

УДК 634.8 : 663.2

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КРАСНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

© *Н.М. Агеева**, *В.А. Маркосов*, *И.А. Ильина*, *А.В. Дергунов*

*Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия, ул. 40 лет Победы, 39, Краснодар, 350901,
(Россия), e-mail: ageyeva@inbox.ru*

Представлены экспериментальные данные о содержании фенольных соединений в ягодах (сусле) винограда классических *Vitis vinifera* и гибридных сортов, произрастающих в различных почвенно-климатических зонах Краснодарского края. Показано, что технологический запас фенольных соединений варьирует в широких пределах – от 5420 до 7360 мг/дм³ в зависимости от сорта винограда и места его произрастания. При этом в гибридных сортах накопление суммы полифенолов выше, чем в классических. По технологическому запасу ФС исследованные сорта можно расположить в следующий ряд: Голубок > Красностоп анапский > Гармония > Алькор, Саперави. На примере сорта Каберне-Совиньон показано влияние места произрастания винограда на технологический запас полифенолов: наибольшее количество суммы фенольных соединений было обнаружено в винограде АФ «Мысхако», где отмечена наибольшая сумма активных температур. В хозяйствах Темрюкского района получены близкие результаты. Наибольшее количество стильбена ресвератрола, фенолокислот, в том числе хлорогеновой, галловой, выявлено в сусле сорта винограда Каберне-Совиньон, произрастающем в АФ «Мысхако» и АЗОС ВиВ. Установлена идентичность качественного состава фенольного комплекса всех исследованных сортов винограда, включая гибриды. В исследуемых сортах винограда мономеры флавоноидов представлены антоцианами, кверцетином, (+)-D-катехином, (-)-эпикатехином. Среди мономерных нефлавоноидов определены оксикислоты, среди олигомерных полифенолов найдены олигомерные процианидины В1, В2, В3, представляющие собой конденсированные производные катехина.

Ключевые слова: виноград, красные сорта, фенольные соединения, технологический запас, катехины, процианидины, антоцианы, фенолокислоты.

Введение

Интерес к красным сортам винограда и производимой из него продукции не случаен: природные полифенолы винограда – флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, антоцианы, процианидины – являются активными и незаменимыми компонентами клеточного обмена и метаболизма организма человека [1, 2]. Широкий спектр биологической активности суммарных полифенолов винограда связан с антиоксидантными свойствами основных групп полифенолов красного винограда, обеспечивающих поглощение свободных радикалов, стабилизацию коллагена в артериальных стенках, ингибирование локализованных гистаминных образований в артериях, ускорение удаления холестерина, защиту организма от окисления и пр. [3–6]. Поэтому продукты переработки красных сортов винограда широко востребованы в лечении ряда сложных заболеваний [7, 8]. Биосинтез растением фенольных соединений (ФС) в винограде обычно рассматривается

Агеева Наталья Михайловна – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник,
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Маркосов Владимир Арамович – доктор технических наук, старший научный сотрудник,
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Ильина Ирина Анатольевна – доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе,
e-mail: iailyna@gmail.com

Дергунов Александр Вячеславович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник, e-mail: davych@list.ru

как физиологический ответ растения на внешние стрессоры. Известно, что растительные клетки реагируют на механические повреждения, гибридизацию или проникновение патогенов повышением активности фенилаланинаммиак-лиазы, 4-гидроксисилазы транскоричной кислоты, пероксидазы и других ферментов. Это сопровождается «вспышкой» новообразования фенольных соединений. Связыва-

* Автор, с которым следует вести переписку.

ясь с нефенольными полимерами клеточных стенок, лигнин и оксикоричные кислоты способствуют их упрочнению и таким образом препятствуют проникновению патогенов, а также неконтролируемой потере воды [9–11].

Технологический запас полифенолов, представляющий собой их суммарную концентрацию в кожице винограда, существенно зависит от ряда факторов: природно-климатических и почвенных условий, места произрастания и сорта винограда. Учитывая большие различия в накоплении полифенолов, актуальными являются сравнительные исследования содержания фенольных соединений в винограде, произрастающем в различных почвенно-климатических зонах Краснодарского края, обобщение и анализ результатов которых позволит расширить знания в области пищевой химии с целью их применения в санаторно-курортном лечении.

Цель работы – сравнительное определение полифенолов в ягодах и сусле красных сортов винограда, произрастающих на территории Краснодарского края.

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследований использовали сусли и ягоды красных сортов винограда, произрастающих в различных хозяйствах Анапского (Анапская зональная опытная станция, АЗОС ВиВ), Темрюкского (АФ «Южная» и «Фанагория») и Новороссийского районов (АФ «Мысхако») Краснодарского края: классические европейские сорта *Vitis vinifera* – Каберне-Совиньон, Каберне фран, Мерло, Саперави, Цимлянский черный (аборигенный донской сорт); клоны, межвидовые и внутривидовые гибриды – Красностоп анапский (клонная селекция сорта Красностоп золотовский), Гранатовый (Саперави х Каберне-Совиньон), Алькор (Серексия х Каберне-Совиньон), Голубок (Каберне Совиньон х Аликант х Буше). Пробы винограда отбирали при одинаковой зрелости ягод: массовая концентрация сахаров составляла 23–25 г/100 см³.

Для получения сусла виноград дробили, полученную мезгу настаивали при температуре 60–65 °С в течение 6 часов с целью выделения фенольных соединений из кожицы, после чего прессовали.

Технологический запас полифенолов (наблюдения и аналитические исследования проводили в течение 5 лет) в ягодах винограда определяли по общепринятой в виноделии методике [12]. Анализ проводили в трех повторностях. Стандартное отклонение результатов измерений составило не более 5%.

Суммарную концентрацию фенольных соединений определяли колориметрическим методом с применением реактива Фолина-Чокальтеу. Качественное и количественное определение полифенолов проводили методом ВЭЖХ с использованием хроматографической системы Agilent Technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором. Для разделения использовали хроматографическую колонку Zorbax SB-C18 размером 2.1 × 150 мм, заполненную силикагелем с привитой октадецилсилильной фазой с размером частиц сорбента 3.5 мкм. Элюирование проводили в градиентном режиме. Скорость потока элюента 0.25 мл/мин. Для построения градиента использовали: раствор А – метанол; раствор В – 0.6%-ный водный раствор трифторуксусной кислоты. Объем вводимой пробы составлял 1 мкл. Хроматограммы регистрировали по оптическому поглощению элюата 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. Идентификацию отдельных компонентов производили по их спектральным характеристикам и времени удерживания пика. Сопоставление спектральных характеристик пиков проводили со спектрами индивидуальных веществ, данными литературных источников [13, 14] и библиотеки спектров. Расчет количественного содержания индивидуальных компонентов производили с использованием градуировочных графиков зависимости площади пика от концентрации вещества, построенных по растворам индивидуальных веществ.

Прямое определение массовой концентрации никотиновой, оротовой, хлорогеновой, кофейной, галловой, протокатеховой кислот, виноматериалах проводили методом капиллярного электрофореза с использованием прибора «Капель-103Р» [13], который оборудован ультрафиолетовым детектором, с длиной волны лампы 254 нм и следующими характеристиками: кварцевый капилляр, длиной 0.5 м до детектора, внутренним диаметром 75×10⁻⁶ м; регулируемый источник высокого напряжения положительной полярности 3–25 кВ; пневматический и электрокинетический ввод пробы; принудительное воздушное охлаждение капилляра; буферный раствор на основе борной кислоты; время выхода компонентов, мин: хлорогеновой – 14.5; никотиновой – 15.5; оротовой – 17.6; кофейной – 20.5; галловой – 22; протокатеховой – 24; транс-ресвератрола – 8.0, мальвидин-3,5-дигликозид – 9.5; вывод и обработка результатов на компьютере.

Лабораторные исследования проведены на базе ЦКП «Приборно-аналитический» и научного центра «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Обсуждение результатов

В таблице 1 представлены средние данные о технологическом запасе ФС в различных красных сортах винограда за 5 лет наблюдений, характеризовавшиеся различными погодными условиями – суммой активных температур, количеством осадков.

Проведенные исследования показали, что технологический запас ФС зависит как от сорта винограда, так и от места его произрастания. Особенность селекции, в том числе клоновой, красных сортов винограда заключается в создании сортов с интенсивной окраской. Проведенные исследования показали, что наибольший технологический запас суммы ФС отмечен в гибридных сортах Голубок, Красностоп анапский, Алькор, а также в сорте Саперави. П. Рибери-Гайон еще в 70–80-е годы прошлого столетия сделал заключение, что ФС и особенно антоцианы относятся к тем компонентам винограда, которые больше всего подвержены влиянию климатических условий года [1, 12]. В связи с этим становится понятным существенный разброс данных по технологическому запасу ФС в пределах одного сорта винограда, но выращенного в различных территориально расположенных хозяйствах.

На примере сорта Каберне-Совиньон можно отметить влияние места произрастания винограда на технологический запас полифенолов: наибольшее количество суммы ФС было в винограде АФ «Мысхако», где отмечена наибольшая сумма активных температур (свыше 3700 °С против 3400 °С – в Темрюкском районе) и большее среднегодовое количество осадков (700–800 мм против 350–400 мм – в Темрюкском районе). В хозяйствах Темрюкского района получены близкие результаты. В целом, по технологическому запасу ФС исследованные сорта можно расположить в следующий ряд: Голубок > Красностоп анапский > Гармония > Алькор, Саперави. Эти сорта винограда, а также Каберне-Совиньон (АФ «Мысхако» и «Фанагория») могут быть рекомендованы для употребления в свежем виде и производства продукции – соков, вин, экстрактов – с высокой концентрацией фенольных соединений с целью последующего их применения для санаторно-курортного лечения.

Проведен сравнительный анализ биологически ценных компонентов в сусле из сортов винограда Каберне-Совиньон и Мерло – никотиновой, оротовой, кофейной, протокатеховой, галловой, хлорогеновой, салициловой и бензойной кислот, а также транс-ресвератрола.

Интерес к природным фенолокислотам красного винограда не случаен: никотиновая (витамин РР) участвует в процессах клеточного дыхания, окисления углеводов, регуляции деятельности нервной системы, обмена белков и холестерина; оротовая – стимулирует белковый обмен в растительных и животных клетках; кофейная и протокатеховая – активно участвуют в реакциях цис-транс-изомеризации; галловая кислота обуславливает вкус винограда и продуктов его переработки; салициловая и бензойная – обладают антисептическим действием; хлорогеновая кислота винограда влияет на метаболизм виноградного растения.

Таблица 1. Технологический запас фенольных соединений в красных сортах винограда Краснодарского края

Сорт винограда	Хозяйство	Технологический запас ФС, мг/дм ³
Темрюкский район		
Голубок	АФ «Южная»	7360±85
Алькор	АФ «Южная»	6680±110
Саперави	АФ «Южная»	6680±110
Каберне-Совиньон	АФ «Южная»	5720±86
Мерло	АФ «Южная»	5100±67
Саперави	АФ «Фанагория»	6560±82
Каберне-Совиньон	АФ «Фанагория»	5830±94
Мерло	АФ «Фанагория»	5230±77
Цимлянский черный	АФ «Фанагория»	5930±86
Анапский район		
Красностоп анапский	АЗОС ВиВ	6950±65
Гармония	АЗОС ВиВ	6780±60
Каберне фран	АЗОС ВиВ	6230±68
Новороссийский район		
Каберне-Совиньон	АФ «Мысхако»	6050±56
Мерло	АФ «Мысхако»	5420±48

Большинство специалистов полагает, что как кардиопротекторный, так и антиканцерогенный эффекты красных сортов винограда и продуктов их переработки во многом определяются присутствием в них стилбена *транс*-ресвератрола [16, 17]. Воздействуя на сеть процессов сигнальной трансдукции, *транс*-ресвератрол ингибирует продукцию радикалов и пероксидов, активирует ряд протеиназ, а циклинзависимые киназы угнетает, ингибирует ферменты – участники продукции провоспалительных цитокинов. *Транс*-ресвератрол, строго говоря, фенольным соединением не является. Это тригидроксистилбен, с фенолами его сближают наличие трех гидроксильных групп, а также системы сопряженных двойных связей. *Транс*-ресвератрол синтезируется в винограде в ответ на атаку патогенных грибов (*Botrytis* и др.) и представляет собой растительный антибиотик – фитоалексин, который не служит необходимым звеном метаболизма винограда [18, 19].

Полученные данные (табл. 2) свидетельствуют о том, что количество определяемых компонентов существенно меняется как в зависимости от сорта винограда, так и места его произрастания. Наибольшее количество *транс*-ресвератрола выявлено в сусле сорта винограда Каберне-Совиньон, произрастающем в АФ «Мысхако» и АЗОС ВиВ.

Мощный антиоксидант и антисептик хлорогеновая кислота (сложный эфир кофейной (3,4-дигидроксикоричной кислоты) [20, 21] является одной из самых высокоактивных фенольных ловушек для свободных радикалов из обнаруженных в растениях и прерывает реакцию самоокисления пищевых компонентов в продукте питания. Ее концентрация в сусле варьировала в широких пределах – от 10.64 мг/дм³ у Мерло до 28.08 мг/дм³ – у Каберне-Совиньон. При этом наибольшее накопление хлорогеновой кислоты было в сусле сорта винограда Каберне-Совиньон, произрастающего в Анапском и Новороссийском районах.

Результаты исследований показали варьирование концентрации никотиновой кислоты в зависимости от сорта винограда; при этом место его произрастания не оказало существенного влияния.

Концентрация кофейной кислоты в пределах сорта винограда имеет близкие величины.

Наибольшее влияние на содержание галловой и протокатеховой кислот оказал сорт винограда: их концентрация в сусле Каберне-Совиньон была более чем в 2 раза выше в сравнении с Мерло.

Иная тенденция характерна для салициловой и бензойной кислот: в соке сорта винограда Мерло их накопление было выше в сравнении с Каберне-Совиньон.

Большой представляет интерес экспериментальные данные о компонентном составе фенольного комплекса в сусле из различных сортов винограда в условиях одной и той же местности (в эксперименте АЗОС ВиВ, Анапский район), позволяющие оценить роль сортовых особенностей (табл. 3). В исследуемых сортах винограда мономеры флавоноидов представлены антоцианами, кверцетином, (+)-D-катехином, (-)-эпикатехином. Среди мономерных нефлавоноидов определены оксикислоты, среди олигомерных полифенолов найдены олигомерные процианидины В1, В2, В3, представляющие собой конденсированные производные катехина.

Проведенные исследования показали идентичность качественного состава фенольного комплекса всех исследованных сортов винограда, включая гибриды. Исключение составляет сорт Мерло, в сусле которого не идентифицированы дельфинидин-3-О-(6'-ацетил-гликозид) и дельфинидин-3-О-(6'-*n*-кумароил-гликозид), входящие в состав антоцианов. Следует отметить различие в количестве О-гликозидов, входящих в состав антоцианов – красящих веществ винограда. Их концентрация имела наибольшие значения в сусле сортов винограда Красностоп анапский и Гармония, далее следуют Каберне фран и Саперави.

Таблица 2. Биологически ценные компоненты красных сортов винограда

Компонент	Сорт винограда, место произрастания					
	Каберне-Совиньон			Мерло		
	агрофирма		АЗОС ВиВ	агрофирма		АЗОС ВиВ
	Южная	Мысхако		Южная	Мысхако	
Ресвератрол	6.02	12.32	11.28	3.47	7.86	7.56
Мальвидин-3,5-дигликозид	3.28	3.23	4.15	3.28	3.56	3.50
Фенолокислоты						
Хлорогеновая	14.42	28.08	18.16	10.64	16.26	16.56
Никотиновая	8.08	8.34	8.46	4.28	4.42	4.50
Оротовая	29.32	30.30	31.34	27.34	28.42	28.12
Кофейная	4.84	5.33	5.24	3.45	3.76	3.92
Галловая	112.6	118.7	132.8	42.66	54.22	92.36
Протокатеховая	3.65	4.92	5.35	0.87	1.06	3.96
Салициловая	3.12	8.23	10.35	4.08	9.26	16.4
Бензойная	5.25	12.45	16.70	5.64	12.80	18.43

Катехины действуют так же, как перехватчики радикалов окиси азота [22], защищая от пероксинитри-топосредованного нитрования и окисления [23]. In vitro катехины успешно перехватывают стабильные радикалы 1,1-дифенил-2-пикрилгидразила (ДФПГ) и АВТS. Существенно различие между сортами по концентрации катехинов, особенно (+)-D-Катехина (наиболее восстановленная форма полифенолов винограда), ингибирующих липопероксидацию и активность лактатдегидрогеназы [24, 25]. В сусле сортов Красностоп анапский, Гармония и Саперави содержание (+)-D-Катехина было более чем в два раза больше, чем в других сортах.

Содержание антоцианов в винограде зависит от энергии фотосинтеза, определяемой интенсивностью освещения листьев. Поэтому накопление антоцианов происходит в винограде разных сортов неодинаково и зависит от сорта винограда и условий его произрастания. В исследуемых сортах винограда антоцианы представлены гликозидами дельфинидина, цианидина, петунидина, пеонидина, мальвидина, концентрации которых варьировали в достаточно широком диапазоне. Сравнительный анализ показал, что наибольшее суммарное количество антоцианов было в сусле сортов Гармония и Красностоп анапский.

Таблица 3. Компонентный состав фенольного комплекса в сусле различных сортов винограда

Наименование компонента	Массовая концентрация компонента, мг/дм ³					
	Саперави	Каберне-Совиньон	Мерло	Каберне фран	Красностоп анапский	Гармония
Галловая кислота	128.1	113.2	93.2	108.3	146.8	132.4
(+)-D-Катехин	179.1	96.8	66.8	74.6	202.6	186.2
(-)-Эпикатехин	90.1	76.9	57.9	81.0	92.3	87.8
Сиреневая кислота	10.6	8.7	8.7	13.7	9.4	18.4
Кафтаровая кислота	44.6	14.6	12.6	28.9	12.6	9.8
Каутаровая кислота	17.5	12.7	9.7	13.3	9.3	8.7
<i>n</i> -Кумаровая кислота	2.5	2.7	1.4	1.8	0.8	нет
Кверцетин-3-О-гликозид	7.8	4.8	3.6	8.2	8.7	11.6
Кверцетин	1.4	0.8	0.7	1.2	3.8	3.2
Дельфинидин-3,5-О-дигликозид	0.6	0.3	0.3	0.6	0.7	0.9
Цианидин-3,5-О-дигликозид	1.8	1.3	0.7	1.9	1.9	2.0
Петунидин-3,5-О-игликозид	0.6	0.6	0.3	1.3	3.2	2.6
Дельфинидин-3-О-гликозид	4.5	0.9	0.5	3.7	2.8	2.6
Пеонидин-3,5-О-дигликозид	0.5	1.0	0.6	1.1	1.1	1.4
Мальвидин-3,5-О-дигликозид	1.4	6.3	6.3	0.9	8.6	7.5
Цианидин-3-О-гликозид	0.5	0.3	0.1	0.7	1.2	1.0
Петунидин-3-О-гликозид	14.9	4.7	2.2	8.8	18.4	12.6
Пеонидин-3-О-гликозид	6.5	4.3	1.3	4.6	7.4	8.5
Мальвидин-3-О-гликозид	13.1	12.9	10.3	14.2	15.7	13.4
Дельфинидин-3-О-(6'-ацетил-гликозид)	4.2	1.7	нет	3.5	5.2	6.7
Цианидин-3-О-(6'-ацетил-гликозид)	1.1	1.8	1.0	2.4	2.7	3.4
Петунидин-3-О-(6'-ацетил-гликозид)	5.2	2.8	0.8	5.7	5.6	6.0
Дельфинидин-3-О-(6'- <i>n</i> -кумароил-гликозид)	0.8	0.5	нет	1.2	2.1	2.4
Пеонидин-3-О-(6'-ацетил-гликозид)	3.9	1.2	1.0	1.6	5.7	3.3
Мальвидин-3-О-(6'-ацетил-гликозид)	55.0	44.1	34.7	56.2	58.2	55.5
Цианидин-3-О-(6'- <i>n</i> -кумароил-гликозид)	0.5	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7
Петунидин-3-О-(6'- <i>n</i> -кумароил-гликозид)	0.7	0.1	0.1	0.8	0.7	0.7
Пеонидин-3-О-(6'- <i>n</i> -кумароил-гликозид)	1.1	0.7	0.5	1.3	1.4	1.4
Мальвидин-3-О-(6'- <i>n</i> -кумароил-гликозид)	13.1	8.6	6.0	12.4	8.2	7.6
<i>транс</i> -ресвератрол	16.5	12.8	9.2	18.4	26.7	17.8
Процианидины						
V ₁	82.4	64.4	52.4	75.3	122.6	116.3
V ₂	32.2	27.2	27.2	29.8	44.7	36.2
V ₃	34.7	26.3	26.3	33.6	37.8	30.7

Процианидины принадлежат к группе фенольных соединений, которые еще недостаточно изучены. Известны немногочисленные работы, посвященные определению их количеств в винах различных типов [26–30]. В винограде и продуктах его переработки, вырабатываемых предприятиями Краснодарского края, процианидины исследованы лишь частично [1, 20].

Интерес к процианидинам вызван их защитной ролью в живых организмах против окислительной агрессии, в том числе при стрессах растения [26, 28]. Считается, что процианидины, как и другие фенольные

соединения, являются «компонентом местности». Однако полученные результаты показали существование различия в концентрациях всех групп процианидинов в зависимости от сорта винограда. Их наибольшее количество выявлено в сортах винограда Красностоп анапский и Гармония.

Заключение

Проведенные исследования показали существенное варьирование концентрации всех групп фенольных соединений, в том числе антиоксидантов, в винограде в зависимости от сорта и места его произрастания. Отмечено более высокое накопление антоцианов в гибридных сортах винограда.

Список литературы

1. Маркосов В.А., Агеева Н.М. Биохимия, технология и медико-биологические особенности красных вин. Краснодар, 2008. 224 с.
2. Холмгрин Е., Литвак В. Компоненты вина и здоровье // Виноделие и виноградарство. 2002. №2. С. 8–10.
3. Спрыгин В.Г., Кушнерова Н.Ф. Природные олигомерные проантоцианидины перспективные регуляторы метаболических нарушений // Вестник Дальневосточного отделения РАН. 2006. №2. С. 81–90.
4. Птицын А.В., Мухтаров Э.И., Каплун А.П., Мухтарова С.Э. Флавоноиды красного винограда *Vitis vinifera* перспективы применения в медицине и косметике // Косметика и медицина. 2005. №3. С. 18–23.
5. Brunner E.Y., Mizin V.I. Grape Polyphenols Attenuate psychological Stress // Proceedings of the Nato Advanced Research Workshop on Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and biological Agents, Crimea, Ukraine. May 15-17. 2012. P. 229.
6. Beer D., Joubert E., Gelderblom W.C.A., Manley M. Antioxidant activity of South African red and white cultivar wines and selected phenolic compounds: in vitro inhibition of microsomal lipid peroxidation // Food Chem. 2005. Vol. 90. N4. Pp. 569–577.
7. Vinson J.A., Momdaranao M.A., Shuta D.L., Baqohi M., Baqohi D. Beneficial effects of a novel 1H 636 grape seed proanthocyanidin extract and a niacin-bound chromium in a hamster atherosclerosis model // Molecular and Cellular Biochemistry. 2002. Vol. 240. Pp. 99–103.
8. Банахевич Н.В., Олийниченко Г.П., Березецкая Н.М. Использование «Эноанта» для коррекции анемий у онкологических больных (клинические исследования) // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения: труды Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского. 2005. Т. 141. №1. С. 68–75.
9. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и их роль в жизни растения // LVI Тимирязевские чтения. М., 1996. С. 45.
10. Олениченко Н.А. Фенольные соединения и устойчивость мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к низкотемпературному воздействию: дисс. ...канд. биол. наук. М., 2006. 131 с.
11. Dewick P.M. Medicinal natural products: a biosynthetic approach. N.Y.: John Wiley & Sons Ltd, 2002. 487 p.
12. Валушко Г.Г. Технология виноградных вин. Симферополь: Таврида, 2001. 624 с.
13. Liviero L., Puglisi P.P., Morazzoni P., Bombardelli E. Antimutagenic activity of procyanidins from *Vitis Vinifera* // Fitoterapia. 1994. Vol. LXV. N3. Pp. 203–209.
14. Teissedre P.L., Walzem R.L., Waterhouse A.L., German Y.B., Frankel E.N., Ebeler S.E., Clifford A.Y. Composes phenoliques du rasin, du vin et santé // Revue des oenologues. 1996. Vol. 79. Pp. 7–14.
15. Якуба Ю.Ф. Перспективы использования высокоэффективного капиллярного электрофореза // Наука Кубани. 1999. №5. С. 24–26.
16. Aqqarwal B.B., Bhardway A., Aqqarwal R.S., Seeram N.P., Shoshodia S., Takada Y. Role of resveratrol in Prevention and Therapy of Cancer Preclinical and clinical studies // Anticancer research. 2004. Vol. 24(5120-A). Pp. 3–60.
17. Zaitsev G.P., Grishin Y.V., Mosolkova V.E., Ogay Y.A. Grape Cane as a Source of Trans-Resveratrol and Trans-Viniferin in the Techology of biologically Active Compounds and Its pjsible Applications // Proceedings of the Nato Advanced Research Workshop on Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and biological Agents, Crimea. Ukraine. May 15-17, 2012. P. 241.
18. Jeandet P., Bessis R., Sbaghi M., Meumer P. Production of the Phytoalexin Resveratrol by Grapes as a Response to Botrytis Attack Under Natural Conditions // Phytopathology. 1995. Vol. 143. Pp. 135–139.
19. Барабой В.А. Фенольные соединения виноградной лозы: структура, антиоксидантная активность, применение // Биотехнология. 2009. Т. 2. №2. С. 67–75.
20. Агеева Н.М., Маркосов В.А., Гублия Р.В. Биологическая ценность виноградных вин // Виноделие и виноградарство. 2008. №3. С. 24–25.
21. Mikulič-Petkovšek M., Usenik V., Štampar F. The role of chlorogenic acid in the resistance of apples to apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wind. Aderh.) // Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljublj. Kmet. 2003. Vol. 81-2. Pp. 233–242.
22. Van Acker S.A.B.E., Tromp M.N.J.L., Haennen G.R.M.M. Flavonoids as scav engers of nitric oxide radical // Biochem. Biophys. Res. Comm. 1995. Vol. 214. Pp. 755–759.
23. Schroeder P., Zhang H., Klotz L.O. et al. Epicatechin inhibits nitration and dimer ization of tyrosine in hydrophilic as well as hydrophobic environments // Ibid. 2001. Vol. 289. Pp. 1334–1338.

24. Yokosawa T., Dong E., Nakagawa T., Kashiwagi H. In vitro and in vivo studies of the radicalscavenging activity of tea // *J. Agric. Food. Chem.* 1998. Vol. 46. Pp. 2143–2150.
25. Pannala A.S., Chan T.S., O'Brien P.J., Rice Evans C.A. Flavonoid Bring chemistry and antioxidant activity: fast reaction kinetics // *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 2001. Vol. 282. Pp. 1161–1168.
26. Gachons C.P., Kennedy J.A. Direct Method for Determining Seed and Skin Proanthocyanidin Extraction into Red Wine // *J. Agric. Food Chem.* 2003. Vol. 51. Pp. 5877–5881.
27. Dallas C., Ricardo-da-Silva J.M. Laureano O. Interaction of oligomeric procyanidins in model wine solutions containing malvidin-3-glucoside and acetalde-hyde // *J. of the Sc. of Food and Agr.* 1996. Vol. 70. N4. Pp. 493–500.
28. Zhou B., Miao Q., Yang L., Zhong-Li L. Antioxidative effects of flavonols and their glycosides against the free-radical-induced peroxidation of linoleic acid in solution and micelles // *Chemistry A European J.* 2005. Vol. 11. N2. Pp. 680–691.
29. Jorgensen E.M., Marin A.B., Kennedy J.A. Analysis of the Oxidative Degradation of Proanthocyanidins // *J. Agric. Food Chem.* 2004. Vol. 52. Pp. 2292–2296.
30. Гублия Р.В., Агеева Н.М., Маркосов В.А. Процианидины красных вин Краснодарского края и Республики Абхазия // *Виноделие и виноградарство.* 2008. №5. С. 18–19.

Поступила в редакцию 2 марта 2020 г.

После переработки 18 февраля 2021 г.

Принята к публикации 18 февраля 2021 г.

Для цитирования: 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. С. 201–208. DOI: 10.14258/jcrpm.2021027427.

*Ageeva N.M.**, *Markosov V.A.*, *Ilyina I.A.*, *Dergunov A.V.* PHENOLIC COMPOUNDS OF RED GRAPE VARIETIES GROWING IN THE KRASNODAR TERRITORY

North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, ul. 40 let Pobedy, 39, Krasnodar, 350901, (Russia), e-mail: ageyeva@inbox.ru

Experimental data on the concentration of phenolic compounds in classical *Vitis vinifera* grapes and hybrid varieties growing in various soil and climatic zones of the Krasnodar Territory are presented. It has been shown that the technological stock of phenolic compounds varies widely – from 5420 to 7360 mg / dm³, depending on the grape variety and the place of its growth. Moreover, in hybrid varieties, the accumulation of the sum of polyphenols is higher than in classical ones. according to the technological stock of PS, the studied varieties can be arranged in the following row: Golubok > Krasnostop anapsky > Harmony > Alkor, Saperavi. On the example of the Cabernet-Sauvignon variety, the influence of the place of grape growth on the technological stock of polyphenols is shown: the largest amount of the phenolic compounds was in the grapes of AF Myskhako, where the highest amount of active temperatures was noted. The farms of Temryuk district obtained close results. The largest amount of resveratrol stilbene, phenolic acids, including chlorogenic, gallic acid, was found in the must of Cabernet-Sauvignon grape variety grown in AF Myskhako and AZOS ViV. The identity of the qualitative composition of the phenolic complex of all investigated grape varieties, including hybrids, has been established. In the studied grape varieties, monomers of flavonoids are represented by anthocyanins, quercetin, (+) - D-catechin, (-) - epicatechin. Among the monomeric non-flavonoids, hydroxy acids were determined, among the oligomeric polyphenols, the oligomeric procyanidins B1, B2, B3, which are condensed derivatives of catechin, were found.

Keywords: grapes, red varieties, phenolic compounds, technological stock, catechins, procyanidins, anthocyanins, phenolic acids.

* Corresponding author.

References

1. Markosov V.A., Ageyeva N.M. *Biokhimiya, tekhnologiya i mediko-biologicheskiye osobennosti krasnykh vin*. [Biochemistry, technology and biomedical features of red wines]. Krasnodar, 2008, 224 p. (in Russ.).
2. Kholmgrin Ye., Litvak V. *Vinodeliye i vinogradarstvo*, 2002, no. 2, pp. 8–10. (in Russ.).
3. Sprygin V.G., Kushnerova N.F. *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN*, 2006, no. 2, pp. 81–90. (in Russ.).
4. Ptitsyn A.B., Mukhtarov E.I., Kaplun A.P., Mukhtarova S.E. *Kosmetika i meditsina*, 2005, no. 3, pp. 18–23. (in Russ.).
5. Brunner E.Y., Mizin V.I. *Proceedings of the Nato Advanced Research Workshop on Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and biological Agents*, Crimea, Ukraine, May 15–17, 2012, p. 229.
6. Beer D., Joubert E., Gelderblom W.C.A., Manley M. *Food Chem.*, 2005, vol. 90, no. 4, pp. 569–577.
7. Vinson J.A., Momdaranao M.A., Shuta D.L., Baqohi M., Baqohi D. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 2002, vol. 240, pp. 99–103.
8. Banakhevich N.V., Oliynichenko G.P., Berezetskaya N.M. *Problemy, dostizheniya i perspektivy razvitiya medi-kobiologicheskikh nauk i prakticheskogo zdavookhraneniya: trudy Krymskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. S.I. Georgiyevskogo*. [Problems, achievements and prospects for the development of biomedical sciences and practical health care: proceedings of the Crimean State Medical University named after S.I. Georgievsky]. 2005, vol. 141, no. 1, pp. 68–75. (in Russ.).
9. Zaprometov M.N. *LVI Timiryazevskiy chteniya*. [LVI Timiryazev readings]. Moscow, 1996, p. 45. (in Russ.).
10. Olenichenko N.A. *Fenol'nyye soyedineniya i ustoychivost' myagkoy pshenitsy (Triticum aestivum L.) k nizkotemperaturnomu vozdeystviyu: diss. ...kand. biol. nauk*. [Phenolic compounds and resistance of soft wheat (*Triticum aestivum L.*) to low-temperature impact: diss. ... Cand. biol. sciences]. Moscow, 2006, 131 p. (in Russ.).
11. Dewick P.M. *Medicinal natural products: a biosynthetic approach*. N.Y.: John Wiley & Sons Ltd, 2002, 487 p.
12. Valuyko G.G. *Tekhnologiya vinogradnykh vin*. [Grape wine technology]. Simferopol', 2001, 624 p. (in Russ.).
13. Liviero L., Puglisi P.P., Morazzoni P., Bombardelli E. *Fitoterapia*, 1994, vol. LXV, no. 3, pp. 203–209.
14. Teissedre P.L., Walzem R.L., Waterhouse A.L., German Y.B., Frankel E.N., Ebeler S.E., Clifford A.Y. *Revue des oenologues*, 1996, vol. 79, pp. 7–14.
15. Yakuba Yu.F. *Nauka Kubani*, 1999, no. 5, pp. 24–26. (in Russ.).
16. Aqqarwal B.B., Bhardway A., Aqqarwal R.S., Seeram N.P., Shoshodia S., Takada Y. *Anticancer research*, 2004, vol. 24(5120-A), pp. 3–60.
17. Zaitsev G.P., Grishin Y.V., Mosolkova V.E., Ogay Y.A. *Proceedings of the Nato Advanced Research Workshop on Advanced Bioactive Compounds Countering the Effects of Radiological, Chemical and biological Agents*, Crimea, Ukraine, May 15–17, 2012, p. 241.
18. Jeandet P., Bessis R., Sbaghi M., Meumer P. *Phytopathology*, 1995, vol. 143, pp. 135–139.
19. Baraboy V.A. *Biotehnologiya*, 2009, vol. 2, no. 2, pp. 67–75. (in Russ.).
20. Ageyeva N.M., Markosov V.A., Gubliya R.V. *Vinodeliye i vinogradarstvo*, 2008, no. 3, pp. 24–25. (in Russ.).
21. Mikulič-Petkovšek M., Usenik V., Štampar F. *Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljublj. Kmet.*, 2003, vol. 81–2, pp. 233–242.
22. Van Acker S.A.B.E., Tromp M.N.J.L., Haennen G.R.M.M. *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 1995, vol. 214, pp. 755–759.
23. Schroeder P., Zhang H., Klotz L.O. et al. *Ibid*, 2001, vol. 289, pp. 1334–1338.
24. Yokosawa T., Dong E., Nakagawa T., Kashiwagi H. *J. Agric. Food. Chem.*, 1998, vol. 46, pp. 2143–2150.
25. Pannala A.S., Chan T.S., O'Brien P.J., Rice Evans C.A. *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 2001, vol. 282, pp. 1161–1168.
26. Gachons C.P., Kennedy J.A. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, vol. 51, pp. 5877–5881.
27. Dallas C., Ricardo-da-Silva J.M. Laureano O. *J. of the Sc. of Food and Agr.*, 1996, vol. 70, no. 4, pp. 493–500.
28. Zhou B., Miao Q., Yang L., Zhong-Li L. *Chemistry A European J.*, 2005, vol. 11, no. 2, pp. 680–691.
29. Jorgensen E.M., Marin A.B., Kennedy J.A. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, vol. 52, pp. 2292–2296.
30. Gubliya R.V., Ageyeva N.M., Markosov V.A. *Vinodeliye i vinogradarstvo*, 2008, no. 5, pp. 18–19. (in Russ.).

Received March 2, 2020

Revised February 18, 2021

Accepted February 18, 2021

For citing: Ageyeva N.M., Markosov V.A., Ilyina I.A., Dergunov A.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 201–208. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021027427.