

## Влияние теплообеспеченности виноградников на формирование физико-химических характеристик и качества винограда и вина сорта Кокур белый

Остроухова Е.В.<sup>✉</sup>, Рыбалко Е.А., Пескова И.В., Баранова Н.В., Левченко С.В., Луткова Н.Ю., Романов А.В., Бойко В.А., Евстафьева О.Ю.

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

<sup>✉</sup> bioxim2012@mail.ru

**Аннотация.** Тенденции развития сектора аутентичных вин, а также изменения климата повышают значимость для виноделия крымских автохтонных сортов винограда. Цель работы: оценить влияние агроэкологических условий виноградников Южнобережной зоны Крыма на углеводно-кислотный и фенольный комплексы, оксидазную активность (МФМО), качество урожая и вин из сорта Кокур белый. Методы исследований: геоинформационное и математическое моделирование, ВЭЖХ, методы, принятые в энохимии, статистический анализ. Установлено: теплоресурсы виноградников возросли (Wilks L = 0,004 при  $\alpha < 0,00001$ ) в ряду с. Приветное → с. Солнечная Долина → с. Морское. Повышение теплообеспеченности территорий сопровождалось ( $\alpha < 0,05$ ), с одной стороны, накоплением сахаров в ягодах, фенолокислот, флавонолов, флаван-3-олов и процианидинов в семенах винограда, повышением pH и МФМО суслу; с другой стороны, способствовало окислительной полимеризации фенольных компонентов при созревании винограда и в ходе его переработки, приводящей к снижению содержания моно- и димерных компонентов в кожице и мякоти винограда, флаван-3-олов в винах. В винах с виноградника с. Морское определена наименьшая концентрация ( $178,2 \pm 19,9$  мг/дм<sup>3</sup>) мономерных и димерных фенольных компонентов; в винах из с. Солнечная Долина – концентрация фенолокислот, а в винах из с. Приветного – флаван-3-олов превышали таковую в других образцах в 2,3 и 2,9 раза, соответственно. Все образцы вин обладали сортовым ароматом и вкусом: вина из с. Солнечная Долина отличались плотной структурой, темно-соломенным цветом; вина из с. Приветное – облегченным вкусом и светло-соломенным цветом. Вывод: в зависимости от теплообеспеченности территорий из винограда Кокур белый можно получать белых сухие вина разного стиля.

**Ключевые слова:** агроэкологические факторы; ВЭЖХ; фенольный комплекс; pH; активность монофенолмонооксигеназы; качество винопродукции.

**Для цитирования:** Остроухова Е.В., Рыбалко Е.А., Пескова И.В., Баранова Н.В., Левченко С.В., Луткова Н.Ю., Романов А.В., Бойко В.А., Евстафьева О.Ю. Влияние теплообеспеченности виноградников на формирование физико-химических характеристик и качества винограда и вина сорта Кокур белый // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):278-285. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.012.

## The effect of heat provision of vineyards on the formation of physicochemical characteristics and quality of grapes and wine of 'Kokur Belyi' variety

Ostroukhova E.V.<sup>✉</sup>, Rybalko E.A., Peskova I.V., Baranova N.V., Levchenko S.V., Lutkova N.Yu., Romanov A.V., Boiko V.A., Evstafyeva O.Yu.

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

<sup>✉</sup> bioxim2012@mail.ru

**Abstract.** The development trend of authentic wine sector, as well as climate change, increases the importance for winemaking of Crimean autochthonous grape varieties. The purpose of the work: to assess the effect of agroecological conditions of vineyards of the South Coastal Zone of Crimea on carbohydrate-acid and phenolic complexes, oxidase activity (MPhMO), quality of crops and wines from 'Kokur Belyi' variety. Research methods: geoinformation and mathematical modeling, HPLC, methods adopted in enochemistry, statistical analysis. It was found that heat resources of vineyards were increasing (Wilks L = 0.004 with  $\alpha < 0.00001$ ) in the series vil. Privetnoye → vil. Solnechnaya Dolina → vil. Morskoye. An increase in heat provision of the territories was accompanied ( $\alpha < 0.05$ ) by the accumulation of sugars in berries, phenolic acids, flavonols, flavan-3-ols and procyanidins in grape seeds, an increase in pH and MPhMO of the must, on one hand; and on the other hand, it contributed to the oxidative polymerization of phenolic components during grape ripening and its processing, leading to a decrease in the content of mono- and dimeric components in the skin and pulp of grapes, flavan-3-ols - in wines. In wines from the vineyard of vil. Morskoye, the lowest concentration ( $178.2 \pm 19.9$  mg/dm<sup>3</sup>) of monomeric and dimeric phenolic components was determined; concentration of phenolic acids in wines from vil. Solnechnaya Dolina, and concentration of flavan-3-ols in wines from vil. Privetnoye exceeded the values in other samples by 2.3 and 2.9 times, respectively. All samples of wines had varietal aroma and flavor: wines from vil. Solnechnaya Dolina were distinguished by a dense structure, dark straw color; wines from vil. Privetnoye - by a lighter flavor and light straw color. Conclusion: depending on the heat provision of the territories, dry white wines of different styles can be obtained from 'Kokur Belyi' grapes.

**Key words:** agroecological factors; HPLC; phenolic complex; pH; monophenolmonoxygenase activity; quality of wine products.

**For citation:** Ostroukhova E.V., Rybalko E.A., Peskova I.V., Baranova N.V., Levchenko S.V., Lutkova N.Yu., Romanov A.V., Boiko V.A., Evstafyeva O.Yu. The effect of heat provision of vineyards on the formation of physicochemical characteristics and quality of grapes and wine of 'Kokur Belyi' variety. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):278-285. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.012 (in Russian).

## Введение

Кокур белый (*Vitis vinifera* L.) – крымский автохтонный сорт винограда технического направления. По морфологическим признакам и биологическим свойствам относится к эколого-географической группе сортов винограда бассейна Черного моря. Сорт среднепозднего срока созревания, характеризуется коэффициентом плодоношения 1,67; средняя урожайность – 48,9 ц/га [1, 2]. Кокур белый является наиболее распространенным среди белых автохтонных сортов Крыма, площади промышленных посадок которого постоянно расширяются (с 659 га в 2016 г. до 911 га в 2018 г.), в том числе за пределами исторического ареала произрастания [2, 3]. Виноград к моменту достижения физиологической зрелости способен накапливать свыше 260 г/дм<sup>3</sup> сахаров [5] и традиционно используется для производства десертных вин премиум-класса: «Кокур десертный Сурож» АО ПАО «Массандра» и «Солнечная долина» АО «Солнечная долина». В настоящее время, в том числе в связи с изменением потребительских предпочтений, из винограда Кокур белый вырабатываются также сухие и полусухие вина; изучаются теоретические и практические аспекты производства из винограда игристых вин [5]. Наряду с другими крымскими автохтонными сортами, Кокур белый все чаще рассматривается в качестве перспективного биоресурса в селекционном процессе [6, 7].

Взросший интерес ученых и практиков-виноделов к крымским автохтонным сортам связан с рядом причин. Во-первых, современная концепция качественных вин основывается на их аутентичности, уникальности органолептических характеристик, обусловленных терруаром и сортовой специфичностью. Во-вторых, наблюдаемые изменения климата (повышение температуры окружающей среды, возрастание дефицита пресной воды) вносят коррективы в фенологию, агробиологию, метаболизм виноградного растения, что отражается на качестве урожая и вин, вплоть до трансформации их стиля [9-14]. С этих позиций использование крымских автохтонных сортов винограда, отличающихся способностью расти и плодоносить на глинистых почвах с сильным хлоридно-сульфатным засолением, повышенной адаптационной устойчивостью к жаркому засушливому климату [1], может стать решением глобальных вызовов, стоящих перед виноградарями и виноделами. Успех зависит от получения новых знаний о взаимосвязи природных условий возделывания винограда и характеристик урожая и винопродукции. Apesi et al. [15] подчеркивают явный терруарный эффект в формировании уникального профиля метаболитов винограда, который сохраняется в течение нескольких урожаев и характеризует виноградник.

Отклик виноградного растения на воздействие климатических факторов проявляется в динамике первичных метаболитов растительной клетки – сахаров, органических кислот, ферментов, а среди вторичных метаболитов – фенольных компонентов [16]. Высокий уровень инсоляции растений, темпе-

ратур окружающей среды, дефицит влаги приводят к увеличению содержания в винограде флавоноидов и снижению некоторых антоцианов [17-21]; низкие ночные температуры способствуют превалированию яблочной кислоты в комплексе органических кислот [16, 20, 22]; годовой температурный фактор коррелирует с оксидазной активностью винограда красных сортов [23]. Изменчивость компонентного состава и биохимических свойств винограда под воздействием природных факторов определяется его видовой и сортовой принадлежностью [4, 24]. Фенольные соединения, органические кислоты, оксидазы винограда играют важную роль в формировании качества вина как компоненты, участвующие в окислительно-восстановительных процессах и в сложении цветовой гаммы и вкуса вин, их антиоксидантной активности [24-27].

**Цель настоящей работы** – оценка влияния агроэкологических условий произрастания на формирование углеводно-кислотного и фенольного комплексов, оксидазной активности в ягодах и винах сорта Кокур белый.

## Материалы и методы исследования

Базой для проведения исследований являлись промышленные виноградники сорта Кокур белый, расположенные вблизи с. Морское, с. Приветное, с. Солнечная долина в горно-долинном приморском районе Южнобережной зоны Крыма [28]. Виноградники различаются морфометрическими параметрами рельефа, близостью к морю. Применяемые агротехнологии соответствуют технологической карте района.

Агроэкологические ресурсы виноградников оценивали по параметрам: сумма температур выше 10°C ( $\Sigma T^{\circ}C10$ ) и выше 20°C ( $\Sigma T^{\circ}C20$ ) за вегетационный период, индекс Хуглина, индекс Уинклера, средняя температура в сентябре ( $t_{\text{сент}}$ ) и за вегетационный период ( $t_{\text{вер}}$ ), количество осадков за год, вегетационный период и сентябрь, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) [29]. Расчёт агроэкологических параметров в точке расположения виноградников осуществляли методом геоинформационного моделирования с использованием многолетних данных сети стационарных метеостанций Крымского полуострова за 2016-2021 гг., цифровых моделей рельефа SRTM-3 и ASTER GDEM, глобальной климатической модели Worldclim ver. 2.0 и разработанных математических моделей, отражающих закономерности пространственного варьирования климатических показателей [30-31].

Отбор проб (не менее 10 кг) винограда урожая 2016-2021 гг. осуществляли в период промышленного сбора [32]. Образцы вин вырабатывали в условиях микровиноделия по схеме: анализ винограда → дробление винограда на дробилке валкового типа → прессование мезги на корзиночном прессе → сульфитация (75-80 мг SO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) и осветление сусла отстаиванием при температуре 10±2°C → брожение сусла на культуре дрожжей Феодосия 1-19 из Коллекции микроорганизмов виноделия «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» с ограниченным доступом воздуха при температуре 22±2°C → самоосветление виноматери-

алов, декантация и анализ вин.

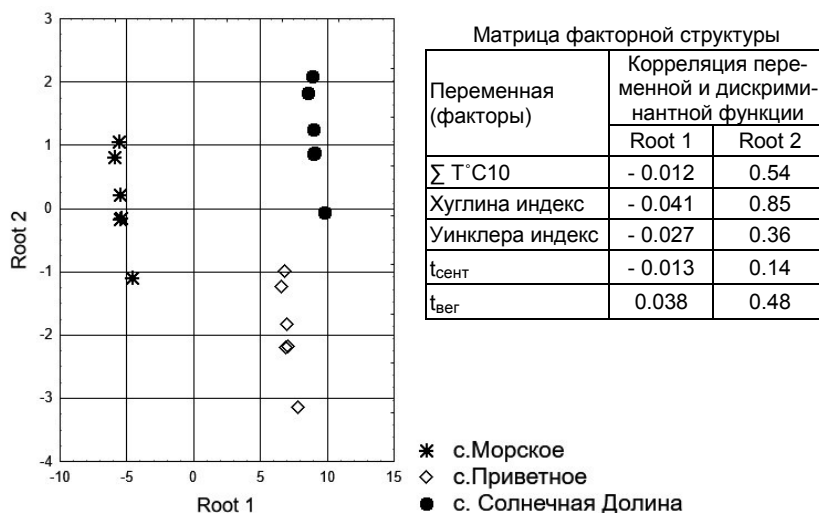
Суммарную концентрацию фенольных компонентов в сусле измеряли сразу после дробления винограда (ФВ0), после 4-часового настаивания мезги при  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  (ФВ4) и после термостатирования мезги при  $70^\circ\text{C}$  в течение 30 мин. (ТЗФВ – технологический запас фенольных веществ) колориметрическим методом [32]. Содержание сахаров, титруемых кислот, рН, объемную долю этилового спирта в объектах исследований определяли по методикам, изложенным в [33]. Монофенолмоноксигеназную активность (МФМО) оценивали в свежеежатом сусле колориметрическим методом по скорости окисления пирокатехина.

Анализ фенольного комплекса структурных частей ягоды (семена, кожица, мякоть) и вина проводили методом ВЭЖХ. Компоненты экстрагировали из гомогенизированных структурных частей ягоды и вина экстрагентом:  $1 \text{ см}^3 \text{ HCl} / 100 \text{ см}^3 \text{ CH}_3\text{OH}$  – в соотношении 1:3 [35]. Разделение фенольных соединений проводили на хроматографе Shimadzu LC 20 Prominence с диодно-матричным детектором ультрафиолетового и видимого диапазона: колонка Nucleosil C18 AB (Macherey-Nagel, Germany), длиной 250 мм, диаметром 2 мм, размером пор 100 Å. Элюирование проводили в градиентном режиме увеличения доли раствора Б (смесь  $\text{AcCN}:\text{MeOH}:\text{H}_2\text{O}$  в соотношении 40:40:20, рН 2,5) в смеси с раствором А (водный раствор  $\text{HClO}_4$ , рН 1,8) в течение 80 мин.; детектирование – при длинах волн: 280 нм – для галловой кислоты, флаван-3-олов и процианидинов; 313 нм – для оксикоричных кислот; 360 нм – для кверцетина; идентификацию веществ – путем сравнения их спектральных характеристик и времени удерживания со стандартами.

Экспериментальные данные обрабатывали методами дисперсионного (ANOVA), дискриминационного и корреляционного анализа (программа Statistica 10). Сравнение количественных признаков в независимых подгруппах проводили с помощью U-критерия Mann-Whitney; информативность дискриминантных переменных оценивали по Wilks L. для точки значимости  $\alpha < 0,05$ . Общее количество образцов винограда составляло 36, вин – 40, в том числе исследованных методом ВЭЖХ – по 13 образцов. Анализы проводили в 2-3-кратной повторности. В таблицах и тексте приведены среднеарифметические величины показателей  $\pm$  стандартное отклонение единичного результата.

### Результаты и их обсуждение

С использованием методов геоинформационного и математического моделирования были определены климатические параметры исследуемых виноградников сорта Кокур белый в 6-летней ретроспективе. Статистический анализ данных, представленных в табл. 1, показал превалирование года в дисперсии па-



**Рис.** Диаграмма, отражающая различия виноградников по теплообеспеченности, и факторная структура дискриминантных функций  
**Fig.** Diagram reflecting the differences in vineyards in terms of heat provision, and the factor structure of discriminant functions

раметров тепло ( $\alpha \leq 0,008$ ) – и влагообеспеченности ( $\alpha \leq 0,0000001$ ) виноградников над их географическим положением. Это связано с близостью географических координат территорий. Тем не менее, вследствие отличий орографических и гидрологических характеристик, при совокупном учете параметров  $\Sigma T^\circ\text{C}10$ , индекс Хуглина, индекс Уинклера, средняя температура в сентябре и в вегетационный период виноградники дискриминируются по теплоресурсам: Wilks L.=0,004 при  $\alpha < 0,00001$ . На рис. представлена диаграмма рассеяния виноградников по указанным

**Таблица 1.** Климатические параметры виноградников, расположенных в различных географических объектах  
**Table 1.** Climatic parameters of vineyards located in various geographical areas

Параметры	Значения*		
	с. Морское	с. Приветное	с. Солнечная Долина
$\Sigma T^\circ\text{C}10, ^\circ\text{C}$	$4338 \pm 172$ 4139-4573	$3984 \pm 173$ 3785-4219	$4246 \pm 172$ 4047-4481
$\Sigma T^\circ\text{C}20, ^\circ\text{C}$	$2559 \pm 186$ 2326-2868	$2400 \pm 186$ 2167-2709	$2434 \pm 186$ 2201-2743
Хуглина индекс	$2744 \pm 165$ 2496-2986	$2513 \pm 169$ 2265-2755	$2782 \pm 165$ 2534-3024
Уинклера индекс	$2100 \pm 156$ 1905-2353	$1930 \pm 156$ 1735-2183	$2052 \pm 156$ 1857-2305
Средняя температура в сентябре, $^\circ\text{C}$	$20,5 \pm 1,4$ 18,2-22,6	$20,1 \pm 1,4$ 17,8-22,2	$20,2 \pm 1,4$ 17,9-22,3
Средняя температура за вегетационный период, $^\circ\text{C}$	$20,3 \pm 0,7$ 19,5-21,5	$20,0 \pm 0,7$ 19,2-21,2	$21,0 \pm 0,7$ 20,2-22,2
ГТК	$0,67 \pm 0,29$ 0,33-1,07	$0,77 \pm 0,29$ 0,43-1,17	$0,71 \pm 0,29$ 0,37-1,11
Годовое количество осадков, мм	$427 \pm 85$ 293-525	$447 \pm 89$ 306-549	$439 \pm 87$ 301-540
Количество осадков за вегетационный период, мм	$238 \pm 86$ 146-326	$251 \pm 91$ 154-343	$246 \pm 89$ 151-337
Количество осадков в сентябре, мм	$23,0 \pm 15,8$ 4,5-43,9	$23,6 \pm 16,2$ 4,6-45,0	$24,8 \pm 17,1$ 4,8-47,3

*Примечание* (табл. 1-2). \*Числитель – среднеарифметическое значение  $\pm$  SD; знаменатель – диапазон

параметрам и матрица факторной структуры, из которых следует, что наибольшей теплообеспеченностью характеризовался виноградник с. Морское, наименьшей – с. Приветное (увеличение значений факторов по оси абсцисс – справа налево, по оси ординат – сверху вниз). Дифференциации виноградников по показателям влагообеспеченности и ГТК в годы исследований не выявлено.

Результаты анализа углеводно-кислотного, фенольного и оксидазного комплексов урожая винограда с исследуемых виноградников и их статистическая обработка представлены в табл. 2. Установлено, что урожай дифференцировался ( $Wilks L.=0,006$  при  $\alpha < 0,004$ ) по территориям при учете показателей: активная кислотность и монофенолмонооксигеназная активность суслу, доля фенольных веществ в сусле относительно технологического запаса компонентов в винограде (ФВ0/ТЗФВ). Величины показателей ФВ0/ТЗФВ и МФМО увеличиваются в ряду с. Приветное ( $34 \pm 2$  % и  $9,4 \pm 2,5$  ед., соответственно) < с. Морское < с. Солнечная Долина ( $38 \pm 17$  % и  $14,6 \pm 8,8$  ед.), рН – в ряду с. Приветное ( $3,25 \pm 0,09$ ) < с. Солнечная Долина < с. Морское ( $3,51 \pm 0,11$ ). Выявленные различия винограда из разных мест произрастания не связаны с уровнем накопления сахаров в ягодах, среднее содержание которых составляло  $208-222$  г/дм<sup>3</sup>. Дисперсия технологического запаса фенольных веществ, содержания титруемых кислот в винограде в большей степени обусловлена годом урожая ( $\alpha=0,0028$  и  $\alpha=0,017$ , соответственно), чем территорией произрастания.

Сопоставление агроклиматических параметров виноградников и показателей урожая выявило в имеющемся массиве данных следующие взаимосвязи ( $r=0,54-0,84$ / при  $\alpha < 0,05$ ). Уровень накопления сахаров в ягодах Кокур белый прямо коррелировал с индексом Уинклера и  $t_{\text{верг}}$  технологического запаса фенольных веществ – с  $\Sigma T^{\circ}C10$ ,  $\Sigma T^{\circ}C20$  и  $t_{\text{верг}}$ . С этими

же агроклиматическими параметрами, но с отрицательным знаком и более высокими коэффициентами коррелировал показатель ФВ0/ТЗФВ. Содержание титруемых кислот обратно взаимосвязано с индексом Уинклера и Хуглина; прямо – с количеством осадков за вегетационный период. Напротив, величина активной кислотности суслу винограда прямо коррелировала с  $\Sigma T^{\circ}C10$  и индексом Уинклера. Прямая взаимосвязь выявлена между МФМО-активностью суслу и параметрами теплообеспеченности:  $\Sigma T^{\circ}C10$ , средняя температура в сентябре и за вегетационный период.

Обобщение вышеизложенного доказывает, что выявленные отличия урожая Кокур белый с различных виноградников по показателям рН, МФМО и ФВ0/ТЗФВ являются следствием различной теплообеспеченности территорий. При этом дифференцирующие показатели отражают технологические свойства винограда и влияют на формирование качества вина, являясь участниками и регуляторами окислительно-восстановительных процессов в технологическом цикле [25, 36]. Так, показатель ФВ0/ТЗФВ определяется не только фенольными соединениями сока ягод, но и компонентами семян и кожицы, переходящими в сусле при дроблении и/или прессовании ягод, а показатель ФВ4/ФВ0 (см. табл. 2) – при 4- часовом настаивании мезги. Экстрагирование компонентов зависит от уровня полимеризации процианидинов семян, утончения клеточных стенок кожицы ягод за счет гидролиза пектина и ксиланоглюкана, а их аккумуляция в сусле – в значительной мере от активности оксидаз винограда, активирующих окислительную полимеризацию, конденсацию и седиментацию фенольных компонентов [37]. В результате урожай из с. Приветное, отличающийся наименьшими значениями ФВ0/ТЗФВ и МФМО, характеризовался наибольшим значением показателя ФВ4/ФВ0: в среднем на 8 % по сравнению с виноградом с других территорий. Рекомендуемые значения МФМО-активности винограда для производства белых вин – менее 0,070 ед., рН – 2,8-3,5 [32]. Как следует из данных табл. 2, рН в винограде из с. Морское и с. Солнечная Долина во многих, а МФМО – во всех случаях превышали рекомендуемые значения. Это требует корректировки условий и режимов проведения технологических операций при производстве вин, включая снижение риска обогащения суслу и вина реакционноспособными мономерными и димерными фенольными компонентами семян и кожицы винограда.

В этой связи нами проанализировано содержание мономерных фенольных компонентов и процианидинов в структурных частях ягод Кокур белый урожая 2020 – 2021 гг., полученного на исследуемых виноградниках. Были идентифицированы фенолокислоты – галловая и кафтаровая, флавонолы – кверцетин и кверцетин-3-О-β-гликозид, флаван-3-олы – (+)-D-катехин и (-)-эпикатехин, процианидины В1-В4. Анализ данных, представленных в табл. 3, показал, что содержание мономерных фенольных компонентов в мякоти и кожице винограда из с. Мор-

**Таблица 2.** Физико-химические и биохимические показатели сорта винограда Кокур белый, полученного на различных виноградниках

**Table 2.** Physicochemical and biochemical indicators of 'Kokur Belyi' grape variety from various vineyards

Параметры	Значения*		
	с. Морское	с. Приветное	с. Солнечная Долина
Массовая концентрация, г/дм <sup>3</sup> сахаров	$222 \pm 13$ 207-231	$208 \pm 40$ 180-236	$221 \pm 24$ 191-252
титруемых кислот	$5,7 \pm 0,9$ 4,8-6,5	$6,0 \pm 0,04$ 5,9-6,0	$5,3 \pm 0,9$ 4,2-6,5
Активная кислотность (рН)	$3,51 \pm 0,11$ 3,39-3,61	$3,25 \pm 0,09$ 3,19-3,32	$3,49 \pm 0,10$ 3,38-3,60
ТЗФВ, мг/дм <sup>3</sup>	$1104 \pm 395$ 688-1475	$1105 \pm 334$ 869-1342	$1393 \pm 568$ 1004-2371
ФВ0/ТЗФВ, %	$36 \pm 10$ 28-47	$34 \pm 2$ 33-36	$38 \pm 17$ 9-53
ФВ4/ФВ0, %	$146 \pm 6,0$ 141-153	$155 \pm 36$ 120-209	$139 \pm 66$ 86-233
МФМО x 102, ед.	$13,8 \pm 0,2$ 13,6-13,9	$9,4 \pm 2,5$ 6,2-12,5	$14,6 \pm 8,8$ 7,1-24,3

ское было наименьшим, составляя в среднем  $20,5 \pm 2,8$  мг/кг и  $46,4 \pm 5,1$  мг/кг, соответственно. В фенольном комплексе кожицы винограда из с. Солнечная Долина преобладали флаван-3-олы (54 %) и флавонолы (21 %): по сравнению с виноградом из с. Приветное и с. Морское содержание флаван-3-олов было больше в 1,8 и 4,4 раза, флавонолов – в 2,9 и 7,1 раза. Виноград из с. Приветное отличался от образцов с других виноградников в среднем в 2 раза большим содержанием флаван-3-олов в мякоти. Значимой разницы в содержании фенолокислот в мякоти и кожице винограда в зависимости от места его произрастания не выявлено. Среди структурных элементов ягоды семена наиболее обогащены мономерными и димерными фенольными соединениями: 1603,7 (с. Приветное) – 1748,2 (с. Морское) мг/кг. Содержание процианидинов В1-В4 в семенах винограда по территориям его произрастания увеличивалось в ряду с. Солнечная Долина → с. Приветное → с. Морское, а их доля в фенольном комплексе снижалась от 50 % в образцах из с. Приветное и с. Морское до 16 % – из с. Солнечная Долина. Напротив, содержание флаван-3-олов и фенолокислот в семенах винограда из с. Солнечная Долина превосходило ( $\alpha < 0,0002$ ) таковое в винограде с других территорий в среднем в 1,2 и 1,4 раза, соответственно.

Выявлено, что повышение теплообеспеченности виноградников по параметрам  $\Sigma T^{\circ} C10$ ,  $\Sigma T^{\circ} C20$ , индексу Уинклера, средней температуре в сентябре и за вегетационный период сопровождалось ( $\alpha < 0,05$ ) увеличением содержания кафтаровой кислоты, флавонолов, (+)-D-катехина и процианидинов В4 в семенах винограда ( $r = 0,86-0,99$ ) и снижением содержания фенолокислот (в наибольшей степени – галловой), флаван-3-олов, процианидинов В3 в кожице и мякоти ( $r = -(0,82-0,95)$ ). Представленные взаимосвязи можно прокомментировать следующим образом. Высокий уровень теплообеспеченности виноградников обуславливал накопление мономерных и димерных фенольных компонентов в ягодах винограда Кокур белый, особенно в семенах. В работах [37, 38] показано, что биосинтез флаван-3-олов, процианидинов, фенолокислот в винограде завершается, в основном, к началу его созревания и в дальнейшем происходит их окислительная полимеризация. При этом крымские автохтонные сорта по сравнению с классическими сортами характеризуется более интенсивной динамикой компонентов [4]. Настоящие исследования демонстрируют, что с увеличением теплообеспеченности виноградников интенсифицировались процессы окислительного преобразования компонентов, приведшие к снижению их содержания, наиболее явному в кожице и мякоти. Разнонаправленность теплового воздействия на формирование фенольного комплекса

**Таблица 3.** Содержание\*, мг/кг фенольных компонентов в кожице, семенах и мякоти ягод с различных виноградников

**Table 3.** The content\*, mg/kg of phenolic components in skins, seeds and pulp of berries from various vineyards

Фенольные компоненты	с. Морское			с. Приветное			с. Солнечная Долина		
	кожица	семена	мякоть	кожица	семена	мякоть	кожица	семена	мякоть
Фенолокислоты	17,0	38,5	8,8	23,2	36,7	10,6	21,1	54,3	8,5
Флавонолы	5,8	27,6	1,2	14,0	19,7	10,1	41,2	25,1	9,1
Флаван-3-олы	23,6	809,3	10,5	58,1	751,7	20,9	104,3	950,4	12,1
Процианидины В1-В4	49,1	872,8	13,1	54,1	795,6	11,6	27,3	669,3	12,4

*Примечание* (табл.3-4). \*Среднеарифметическое значение; стандартное отклонение для всех виноградников в каждый год исследований менее 9 %, при учете 2-х годовичных данных – менее 17 %

**Таблица 4.** Содержание\*, мг/дм<sup>3</sup> фенольных компонентов в винах из винограда Кокур белый, полученного на разных виноградниках

**Table 4.** The content\*, mg/dm<sup>3</sup> of phenolic components in wines of 'Kokur Belyi' grapes from various vineyards

Фенольные компоненты	с. Морское	с. Приветное	с. Солнечная Долина
<b>Фенолокислоты</b>			
Галловая кислота	4,1	6,3	43,9
Кафтаровая кислота	74,7	161,8	197,4
<b>Флавонолы</b>			
Кверцетин	2,1	2,9	3,2
Кверцетин-3-О-b-D-гликозид	0,4	0,9	1,9
<b>Флаван-3-олы</b>			
(+)-D-Катехин	7,8	11,3	16,0
(-)-Эпикатехин	20,1	80,4	20,1
<b>Процианидины</b>			
В1: эпикатехин-4→8-катехин	6,2	19,9	11,0
В2: эпикатехин-4→8-эпикатехин	46,9	28,8	22,5
В3: катехин-4→8-катехин	9,8	17,6	22,4
В4: катехин-4→8-эпикатехин	6,2	21,1	24,6

ягод привела к тому, что в кожице и мякоти винограда из с. Морское, наиболее теплообеспеченного в годы наблюдений, содержание мономерных фенольных компонентов было наименьшим, а содержание процианидинов в семенах – наибольшим по сравнению с виноградом с других территорий. В то же время относительно высокое содержание мономерных фенольных компонентов в кожице и семенах винограда из с. Солнечная Долина может явиться причиной излишнего обогащения ими сусла и вина в процессе виноделия.

Вышеизложенные комментарии согласуются с результатами анализа фенольного комплекса молодых вин, представленными в табл. 4. Данные демонстрируют наименьшее ( $178,2 \pm 19,9$  мг/дм<sup>3</sup>) содержание моно- и димерных фенольных соединений в винах из винограда с. Морское при наибольшей доле ( $39 \pm 3$  %) процианидинов В1-В4 среди анализируемых вин, что свидетельствует об интенсивности окислительной полимеризации компонентов еще на стадии созревания

ния винограда. Концентрация компонентов в винах из с. Приветное и с. Солнечная Долина была в среднем в 2 раза больше. В фенольном комплексе всех вин преобладали фенолокислоты (в основном галловая кислота): 44-67 %. Концентрация фенольных кислот в винах из с. Солнечная Долина достигала  $241,3 \pm 16,4$  мг/дм<sup>3</sup> и превышала таковую в винах из с. Приветное и с. Морское в 1,4 и 3,1 раза. Это, вероятно, является следствием относительно высокого содержания компонентов в семенах винограда из с. Солнечная Долина. Наибольшее содержание флаван-3-олов, как в процентном ( $26 \pm 5\%$ ), так и в количественном ( $91,7 \pm 17,6$  мг/дм<sup>3</sup>) выражении наблюдалось в винах из с. Приветное: их концентрация превосходила таковую в других винах в среднем в 2,9 раза. Одним из факторов накопления флаван-3-олов в винах из с. Приветное является относительно слабая МФМО активность в винограде. Напротив, низкий уровень флаван-3-олов ( $36,1 \pm 3,8$  мг/дм<sup>3</sup>) в винах из винограда с. Солнечная Долина, содержащего наибольшее количество компонентов в семенах и кожице, объясним высокой МФМО-активностью винограда, повлекшей окислительную полимеризацию наиболее лабильной фракции фенольных соединений при его переработке.

В целом приведенные данные свидетельствуют, что теплообеспеченность территорий произрастания винограда сорта Кокур белый в значительной мере обуславливает накопление фенольных компонентов в структурных элементах ягод и интенсивность их преобразований как при созревании винограда, так и ходе его переработки. Это приводит к значимым отличиям фенольного комплекса молодых вин, полученных с разных виноградников.

Содержание этилового спирта в образцах вин составляло 9,2-14,0 % об., рН – от 3,14 до 3,36. Вина из с. Солнечная Долина отличались ( $\alpha < 0,05$ ) от других вин в 1,2 раза меньшим содержанием титруемых кислот ( $6,0 \pm 0,8$  г/дм<sup>3</sup>).

Совокупность различий фенольного, оксидазного и кислотного комплексов винограда Кокур белый и вин, полученных с разных виноградников, привело к отличиям сенсорных характеристик вин. Все образцы вин характеризовались сортовым ароматом и вкусом фруктового направления с оттенками пряных трав и меда. При этом вина из с. Приветное отличались светло-соломенным цветом, облегченным вкусом, умеренным ароматом; вина из с. Солнечная Долина – как правило, темно-соломенным цветом, полнотой вкуса, с легкими тонами окисленности. Независимо от места произрастания винограда образцы вин хорошо оценены дегустаторами:  $7,71 \pm 0,08$  балла (по 8-балльной оценке 10-балльной шкалы). Это свидетельствует о возможности получения из винограда Кокур белый сухих вин разного стиля в зависимости от тепловых ресурсов территорий его произрастания.

### Выводы

В результате исследований климатических условий трёх виноградников сорта Кокур белый, физико-химических характеристик и качества винограда и вин установлено следующее. Виноградники разли-

чались ( $Wilks L = 0,004$  при  $\alpha < 0,00001$ ) по теплоресурсам в ряду с. Приветное < с. Солнечная Долина < с. Морское. Повышение теплообеспеченности территорий сопровождалось ( $\alpha < 0,05$ ), с одной стороны, накоплением сахаров в ягодах, фенолокислот, флавонолов, флаван-3-олов и процианидинов в семенах винограда, повышением рН и МФМО активности суслу; с другой стороны, способствовало окислительной полимеризации фенольных компонентов при созревании винограда и в ходе его переработки, приводящей к снижению содержания моно- и димерных компонентов в кожице и мякоти винограда, флаван-3-олов в винах. Наибольшее содержание процианидинов В1-В4 в семенах и наименьшее – мономерных компонентов в кожице и мякоти винограда и в винах определено в с. Морское. В с. Солнечная Долина виноград характеризовался самой высокой МФМО-активностью, наибольшим (по сравнению с другими образцами – в 1,2-7,1 раза) содержанием монофенолов в кожице и семенах, фенолокислот – в винах. Вина из с. Приветное отличались наибольшим содержанием флаван-3-олов. Вина обладали сортовым ароматом и вкусом; вина из с. Солнечная Долина отличались полнотой вкуса, темно-соломенным цветом; вина из с. Приветное – облегченным вкусом и светло-соломенным цветом. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности получения из винограда Кокур белый сухих вин разного стиля в зависимости от теплообеспеченности территорий.

### Источник финансирования

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-016-00075.

### Financing source

The research was funded by RFBR, in the framework of scientific project No. 20-016-00075.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы / References

1. Лиховской В.В., Волынкин В.А., Олейников Н.П., Васылык И.А. Агробиологическая и хозяйственная оценка крымских аборигенных сортов винограда // Проблемы развития АПК региона. 2016;25.1-1(25):44-49. Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Oleinikov N.P., Vasylyk I.A. Agrobiological and economic assessment of Crimean indigenous grape varieties. Development Problems of Regional Agro-industrial Complex. 2016;25.1-1(25):44-49 (in Russian).
2. Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Оценка потенциала аборигенных и местных сортов винограда для управления процессом формирования урожая // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;57(3):60-71. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71. Beybulatov M., Urdenko N., Tikhomirova N., Buival R. Capacity assessment of aboriginal and local grapevine cultivars for managing harvest formation process. Fruit growing and viticulture in the South Russia. 2019;57(3):60-71. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71 (in Russian).
3. Рюмшин А.В., Иванченко В.И., Булава А.Н. Состояние и перспективы развития виноградно-винодельче-

- ского комплекса Республики Крым // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(3):44-47.
- Ryumshin A.V., Ivanchenko V.I., Bulava A.N. The current state and prospects for the development of viticulture and winemaking in the Republic of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;20(3):44-47 (in Russian).
4. Ostroukhova E., Levchenko S., Volynkin V., Peskova I., Likhovskoi V., Probeigolova P., Vasylyk I., Polulyakh A. Chemical and technological features of native grape cultivars of Crimea. Chap. I in Book: *Vitis products composition, health benefits and economic valorization. Plant science research and practice*. A.M.Jordão, R.V. Botelho. New York. 2021:17-55.
  5. Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А. Технологическая оценка аборигенных белых сортов винограда в системе «виноград-виноматериал» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):252-259. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.014. Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaya N.A., Maksimovskaya V.A. Technological assessment of native white grape varieties in the system «grapes-base wine». *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(3):252-259. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.014 (in Russian).
  6. Levchenko S.V., Vasylyk I., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V., Polulyakh A.A. Biological characteristics of native grape cultivars of Crimean region and availability of their use in breeding. *Grapes and Wine*. Open access peer-reviewed edited volume. London. 2022:83-106.
  7. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Применение метода многокритериальной оптимизации при проведении клоновой селекции сорта винограда Кокур белый // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;66(6):39-47. DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-39-47. Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. Application of the multi-criteria optimization method when conducting a clone breeding of Kokur Belyi grape variety. *Fruitgrowing and Viticulture of the South Russia*. 2020;66(6):39-47. DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-39-47 (in Russian).
  8. Drappier J., Thibon C., Rabot A., Geny-Denis L. Relationship between wine composition and temperature: Impact on Bordeaux wine typicity in the context of global warming. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;59(8):1-17. DOI: 10.1080/10408398.2017.1355776.
  9. Jarvis C., Barlow E., Darbyshire R., Eckard R., Goodwin I. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia. *International Journal of Biometeorology*. 2017;61(10):1849-1862. DOI:10.1007/s00484-017-1370-9.
  10. Van Leeuwen C., Destrac-Irvine A., Dubernet M., Duchêne E., Gowdy M., Marguerit E., Pieri P., Parker A., de Rességuier L., Ollat N. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*. 2019;9(9):514. DOI 10.3390/agronomy9090514.
  11. Beauchet S., Cariou V., Renaud-Gentie C., Meunier M., Siret R., Thiollet-Scholtus M., Jourjon F. Modeling grape quality by multivariate analysis of viticulture practices, soil and climate. *OENO One*. 2020;54(3):601-622. DOI 10.20870/oeno-one....1067.
  12. Rienth M., Lamy F., Schoenenberger P., Noll D., Lorenzini F., Viret, O., Zufferey V. A vine physiology-based terroir study in the AOC-Lavaux region in Switzerland. *OENO One*. 2020;54(4):863-880. DOI 10.20870/oeno-one.2020.54.4.3756.
  13. Rodrigues P., Pedroso V., Reis S., Yang Ch., Santos J.A. Climate change impacts on phenology and ripening of cv. Touriga Nacional in the Dão wine region, Portugal. *International Journal of Climatology*. April 2022. *International Journal of Climatology*. DOI 10.1002/joc.7633.
  14. Anesi A., Stocchero M., Dal Santo S. et al. Towards a scientific interpretation of the terroir concept: plasticity of the grape berry metabolome. *BMC Plant Biol*. 2015;15(191) DOI 10.1186/s12870-015-0584-4.
  15. Gouot J.C., Smith J.P., Holzappel B.P., Barril C. Impact of short temperature exposure of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grapevine bunches on berry development, primary metabolism and tannin accumulation. *Environmental and Experimental Botany*. 2019;168:103866. DOI 10.1016/j.envexpbot.2019.103866.
  16. Villangó Sz., Pásti Gy., Kállay M., Leskó A., Balga I., Donkó A., Ladányi M., Pálfi Z., Zsófi Zs. Enhancing phenolic maturity of Syrah with the application of a new foliar spray. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2015;36(3):304-315.
  17. Pastore C., Dal Santo S., Zenoni S., Movahed N., Allegro G., Valentini G., Filippetti I. and Tornielli G.B. Whole plant temperature manipulation affects flavonoid metabolism and the transcriptome of grapevine berries. *Front Plant Sci*. 2017;8:929. DOI 10.3389/fpls.2017.00929.
  18. Savoi S., Wong D.C.J., Arapitsas P. et al. Transcriptome and metabolite profiling reveals that prolonged drought modulates the phenylpropanoid and terpenoid pathway in white grapes (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biol*. 2016;16:67 DOI 10.1186/s12870-016-0760-1.
  19. Del-Castillo-Alonso M.A., Castagna A., Csepregi K., Hideg E., Jakab G., Jansen M.A.K., Jug T., Llorens L., Mátai A., Martínez-Lüscher J., Monforte L., Neugart S., Olejnickova J., Ranieri A., Schödl-Hummel K., Schreiner M., Soriano G., Teszlák P., Tittmann S., Urban O., Verdaguer D., Zipoli G., Martínez-Abaigar J., Núñez Olivera E. Environmental factors correlated with the metabolite profile of *Vitis vinifera* cv. Pinot noir berry skins along a European Latitudinal Gradient. *J. Agric. Food Chem*. 2016;64:8722-8734. DOI 10.1021/acs.jafc.6b03272.
  20. Poni S., Gatti M., Palliotti A., Dai Z., Duchêne E., Truong T.T., Ferrara G., Matarrese A.M.S., Gallotta A., Bellincontro A., Mencarelli F., Tombesi S. Grapevine quality: a multiple choice issue. *Scientia Horticulturae*. 2018;234:445-462. DOI 10.1016/j.scienta.2017.12.035.
  21. Ostroukhova E.V., Rybalko E.A., Levchenko S.V., Boiko V.A., Belash D.Yu., Viugina M. Relationship between agro-ecological resources of vineyards and the anthocyanins complex in berries. *E3S Web of Conferences. International Conference on Efficient Production and Processing (ICEPP-2021)*. *E3S Web of Conferences 2021*;247:01013. DOI 10.1051/e3sconf/202124701013.
  22. Sweetman C., Sadras V., Hancock R., Soole K., Ford Ch. Metabolic effects of elevated temperature on organic acid degradation in ripening *Vitis vinifera* fruit. *Journal of Experimental Botany*. 2014;65(20):5975-5988. DOI 10.1093/jxb/eru343.
  23. 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. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Rybalko E.A., Tvardovskaya L.B. The effect of climatic factors on the technological characteristics of red grape varieties cultivated in different regions of the republic of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;2:28-31 (in Russian).
  24. Popov M., Hejtmankova A., Kotikova Z., Stralkova R., Lachman J. Content of flavan-3-ol monomers and gallic acid in grape seeds by variety and year. *Vitis*. 2017;56(2):45-48. DOI 10.5073/vitis.2017;56:45-48.
  25. Danilewicz J. C. Role of tartaric and malic acids in wine oxidation. *J. Agric. Food Chem*. 2014;62:5149-5155. DOI 10.1021/jf5007402.
  26. Ren M., Wang X., Du G., Tian C., Zhang J., Song X.,

- Zhu D. Influence of different phenolic fractions on red wine astringency based on polyphenol/protein binding. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2017;38(1):118-124. DOI 10.21548/38-1-129.
27. Vicente O., Boscaiu M. Flavonoids: Antioxidant Compounds for Plant Defence and for a Healthy Human Diet. *Not Bot Horti Agrobo.* 2018;46(1):14-21. DOI 10.15835/nbha45210992.
28. Дикань А.П., Вильчинский В.Ф., Верновский Э.А., Заяц И.Я. Виноградарство Крыма. Пособие. Симферополь: Бизнес-Информ. 2001:1-408.  
Dikan A.P., Vilchinskiy V.F., Vernovskiy E.A. Viticulture of Crimea. Simferopol: Business-Inform. 2001:1-408 (in Russian).
29. Рыбалко Е.А. Климатические индексы в виноградарстве // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(1):26-28. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.005.  
Rybalco E.A. Climatic indices in viticulture. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(1):26-28. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.005 (in Russian).
30. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Закономерности пространственного варьирования индекса Хуглина в условиях Крымского полуострова // Виноделие и виноградарство. 2020;22(1):18-23.  
Rybalco E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Patterns of the spatial variation of Huglin index in the conditions of the Crimean Peninsula. Winemaking and Viticulture. 2020;22(1):18-23 (in Russian).
31. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Исследование закономерностей пространственного варьирования средней температуры воздуха за вегетационный период на территории Крымского полуострова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(2):120-124. DOI 10.35547/IM.2020.22.2.007.  
Rybalco E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Study of laws of spatial variation of the mean air temperature for the growing season on the territory of the Crimean Peninsula. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(2):120-124. DOI 10.35547/IM.2020.22.2.007 (in Russian).
32. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. В. Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида. 2009:1-303.  
Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrida. 2009:1-303 (in Russian).
33. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. O.I.V. Paris. 2021. <http://www.oiv.int/>.
34. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Исследование динамики и составление прогноза пространственного распределения теплообеспеченности территории Крымского полуострова // Системы контроля окружающей среды. 2019;3(37):96-101. DOI 10.33075/2220-5861-2019-3-96-101.  
Rybalco E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Research of the dynamics and development of the spatial distribution forecast of heat supply of the Crimean Peninsula. Environmental control system. 2019;3(37):96-101. DOI 10.33075/2220-5861-2019-3-96-101 (in Russian).
35. Аппазова Н.Н., Бойко В.А., Сластия Е.А., Модонкаева А.Э. К вопросу оптимизации пробоподготовки и метода анализа биологически активных веществ фенольной природы столового винограда // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2011;103:113-116.  
Appazova N.N., Boyko V.A., Slastia E.A., Modonkaeva A.E. To the question of optimization of samples preparation and method of analysis of biological-active substances of phenol nature in grapes. Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2011;103:113-116 (in Russian).
36. Vivas N. Les oxydations et les réductions dans les moûts et les vins. Nicolas Vivas. Bordeaux: Editions Feret. 2002:1-164.
37. Fournand D., Vicens A., Sidhoum L., Souquet J.-M., Moutounet M., Cheynier V. Accumulation and extractability of grape skin tannins and anthocyanins at different advanced physiological stages. *J. Agric. Food Chem.* 2006;54:7331-7338. DOI 10.1021/jf061467h.
38. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. *International Journal of Molecular Sciences.* 2013;14:18711-18739. DOI 10.3390/ijms140918711.

### Информация об авторах

**Елена Викторовна Остроухова**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мэйл: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>;

**Евгений Александрович Рыбалко**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. сектора агроэкологии; e-мэйл: rybalco\_ye\_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

**Ирина Валериевна Пескова**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мэйл: yarinka-73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>;

**Наталья Валентиновна Баранова**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. сектора агроэкологии; e-мэйл: natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

**Светлана Валентиновна Левченко**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-мэйл: svelevchenko@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5423-052>;

**Наталья Юрьевна Луткова**, мл. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мэйл: lutkova1975@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8126-7596>;

**Александр Вадимович Романов**, инженер лаборатории хранения винограда; e-мэйл: cod7-4orever@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9999-2657>;

**Владимир Александрович Бойко**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-мэйл: vovhim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2401-7531>;

**Оксана Юрьевна Евстафьева**, вед. инженер лаборатории тихих вин.

### Information about authors

**Elena V. Ostroukhova**, Dr. Techn. Sci., Chief Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: elenostroukh@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>;

**Evgeniy A. Rybalco**, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Agroecology Sector; e-mail: rybalco\_ye\_a@mail.ru; <https://orcid.org/00000002-4579-3505>;

**Irina V. Peskova**, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: yarinka-73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>;

**Natalia V. Baranova**, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Agroecology Sector; e-mail: natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

**Svetlana V. Levchenko**, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: svelevchenko@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5423-052>;

**Natalia Yu. Lutkova**, Junior Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: lutkova1975@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8126-7596>;

**Aleksandr V. Romanov**, Engineer, Laboratory of Grape Storage; e-mail: cod7-4orever@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9999-2657>;

**Vladimir A. Boiko**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: vovhim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2401-7531>;

**Oksana Yu. Evstafyeva**, Leading Engineer, Still Wines Laboratory.

Статья поступила в редакцию 22.08.2022, одобрена после рецензии 26.08.2022, принята к публикации 30.08.2022.