI 10.1016/j.tifs.2016.01.006.
12. Barros A., Gouvinhas I., Machado N., Pinto J., Cunha M., Rosa E., Domínguez-Perles R. New grape stems-based liqueur: Physicochemical and phytochemical evaluation. *Food Chem.* 2016;190:896-903.
13. Miljić U., Puškaš V., Vucurovic V., Razmovski R. Acceptability of wine produced with an increased content of grape seeds and stems as a functional food. *J. Inst. Brew.* 2014;120:149-154.
14. Teixeira A., Baenas N., Dominguez-Perles R., Barros A., Rosa E., Moreno D.A., Garcia-Viguera C. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: A review. *Int. J. Mol. Sci.* 2014;15:15638-15678.

15. Bhise S., Kaur A., Gandhi N., Gupta R. Antioxidant property and health benefits of grape by-products. *J. Post Harvest Technol.* 2014;2:1-11.
16. Yu J., Ahmedna M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2013;48:221-237.
17. Fernández-Mar M.I., Mateos R., García-Parrilla M.C., Puertas B., Cantos-Villar E. Bioactive compounds in wine: Resveratrol, hydroxytyrosol and melatonin: A review. *Food Chem.* 2012;130:797-813.
18. Ageeva N.M., Tikhonova A.N., Biryukova S.A., Globa E.V. Study of phenolic compounds and lipids of grape pomace. E3s Web of Conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021). Krasnodar. 2021:05018. DOI 10.1051/e3sconf/202128505018.
19. Ageeva N.M., Markosov V.A., Ilyina I. A., Dergunov A.V. Phenolic compounds of red grape varieties growing in the Krasnodar territory. *Chemistry of plant raw material.* 2021;2:201-208. DOI 10.14258/jcprm.2021027427 (in Russian).
20. Ageeva N.M., Prakh A.V., Biryukova S.A. Study of phenolic compounds of red table wine materials produced from various grape varieties. *Scientific works of NCF SCHVW.* 2018;15:135-140. DOI 10.30679/2587-9847-2018-15-135-140 (in Russian).
21. Kiselev K.V., Aleynova O.A., Grigorichuk V.P., Dubrovina A.S. Stilbene accumulation and expression of stilbene biosynthesis pathway genes in wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr. *Planta.* 2017;245(1):151-159. DOI 10.1007/s00425-016-2598-z.
22. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Vyugina M.A. Comparative analysis of grape cultivars as sources of biologically active compounds: stilbenoids and flavonols. *Achievements of Science and Technology of AIC.* 2019;33(1):45-49. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10111 (in Russian).
23. Levchenko S., Volynkin V., Likhovskoi V., Vasylyk I., Ostroukhova E., Vasylyk A., Ryff I., Berezovskaya S., Boyko V., Belash D. The profile of the phenolic components of grape cultivars of a complex genetic structure. *Acta Horticulturae.* 2021;1307:391-398. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1307.59.
24. Ostroukhova E., Levchenko S., Likhovskoi V., Volynkin V., Peskova I., Vasylyk I. The dynamics of the phenolic complex of grapes during ripening: Comparison of Crimean autochthonous and classical cultivars. *Acta Horticulturae.* 2019;1259:105-113. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.18.
25. Makarov A.S., Yalaneskiy A.Ya., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Krechetova V.V. Particularities of change in the phenolic complex of grapes of the institute Magarach selective breeding in the system of grapes-base wine-sparkling wine. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2018;20(4):91-93 (in Russian).
26. Modonkaieva A.E., Boiko V.A., Slastia Ye. A., Appazova N.N. A study of phenolics of table grapes during vegetation. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2012;2:11-14 (in Russian).
27. Guideline for methods of quality control and safety of biologically active dietary supplements. *Guideline P 4.1.1672.* Moscow. 2004:1-180 (in Russian).
28. Yashin A.Ya., Yashin Ya.I., Chernousova N.I., Fedina P.A., Nemzer B.V. Methods of determination the antioxidant activity of food products and dietary supplement. *Measurements World.* 2012;1:30-35 (in Russian).
29. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environment. *Int. J. Mol. Sci.* 2013;14(9):18711-39. DOI 10.3390/ijms140918711.
30. Anastasiadi M., Pratsinis H., Kletsas D., Skaltsounis A.L., Haroutounian S.A. Bioactive noncoloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: evaluation of the antioxidant activities of their extracts. *Food Research International.* 2010;43:805-813. DOI 10.1016/j.foodres.2009.11.017.
31. Perestrello R., Lu Y., Santos S.A.O., Armando J.D., Silvestre A.J.D., Carlos P., Neto C.P., Camara J.S., Rocha S.M. Phenolic profile of Sercial and Tinta Negra *Vitis vinifera* L. grape skins by HPLC-DAD-ESI-MSn. *Novel phenolic compounds in Vitis vinifera* L. grape. *Food Chemistry.* 2012;135:94-104.
32. Markosov V.A., Ageyeva N.M. Biochemistry, technology and medical-biological peculiarities of red wines. *Krasnodar. NCF SCHVW.* 2008:1-224 (in Russian).
33. Ageeva N.M., Gontareva Ye.N., Biryukova S.A. Research of phenolic compounds of red table wines produced by enterprises in Krasnodar Krai. *Current scientific research and development.* 2017;2(1):18-21 (in Russian).
34. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Sonina Ye.G., Verik G.N. Research of organoleptic peculiarities and physical and chemical properties of red fortified wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2010;2:20-22 (in Russian).
35. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Rybalko Ye.A., Tvardovskaya L.B. Influence of climatic factors on the technological characteristics of red grape varieties growing in different regions of the Republic of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2015;2:28-31 (in Russian).
36. Soobrattee M.A., Neergehen V.S., Luximon-Ramma A., Aruoma O.I., Bahorun T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions, Mutation Research. *Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis.* 2005;579(1-2):200-213. DOI 10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023.

## Информация об авторах

**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, науч. сотр. лаборатории аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий, e-мэйл: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>;

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

**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. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, e-мэйл: luda\_magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9038-4217>.

## Information about authors

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

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

**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>;

**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>.

Статья поступила в редакцию 23.04.2022, одобрена после рецензии 05.05.2022, принята к публикации 20.05.2022