

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-508-514>

Поступила 16.05.2024

Поступила после рецензирования 14.10.2024

Принята в печать 18.10.2024

© Червяк С. Н., Бойко В. А., Олейникова В. А., Романов А. В., 2024

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ФЕНОЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ВИНОГРАДА СОРТА БАСТАРДО МАГАРАЧСКИЙ И ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ ЕГО ФОРМИРОВАНИЕ

Червяк С. Н.*, Бойко В. А., Олейникова В. А., Романов А. В.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства
и виноделия «Магарах» РАН, Ялта, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

индекс холодных
ночей, винограда
-винодельческий
район, углеводно-
кислотный комплекс,
антоциановый
потенциал

В контексте изменения климата особое значение имеет изучение трансформации углеводно-кислотного и фенольного комплексов винограда по мере достижения технической и фенольной зрелости, несоответствие между которыми усиливается на фоне изменения климата. Исследования в данном направлении являются актуальными и позволят в дальнейшем прогнозировать реакцию виноградного растения на абиотические факторы среды, на формирование качественных показателей сырья и готовой продукции. Проведенные исследования позволили выявить влияние различных факторов на формирование фенольного комплекса винограда красных сортов. Показано, что общий антоциановый потенциал исследуемых образцов винограда варьирует от 735 до 1976 мг/дм³ и характеризуется как средний → отличный. Установлена зависимость процента экстрагируемых антоцианов от массовой концентрации сахаров в винограде, выраженная параболической функцией. При массовой концентрации сахаров винограда 19–23 г/100 см³ была достигнута максимальная экстрагируемость антоцианов, составившая 53–65%. Подтверждено положительное влияние индекса холодных ночей на общий антоциановый потенциал винограда ($r = -0,58$). В то же время наблюдается прямая зависимость ($r = 0,75$) между степенью экстрагирования антоцианов из винограда и индексом холодных ночей. Установлено снижение содержания фенольных веществ в сусле после прессования целых ягод по мере возрастания величины глюкоацидиметрического показателя ($r = -0,70$), а также уменьшение массовой концентрации фенольных веществ после 4 часов настаивания ($r = -0,59$). От 82,7 до 96,3% всех фенольных веществ винограда были представлены флаван-3-олами и антоцианами. Из антоцианов в винограде преобладали мальвидин-3-О-глюкозид и мальвидин-3-О-кумаройлглюкозид. Массовая концентрация мальвидин-3-О-глюкозида составляла от 580 до 1224 мг/кг или 47,4–81,3% от всех антоцианов винограда. На долю мальвидин-3-О-кумаройлглюкозида приходилось 9,3–23,8% от компонентов антоцианового комплекса.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Работа выполнялась в рамках НИР по теме «Разработка методологии интеллектуального автоматизированного мониторинга для решения задач в области виноделия и виноградарства» ГЗ № FNZM-2022-0010.

Received 16.05.2024

Accepted in revised 14.10.2024

Accepted for publication 18.10.2024

© Chervyak S. N., Boyko V. A., Oleinikova V. A., Romanov A. V., 2024

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

PHENOLIC COMPLEX OF BASTARDO MAGARACHSKY GRAPE CULTIVAR AND FACTORS DETERMINING ITS FORMATION

Sofia N. Chervyak*, Vladimir A. Boyko, Veronica A. Oleinikova, Aleksandr V. Romanov

All-Russian National Research Institute of Viniculture and Winemaking "Magarach" of RAS, Yalta, Russia

KEY WORDS:

cold night index,
viticulture and
winemaking region,
carbohydrate-acid
complex, anthocyanin
potential

ABSTRACT

In the context of climate change, it is of utmost importance to study the transformation of carbohydrate-acid and phenolic complexes of grapes as they reach technical and phenolic ripeness, the discrepancy between which is increasing against the background of climate change. Studies in this direction are relevant, and in future they will open the way to predict the response of a grape plant to abiotic environmental factors, the formation of quality indicators of raw materials and finished products. The studies conducted allowed revealing the effect of various factors on the formation of phenolic complex of red grapes. It was shown that the total anthocyanin potential in the studied grape samples varied from 735 to 1976 mg/dm³ and was characterized as average → excellent. The dependence of the percentage of extracted anthocyanins on the mass concentration of sugars in grapes, expressed by a cuspidal function, was established. The maximum degree of anthocyanin extractability was observed at grape sugar content of 19–23 g/100 cm³, and amounted to 53–65%. The positive effect of the cold night index on the total anthocyanin potential of grapes was confirmed ($r = -0,58$). At the same time, a direct dependence ($r = 0,75$) was observed between the degree of anthocyanin extraction from grapes and the cold night index. The authors established a decrease in the content of phenolic substances in must after pressing whole berries as the value of the glucoacidimetric indicator increased ($r = -0,70$), as well as a decrease in the mass concentration of phenolic substances after 4 hours of infusion ($r = -0,59$). From 82.7 to 96.3% of all phenolic substances in grapes were represented by flavan-3-ols and anthocyanins. The predominant anthocyanins in grapes were malvidin-3-O-glucoside and malvidin-3-O-coumaroylglucoside. The mass concentration of malvidin-3-O-glucoside ranged from 580 to 1224 mg/kg or 47.4–81.3% of all grape anthocyanins. The proportion of malvidin-3-O-coumaroylglucoside amounted to 9.3–23.8% of anthocyanin complex components.

FUNDING: The article was prepared as part of research on the topic "Development of a methodology for intelligent automated monitoring for solving problems in the field of winemaking and viticulture" state assignment No. FNZM-2022-0010.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Червяк, С. Ф., Бойко В. А., Олейникова, В. А., Романов, А. В. (2024). Фенольный комплекс винограда сорта Бастардо магарачский и факторы, обуславливающие его формирование. *Пищевые системы*, 7(4), 508–514. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-508-514>

FOR CITATION: Chervyak, S. N., Boyko, V. A., Oleinikova, V. A., Romanov, A. V. (2024). Phenolic complex of Bastardo Magarachsky grape cultivar and factors determining its formation. *Food Systems*, 7(4), 508–514. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-508-514>

1. Введение

При производстве красных вин основной технологической задачей является обеспечение благоприятных условий для максимального экстрагирования из ягоды винограда компонентов фенольного комплекса, которые формируют ароматический, цветовой и вкусовой профиль вина, а также последующее их сохранение на отдельных стадиях формирования и созревания вина [1,2]. Эффективность перехода ароматических и красящих веществ из мезги зависит от множества факторов, среди которых: степень зрелости винограда, способы физического воздействия на ягоды, уровень механического или ферментативного разрушения клеток, количественное содержание этих соединений, температура и др. [3,4]. Экстрагируемые фенольные вещества в винограде содержатся преимущественно в семенах (60–70%), кожце (28–35%), а также в меньшей степени в мякоти (около 10% и менее) [5,6].

Выявление связи между качеством вина и его фенольным составом — одна из ключевых задач современных энологических исследований. Например, антоциановые отпечатки сортовых вин предлагаются в качестве аналитического инструмента для сертификации подлинности [7]. Характер некоторых классов флавоноидов находится под строгим генетическим контролем, и их распределение значительно варьирует в зависимости от сорта винограда [8,9].

На биосинтез фенольных веществ в ягоде большое влияние оказывают агротехнические приемы возделывания, такие как схема посадки, длина обрезки, нормирование урожая, дефолиация, орошение [9,10]. Отмечено положительное влияние некорневых подкормок растений винограда азотсодержащими удобрениями на качество урожая и на сроки достижения фенольной зрелости [11,12].

Качество винограда и будущего вина, определяется терруаром, который включает в себя почвенно-климатические факторы, особенности местности, а также винодельческие традиции [13,14]. Органолептический профиль вина во многом обусловлен климатическими условиями года, сортом винограда и степенью его зрелости на момент сбора урожая [15,16].

Artem V. и др. [17] исследовали значимость и влияние терруара произрастания на фенольный состав красных сортов винограда. С помощью метода Glories был проведен анализ главных компонентов фенольного состава, по которым, благодаря статистической обработке, образцы показали четкую дифференциацию по терруарам произрастания.

Изменение климата усиливает несоответствие между достижением технической и фенольной зрелости винограда. В связи с этим первостепенное значение приобретает изучение трансформации углеводно-кислотного и фенольного комплексов в процессе созревания ягод [18]. Понимание того, как климатические изменения влияют на рост, развитие и состав винограда, имеет решающее значение для управления виноградарствами и для обеспечения производства вина стабильного качества.

Группа ученых во главе с Massimo Iorizzo [19] изучали зависимость фенотипических характеристик винограда сортов Альянико и Каберне Совиньон от климатических условий различных терруаров. Их исследование показало ключевую роль факторов терруара в формировании мономерных антоцианов, а также генетической пластичности сортов винограда для адаптации к различным изменениям окружающей среды.

Del-Castillo-Alonso M. A. и др. [20] были изучены образцы винограда сорта Пино Уяр от южной Испании до центральной Германии с целью оценки влияния различных факторов окружающей среды на состав фенольного комплекса в кожце ягод винограда. Исследование показало положительную корреляцию между количеством солнечной радиации и флавонолами, особенно за 5–10 дней до начала созревания и уборки урожая. Такие факторы, как температура воздуха, количество осадков и индекс засушливости, показали меньшую корреляцию с содержанием метаболитов в сравнении с солнечной радиацией [20].

В Турции изучали влияние терруара и климатических условий года на качественный состав вин из винограда сорта Мускат Борново. Было определено, что вина, изготовленные из винограда с терруара Мендерес, содержали большее количество фенольных соединений, чем вина из региона Кемалие. В регионе Кемалие в фазу развития ягод выпадение осадков привело к снижению концентрации фенольных соединений и транс-каутаровой кислоты, а также к повышению содержания процианидина B4 [21].

Исследования в данном направлении являются актуальными и позволяют в дальнейшем прогнозировать реакцию виноградного растения на абиотические факторы среды, а также на формирование качественных показателей сырья и готовой продукции.

Цель настоящей работы — изучение формирования и трансформации углеводно-кислотного и фенольного комплексов винограда сорта Бастардо магарачский на разных стадиях созревания.

2. Объекты и методы

Объектом исследования являлся виноград сорта Бастардо магарачский, возделываемый в Восточном степном, Горно-долинном, Горно-долинно-приморском виноградо-винодельческих районах Крыма, а также в г. Севастополь. Исследования проводили в сезон виноделия 2023 г. Промышленный сбор винограда осуществляли в период с 12.09 по 10.10.2023 г. Начало сбора в различных виноградо-винодельческих районах различалось в 1–3 дня. Общая выборка составила 65 образцов винограда.

Для оценки климатического влияния на формирование антоцианового комплекса винограда был выбран индекс холодных ночей [22].

В период промышленного сбора с анализируемых участков отбирали среднюю пробу винограда в количестве не менее 10 кг. В подготовленной пробе сула определяли массовую концентрацию сахаров ареометрическим методом с помощью ареометра DIN12791/L50 pression (Schneider, Германия), водородный показатель (pH) и массовую концентрацию титруемых кислот — иономером универсальным И-160 (ТД «Автоматика», Беларусь) [23]. Также выявляли содержание фенольных веществ и мономерных антоцианов колориметрическим методом на спектрофотометре Specord 40 (Analytik Jena, Германия) [23,24]. Все измерения выполняли в трех повторностях. Степень зрелости винограда оценивали с помощью глюкоацидиметрического показателя (ГАП), показателя технической зрелости (ПТЗ), а также показателя фенольной зрелости [25,26] по формулам:

$$ПТЗ = pH^2 \cdot \text{массовая концентрация сахаров, г/100 мл} \quad (1)$$

$$ГАП = \frac{\text{массовая концентрация сахаров, г/100 см}^3}{\text{массовая концентрация титруемых кислот, г/л}} \quad (2)$$

Оценку фенольной зрелости винограда проводили по методике Glories, основанной на определении содержания антоцианов ($A_{\text{pH}1,0}$), потенциальных извлекаемых антоцианов ($A_{\text{pH}5,2}$), процента экстрагируемых антоцианов (А), доли танинов семян (Мр) и общего содержания фенолов (A_{280}) [25,27]. Измерение значений оптической плотности исследуемых образцов выполняли на спектрофотометре Specord 40 (Analytik Jena, Германия) в кювете с толщиной оптического слоя 1 мм.

Способность винограда отдавать компоненты фенольного комплекса и их трансформацию в процессе переработки оценивали по следующим показателям:

- массовая концентрация фенольных веществ сула, полученного прессованием целых ягод (ФВ_{исх}, принимают за исходное содержание компонента в сусле), мг/дм³;
- технологический запас фенольных веществ, критерий потенциального содержания компонента в ягоде (ТЗ ФВ, массовая концентрация фенольных веществ в сусле после предварительного нагревания мезги до $70 \pm 2^\circ\text{C}$ и при настаивании при этой температуре в течение 30 мин), мг/дм³;
- окисляющая способность сула (ФВ_{ок}): соотношение содержания фенольных веществ после окисления в течение 1 часа (ФВ_{1ч}) к исходному содержанию (ФВ_{исх}), %;
- мацерирующая способность сула — способность винограда к отдаче фенольных веществ при настаивании мезги в течение 4 часов при $20\text{--}25^\circ\text{C}$ (ФВ_{мац}), соотношение массовой концентрации фенольных веществ в сусле после настаивания мезги (ФВ_{4ч}) к исходному содержанию (ФВ_{исх}), %;
- способность к экстракции — возможность винограда к отдаче фенольных веществ из твердых частей ягоды в сусле (ФВ_{мац}/ТЗ ФВ), соотношение массовой концентрации фенольных веществ в сусле после настаивания мезги в течение 4 часов при $20\text{--}25^\circ\text{C}$ к технологическому запасу фенольных веществ, %.

Гомогенизацию ягод проводили после удаления семян в планетарной микромельнице PULVERISETTE7 premium line (Fritsch, Германия) в размольтных стаканах с агатовой поверхностью и агатовыми шарами. Отбирали 1 г. гомогенизированной пробы в стеклянную виалу с добавлением 3 мл 1% спиртового раствора HCL [27,28]. Анализ фенольного комплекса проводили на ВЭЖХ системе Shimadzu LC20 Prominence с колонкой Macherey-Nagel EC250/2 NUCLEOSIL 100-5 C18 AB на диодно-матричном детекторе SPD-M20A (SHIMADZU, Япония). Объем пробы 2 мкл, детектирование при 280 нм, 310 нм, 330 нм, 525 нм с частотой сканирования 3 Гц. Элюирование проводили в градиентном режиме возрастания доли раствора В (смесь AcCN: MeOH: HClO₄ в соотношении 40:40:20, pH 2,5) в смеси с раствором А (водный раствор HClO₄ pH 1,8) в течение 80 мин.

Все аналитические измерения проводили в трех повторностях, расхождение между параллельными определениями не превышало ошибки методов.

Определение физико-химических показателей винограда проводили в свежеполученном сусле после прессования вручную целых ягод. Для этого отбирали среднюю пробу ягод (100 г), предварительно отделенных от гребней, измельчали и после прессования отделяли жидкую фракцию через арганзу. При определении качественного состава и количественного содержания компонентов углеводно-кислотного комплекса и содержания фенольных веществ использовали пробу сусла после предварительного центрифугирования на центрифуге Eppendorf 5702 (Eppendorf, Германия) (скорость вращения ротора центрифуги 7000 об/мин., продолжительность — 10 минут).

Экспериментальные данные обрабатывали с помощью общепринятых методов математической статистики с применением программного пакета IBM SPSS Statistics (v 17.0), Microsoft Excel. Все исследования выполнены в трех повторностях. Вычисление парных корреляций между показателями осуществляли для уровня значимости 0,05.

3. Результаты и обсуждение

Первый этап исследования предусматривал оценку углеводно-кислотного и фенольного комплексов винограда сорта Бастардо магарачский, произрастающего в разных виноградо-винодельческих районах Крыма (Таблицы 1–3).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что исследуемые образцы винограда существенно отличались по количественному составу углеводно-кислотного комплекса, что обусловлено, в первую очередь, географическим расположением виноградных насаждений и различным уровнем теплообеспеченности виноградо-винодельческого района [29]. Виноград из Севастопольской зоны отличался минимальным содержанием сахаров (менее 17 г/100 см³). Он не достиг стадии технической зрелости к началу промышленного сбора и не соответствовал требованиям нормативной документации для технических сортов винограда, направляемых на промышленную переработку. Максимальное накопление сахаров отмечено в винограде из Горно-долинно-приморского района, и этот показатель достигал 27,1 г/100 см³. При этом минимальным содержанием титруемых кислот отличался виноград из Горно-долинного района, значения не превышали 4,8 г/дм³.

Величина показателя технической зрелости и глюкоацидиметрического показателя варьируют в диапазоне значений 2,0–4,8 и 152–393 соответственно. Отдельные партии исследуемого винограда превышали рекомендуемые значения сырья, используемого для производства красных сухих вин: ПТЗ = 155–270, ГАП = 2,5–3,9 [30].

Согласно литературным данным, общий антоциановый потенциал оценивается как отличный при значении $A_{pH1,0}$ более 1200 мг/дм³, очень хороший — 1000–1200 мг/дм³, хороший — 800–1000 мг/дм³, средний — 600–800 мг/дм³, недостаточный — менее 600 мг/дм³ [17]. Оценка фенольной зрелости винограда показала значительное варьирование антоцианового потенциала в ягоде в зависимости от региона возделывания (Таблица 2). Так, по мере увеличения $A_{pH1,0}$ ис-

следуемые виноградо-винодельческие районы можно расположить в следующей последовательности: Горно-долинный → Горно-долинно-приморский → Восточный степной → Севастополь. Количественное выражение антоцианового потенциала варьирует от среднего до отличного. Несмотря на максимальный запас антоцианов в винограде из Севастополя, ягоды отличались минимальным процентом экстрагируемых антоцианов, что обусловлено недостаточной зрелостью винограда. Кроме того, даже после достижения технической зрелости виноград из этого района характеризовался низкой степенью экстракции компонентов антоцианового комплекса в процессе настаивания мезги, что может свидетельствовать о необходимости проведения дополнительных агромероприятий на стадии вегетации с целью повышения фенольной зрелости винограда, а также применения технологических приемов для интенсификации экстракционных процессов при производстве винопродукции. Для других виноградо-винодельческих районов процент экстрагируемых антоцианов находился в диапазоне 46,5–65,0%.

Важным показателем фенольной зрелости винограда также является доля танинов семян, так как высокое содержание танинов, экстрагируемых из семян ягоды, увеличивает риск негативного влияния на вкус виноматериала. Значение показателя составляло от 10,7 до 28,0% в зависимости от района произрастания и от степени зрелости винограда. Зависимости между долей танинов семян и сахаристостью винограда не установлено.

По мере созревания виноградной ягоды проницаемость клеточных стенок кожицы ягод постепенно увеличивается, таким образом повышается экстрагируемость антоцианов и других компонентов кожицы винограда.

Установлена зависимость процента экстрагируемых антоцианов от массовой концентрации сахаров в винограде, выраженная параболической функцией (Рисунок 1). При массовой концентрации сахаров в винограде 15,6–27,1 г/100 см³ значения показателя А варьировали в диапазоне 41,2–65,0%. Максимальная степень экстрагируемости антоцианов отмечена при сахаристости винограда 19–23 г/100 см³ и составила 53–65%. Полученные результаты подтверждают мнение о том, что между формированием углеводно-кислотного и фенольного комплексов не существует прямой зависимости.

В то же время, на основании приведенных данных, можно сделать вывод о том, что для винограда сорта Бастардо магарачский достижение фенольной и технической зрелости может варьировать в диапазоне массовой концентрации сахаров 19–23 г/100 см³. Полученные результаты согласуются с ранее представленными данными Маркосова В. А. и сотр. для винограда сорта Пино Нуар [31]. Процент экстрагируемых антоцианов при этом не превышает 65%.

Индукция биосинтеза антоцианового пигмента в растениях также вызвана факторами окружающей среды и адаптацией к тем или иным стрессовым условиям [6]. Оценку влияния климатических факторов на формирование антоцианового комплекса винограда осуществляли с помощью индекса холодных ночей — показателя, представляющего собой среднее многолетнее значение минимальных температур воздуха в сентябре (в северном полушарии) или

Таблица 1. Показатели углеводно-кислотного комплекса винограда Бастардо магарачский

Table 1. Indicators of the carbohydrate-acid complex of grape 'Bastardo Magarachsky'

Виноградо-винодельческий район Крыма	n	Массовая концентрация		*рН	*ГАП	ПТЗ
		сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³			
Восточный степной (п. Первомайское)	19	19,4–21,5	7,3–7,5	3,3	2,7–2,9	205–231
Горно-долинно-приморский (п. Морское)	21	17,8–27,1	5,1–6,6	3,5–3,9	3,2–4,3	228–393
Горно-долинный (п. Приветное)	13	19,6–22,8	4,2–4,8	3,5–3,6	4,5–4,8	249–280
Севастополь	12	15,6–21,0	5,8–8,7	3,1–3,5	2,0–3,6	152–262

Примечание: данные в столбцах существенно различаются ($p < 0,05$), кроме столбцов со значком «*», где ($p > 0,05$), n — количество исследуемых образцов.

Таблица 2. Показатели фенольной зрелости винограда Бастардо магарачский

Table 2. Indicators of phenolic ripeness of grape 'Bastardo Magarachsky'

Виноградо-винодельческий район Крыма	$A_{pH1,0}$, мг/дм ³	$A_{pH3,2}$, мг/дм ³	А, %	*Мр, %	A_{280} , %	Оценка общего антоцианового потенциала
Восточный степной (п. Первомайское)	1379–1976	864–1106	56–64,1	16,4–28,0	47,9–69,1	очень хороший → отличный
Горно-долинно-приморский (п. Морское)	887–1724	480–856	46,5–65,0	11,6–22,0	35,6–54,2	хороший → отличный
Горно-долинный (п. Приветное)	735–751	401–658	53,4–65,0	10,7–18,1	32,7–48,6	средний
Севастополь	1083–2037	527–840	41,2–48,6	14,4–20,3	43,3–50,1	очень хороший → отличный

Примечание: данные в столбцах существенно различаются ($p < 0,05$), кроме столбцов со значком «*», где ($p > 0,05$).

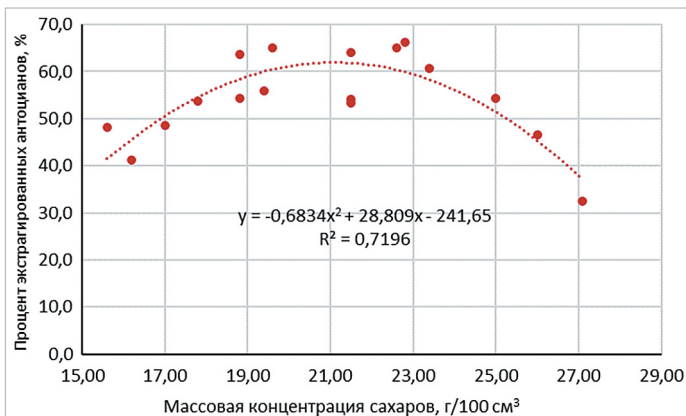


Рисунок 1. Влияние сахаристости винограда на экстрагируемость антоцианов из ягоды винограда Бастардо магарачский

Figure 1. Effect of the sugar content of grape on anthocyanin extractability from the Bastardo Magarachsky grape berry

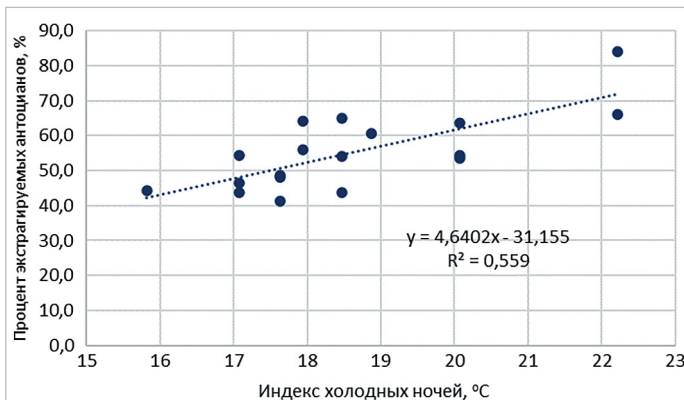


Рисунок 2. Влияние индекса холодных ночей на экстрагируемость антоцианов из ягоды винограда Бастардо магарачский

Figure 2. Effect of the cold night index on anthocyanin extractability from the Bastardo Magarachsky grape berry

в марте (в южном полушарии) [22]. Согласно литературным данным, при постоянной дневной температуре (+25 °С) интенсивность окраски винограда будет зависеть от более низких температур ночи [32,33]. Анализ полученных данных позволил подтвердить положительное влияние индекса холодных ночей на общий антоциановый потенциал винограда. Закономерность описывается обратной линейной зависимостью ($r = -0,58$). В то же время взаимосвязь между степенью экстрагирования антоцианов из винограда от индекса холодных ночей (Рисунок 2) выражается прямой зависимостью с высоким коэффициентом корреляции ($r = 0,75$).

Оценку фенольного комплекса винограда осуществляли с помощью показателей, учитывающих способность винограда к отдаче фенольных компонентов в сусло при прессовании целыми ягодами и при настаивании мезги. Окислительно-восстановительные свойства сусла анализировали по изменению концентрации фенольных веществ при длительном контакте сусла с кислородом воздуха (Таблица 3). Анализ данных показал, что содержание фенольных веществ в сусле после прессования целых ягод варьирует в диапазоне 619–1080 мг/дм³. Значение показателя ФВ_{исх} коррелирует с потенциальным количеством экстрагируемых из ягоды винограда антоцианов ($r = 0,75$). Согласно полученным данным, виноград из Горно-долинного виноградо-винодельческого района характеризовался минимальным технологическим запасом фенольных веществ, что обусловило незначительный их переход в сусло после индуцированного окисления и настаивания мезги в течение 1 и 4 часов соответственно. Кроме того, для винограда данного региона отмечено минимальное содержание мономерных антоцианов в сусле после прессования целых ягод.

Оценка мацерирующей способности винограда показала, что для образцов из Восточного степного виноградо-винодельческого района значение показателя не превышает 95%, что свидетельствует о преобладании окислительных процессов над экстракционными. Для винограда из других районов величина ФВ_{мац} в 86% случаях составила более 100% и максимально достигала 159% по сравнению с исходным содержанием фенольных веществ в сусле после прессования целых ягод. Способность винограда к экстракции фенольных веществ в процессе настаивания мезги от технологического запаса (ФВ_{мац}/ТЗ ФВ) составила от 47 до 86%.

Согласно литературным данным, в начале созревания ягоды винограда содержат максимальное количество фенольных соединений, которое уменьшается по мере созревания плодов [13,18,34]. Широкий диапазон варьирования величины глюкоацидиметриче-

ского показателя (от 2,0 (рекомендуемое значение для производства игристых вин) до 4,8 (характерный для винограда позднего сбора)) позволил оценить влияние степени зрелости винограда на содержание фенольных веществ в сусле (Рисунок 3) [29]. Анализ полученных данных показал снижение содержания фенольных веществ в сусле после прессования целых ягод по мере возрастания величины глюкоацидиметрического показателя ($r = -0,70$). Аналогичная тенденция отмечается и для массовой концентрации фенольных веществ после 4 ч настаивания ($r = -0,59$). Полученные результаты свидетельствуют о возможности глубокого катаболизма фенольных соединений растением с образованием продуктов первичного обмена вплоть до углекислоты. Продукты такого катаболического расщепления вовлекаются в первичный метаболизм и могут использоваться как исходные компоненты для различных биосинтезов [35].

Общепризнано, что фенольные соединения играют важную роль в формировании качества вина, поэтому значительное количество исследований направлено на изучение факторов, обуславливающих влияние на формирование фенольного комплекса винограда в процессе созревания, а также режимов и параметров в процессе переработки сырья с целью максимального их экстрагирования. Согласно литературным данным, фенольные вещества винограда можно

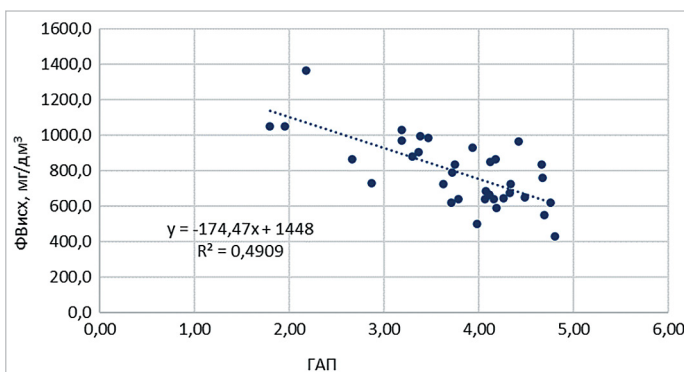


Рисунок 3. Влияние показателя ГАП на содержание фенольных веществ в сусле винограда Бастардо магарачский

Figure 3. Effect of the glucoacidimetric indicator on the content of phenolic substances in must of Bastardo Magarachsky grape

Таблица 3. Показатели фенольного комплекса винограда Бастардо магарачский

Table 3. Indicators of the phenolic complex of Bastardo Magarachsky grape

Виноградо- винодельческий район Крыма	Массовая концентрация, мг/дм³				
	ФВ _{исх}	ФВ _{1ч}	ФВ _{4ч}	ФВ ТЗ	мономерных антоцианов
Восточный степной (п. Первомайское)	1052–1080	949–1132	*972–984	1452–1555	45,5–60,0
Горно-долинно-приморский (п. Морское)	619–1032	462–814	526–1069	629–1814	25,7–129,3
Горно-долинный (п. Приветное)	500–664	*518–562	470–1216	998–1745	9,7–31,5
Севастополь	780–932	797–1273	1020–1173	1361–1754	13,2–35,2

Примечание: данные в столбцах существенно различаются ($p < 0,05$), кроме ячеек со значком «*», где ($p > 0,05$).

разделить на семейства флавоноидов (антоцианы, флаван-3-олы, флавонолы, флаванолы, флавононолы, флавоны и халконы) и нефлавоноидов (гидроксibenзойная и гидроксикоричная кислоты и стильбены). Нефлавоноиды локализованы в семечке, кожце и мякоти ягоды и ответственны за синтез ключевых соединений, участвующих в росте и развитии ягод, а также являются нейтратизаторами свободных радикалов. Флавоноиды, характеризующиеся высокой антиоксидантной способностью и ответственные за формирование органолептического профиля вин, экстрагируются из кожицы и семечки ягоды. Антоцианы ответственны за красный, синий и фиолетовый пигмент в тканях растений, а также оказывают существенное влияние на сенсорные свойства. Локализованы антоцианы преимущественно в кожце виноградной ягоды [6,33].

Методом ВЭЖХ был определен профиль фенольного комплекса винограда, возделываемого в разных виноградо-винодельческих районах (Таблица 4), а также в динамике созревания (Рисунок 4).

Анализ представленных данных свидетельствует о том, что основными фенольными веществами винограда являются флаван-3-олы и антоцианы, которые составляют от 82,7 до 96,3% всех фенольных веществ винограда. Основными представителями флаван-3-олов в ягоде являются эпикатехин и д-катехин, массовая концентрация которых варьировала в диапазоне значений 777–1910 и 45–195 мг/кг соответственно. На долю флаван-3-олов приходится в среднем 36–42% всех компонентов фенольного комплекса.

Из антоцианов в винограде преобладают мальвидин-3-О-глюкозид и мальвидин-3-О-кумароилглюкозид. Массовая концентрация мальвидин-3-О-глюкозида составляла от 580 до 1224 мг/кг или 47,4–81,3% всех антоцианов винограда. На долю мальвидин-3-О-кумароилглюкозида приходится 9,3–23,8% компонентов антоцианового комплекса.

Процианидины В-типа являются биологически активными веществами, обладающими антиоксидантными, антигиперлипидными, противовоспалительными, противодиабетическими, противовирусными и противоопухолевыми свойствами [36,37]. Процианидины типа В, в частности димеры, такие как В1, В2, В3 и В4, основном находятся в кожце винограда (0,01–0,86 г/кг с. в.) и в меньшей степени в семенах (0,04–0,18 г/кг с. в.) [38]. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что основная доля процианидинов в исследуемых образцах винограда приходится на процианидин В4, содержание которого варьировало в диапазоне значений от 42,7 до 470,7 мг/дм³ (или 50–58%). При этом максимальным содержанием данного компонента характеризовались образцы винограда, возделываемого в Горно-долинном виноградо-винодельческом районе и г. Севастополь. Аналогичная тенденция отмечена и в отношении содержания других компонентов процианидинового комплекса.

Таблица 4. Профиль фенольного комплекса винограда, мг/кг

Table 4. Profile of the phenolic complex of grape, mg/kg

Фенольные вещества	Винодельческий район Крыма	Восточный степной (п. Первомайское)	Горно-долинно-приморский (п. Морское)	Горно-долинный (п. Приветное)	Севастополь
Антоцианы	дельфинидин-3-О-глюкозид	52,6–133	46,3–119,7	275,9–346,0	47,8–84,5
	цианидин-3-О-глюкозид	19,4–24,1	6,7–21,7	68,3–98,0	7,0–12,3
	петунидин-3-О-глюкозид	66,1–157,8	58,6–142,0	77,5–108,1	81,6–101,8
	пеонидин-3-О-глюкозид	114,8–160,6	119,6–144,5	551–615	114,8–135,2
	мальвидин-3-О-глюкозид*	580–921	608–1224	1041–1141	1047–1103
	дельфинидин-3-О-ацетилглюкозид*	0	0–2,9	2,2–3,6	2,6–3,1
	цианидин-3-О-ацетилглюкозид*	0,8–1,0	0,9–5,3	1,0–1,2	4,6–5,2
	петунидин-3-О-ацетилглюкозид	4,9–8,0	3,9–11,3	0,3–0,4	11,3–12,1
	пеонидин-3-О-ацетилглюкозид*	1,3–3,9	0,9–4,1	0	1,0–1,7
	мальвидин-3-О-ацетилглюкозид	14,1–44,8	40,3–169,1	10,0–17,6	155,8–162,3
Гидроксibenзойная и гидроксикоричная кислоты	галловая кислота	32,9–50,6	30,1–45,5	61,4–105,2	61,4–70,2
	Кафтаровая кислота*	4,1–7,5	6,4–12,5	5,6–7,5	5,6–6,2
Процианидины	В1	8,7–43,2	13,0–38,9	101,4–149,4	104,0–117,2
	В2	10,3–101,0	9,2–20,6	100,1–131,1	100,1–112,4
	В3	21,5–51,4	17,7–20,6	52,3–67,7	54,3–57,1
	В4	42,7–193,5	71,5–174,1	341,0–470,7	349,0–397,1
Флаван-3-олы	эпикатехин	777–1099	785–1600	1719–1910	1619–1789
	д-катехин	73,7–169,7	44,9–118,1	139,4–195,2	126,4–146,3

Примечание: данные в строках существенно различаются ($p < 0,05$), кроме строк со значком «*», где ($p > 0,05$).

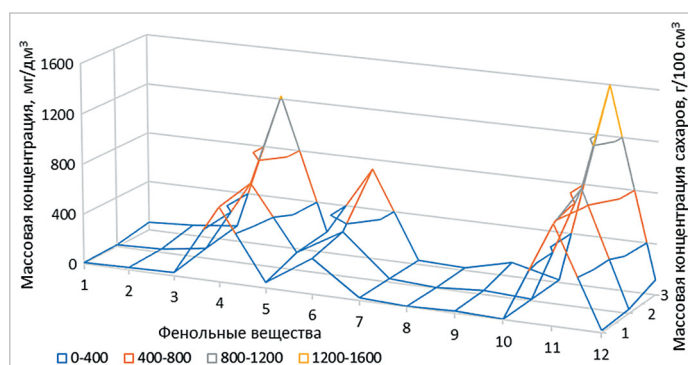


Рисунок 4. Изменение профиля фенольных веществ винограда в процессе созревания

Figure 4. Change in the profile of the phenolic substances of grape during ripening

Примечание: 1 — дельфинидин-3-О-глюкозид, 2 — петунидин-3-О-глюкозид, 3 — пеонидин-3-О-глюкозид, 4 — мальвидин-3-О-глюкозид, 5 — мальвидин-3-О-ацетилглюкозид, 6 — мальвидин-3-О-кумароилглюкозид, 7 — галловая кислота, 8 — процианидин В3, 9 — процианидин 4, 10 — процианидин В2, 11 — эпикатехин, 12 — д-катехин; массовая концентрация сахаров: 1–17,8 г/100 см³, 2–19,5 г/100 см³, 3–21,5 г/100 см³.

Содержание дельфинидин-3-О-ацетилглюкозида, цианидин-3-О-ацетилглюкозида, петунидин-3-О-ацетилглюкозида, пеонидин-3-О-ацетилглюкозида и кафтаровой кислоты находилось в следовых количествах и не превышало 13 мг/кг.

Исследование изменения профиля фенольного комплекса винограда в процессе созревания показало увеличение массовой концентрации основных классов фенольных веществ, присутствующих в ягоде. Основными компонентами фенольного комплекса, претерпевающими количественные изменения, являются: мальвидин-3-О-глюкозид, мальвидин-3-О-кумароилглюкозид и эпикатехин, содержание которых увеличилось в 2,1, 2,6 и 2 раза соответственно. Массовая концентрация дельфинидин-3-О-глюкозида увеличилась в 6 раз, петунидин-3-О-глюкозида — в 4,6 раза, петунидин-3-О-кумароилглюкозида — в 8,2 раза, при этом содержание компонентов не превышало 100 мг/кг.

В то же время, согласно литературным данным, количество флаван-3-олов и проантоцианидинов в процессе созревания винограда может снижаться: их больше во время цветения и меньше по мере созревания винограда [39], что может быть обусловлено как сортовыми особенностями винограда, так и агроклиматическими условиями его произрастания.

4. Выводы

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить влияние различных факторов на формирование фенольного комплекса винограда красных сортов. Показано, что общий антоциановый потенциал исследуемых образцов винограда варьирует от 735 до 1976 мг/дм³ и характеризуется как средний → отличный. Установлена зависимость процента экстрагируемых антоцианов от массовой концентрации сахаров в винограде Бастардо магарачский, выраженная параболической функцией. Максимальная степень

экстрагируемости антоцианов отмечена при сахаристости винограда 19–23 г/100 см³ — этот показатель составил 53–65%. Подтверждено положительное влияние индекса холодных ночей на общий антоциановый потенциал винограда ($r = -0,58$). Взаимосвязь между степенью экстрагирования антоцианов и индексом холодных ночей выражается прямой зависимостью ($r = 0,75$). По мере увеличения глюкоацидиметрического показателя происходит снижение содержания фенольных веществ в сусле после прессования целых ягод ($r = -0,70$) и после 4 часов настаивания мезги ($r = -0,59$).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

- Li, L., Sun, B. (2019). Grape and wine polymeric polyphenols: Their importance in enology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(4), 563–579. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1381071>
- Merkytė, V., Longo, E., Windisch, G., Boselli, E. (2020). Phenolic compounds as markers of wine quality and authenticity. *Foods*, 9(12), Article 1785. <http://doi.org/10.3390/foods9121785>
- Van Leeuwen, C., Barbe, J.-C., Darriet, P., Destrac-Irvine, A., Gowdy, M., Lytra, G. et al. (2022). Aromatic maturity is a cornerstone of terroir expression in red wine. *OENO One*, 56(2), 335–351. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2022.56.2.5441>
- Апарнева, М. А. (2018). Научное обоснование и разработка технологии винных напитков типа кагор, получаемых из районированных в Алтайском крае сортов винограда. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Бийск, 2018. [Aparneva, M. A. (2018). Scientific substantiation and development of the technology of wine beverages of the Cahor type produced from recognized varieties of grape in Altai Krai. Author's abstract of the dissertation for the scientific degree of Candidate of Technical Sciences. Bysk, 2018. (In Russian)]
- Di Stefano, R., Flamini, R. (2008). High performance liquid chromatography analysis of grape and wine polyphenols. Chapter in a book: *Hyphenated Techniques in Grape and Wine Chemistry*. John Wiley and Sons, Ltd, 2008. <https://doi.org/10.1002/9780470754320.ch2>
- Hornedo-Ortega, R., Reyes González-Centeno, M., Chira, K., Jourdes, M., Teissedre, P.-L. (2021). Phenolic compounds of grapes and wines: Key compounds and implications in sensory perception. *IntechOpen*, 2021. <http://doi.org/10.5772/intechopen.93127>
- Picariello, G., Ferranti, P., Chianese, L., Addeo, F. (2012). Differentiation of Vitis vinifera L. and hybrid red grapes by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry analysis of berry skin anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 4559–4566. <https://doi.org/10.1021/jf300456k>
- Chira, K., Schmauch, G., Saucier, C., Fabre, S., Teissedre, P.L. (2009). Grape variety effect on proanthocyanidin composition and sensory perception of skin and seed tannin extracts from Bordeaux wine grapes (cabernet sauvignon and merlot) for two consecutive vintages (2006 and 2007). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 545–553. <https://doi.org/10.1021/jf802301g>
- Revilla, E., García-Beneytez, E., Cabello, F., Martín-Ortega, G., Ryan, J.-M. (2001). Value of high-performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. *Journal of Chromatography*, 915(1–2), 53–60. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00635-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00635-5)
- Anić, M., Osrečak, M., Andabaka, Ž., Tomaz, I., Večenaj, Ž., Jelić, D. et al. (2021). The effect of leaf removal on canopy microclimate, vine performance and grape phenolic composition of Merlot (Vitis vinifera L.) grapes in the continental part of Croatia. *Scientia Horticulturae*, 285(1), Article 110161. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110161>
- Pérez-Álvarez, E. P., Intrigliolo, D. S., Almajano, M. P., Rubio-Bretón, P., Garde-Cerdán, T. (2021). Effects of water deficit irrigation on phenolic composition and antioxidant activity of monastrell grapes under semiarid conditions. *Antioxidants*, 10(8), Article 1501. <https://doi.org/10.3390/antiox10081501>
- Sáenz de Urturi, I., Ribeiro-Gomes, F. M., Marín-San Román, S., Murillo-Peña, R., Torres-Díaz, L., González-Lázaro, M. et al. (2023). Vine foliar treatments at veraison and post-veraison with methyl jasmonate enhanced aromatic, phenolic and nitrogen composition of tempranillo blanco grapes. *Foods*, 12, Article 1142. <https://doi.org/10.3390/foods12061142>
- Червяк, С. Н., Бойко, В. А., Левченко, С. В. (2019). Влияние некорневой подкормки растений на фенольную зрелость винограда и качественные характеристики виноделия. *Садоводство и виноградарство*, 4, 30–36. [Chervyak, S. N., Boyko, V. A., Levchenko, S. V. (2019). The effect of foliar treatment on phenolic maturity of grapes and qualitative characteristics of wines materials. *Horticulture and Viticulture*, 4, 30–36. (In Russian)] <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-4-30-36>
- Pinasseau, L., Vallverdú-Queralt, A., Verbaere, A., Roques, M., Meudec, E., Le Cunff, L. et al. (2017). Cultivar Diversity of grape skin polyphenol composition and changes in response to drought investigated by LC-MS based metabolomics. *Frontiers in Plant Science*, 8, Article 01826. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01826>
- Fang, F., Li, J.-M., Zhang, P., Tang, K., Wang, W., Pan, Q.-H. et al. (2008). Effects of grape variety, harvest date, fermentation vessel and wine ageing on flavonoid concentration in red wines. *Foodservice Research International*, 41(1), 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.09.004>
- Candar, S., Alço, T., Uysal, T., Uysal, G., Ahmet, T., Eryilmaz, I. et al. (2023). Oenological properties and terroir characteristics of an autochthonous grape cultivar: Ada Karası (Vitis vinifera L.). *European Food Research and Technology*, 249(10), 2595–2610. <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04317-7>
- Artem, V., Antoce, A. O., Ranca, A., Nechita, A., Enache, L., Postolache, E. (2016). The influence of terroir on phenolic composition of red grapes. *Bulletin of Uni-*
- versity of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Horticulture*, 73(2), Article 109. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:12173>
- Fredes, C., Mora, M., Carrasco-Benavides, M. (2017). An analysis of seed colour during ripening of cabernet sauvignon grapes. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 38(1), 38–45.
- Iorizzo, M., Sicilia, A., Nicolosi, E., Forino, M., Picariello, L., Lo Piero, A.R. et al. (2023). Investigating the impact of pedoclimatic conditions on the oenological performance of two red cultivars grown throughout southern Italy. *Frontiers in Plant Science*, 14, Article 1250208. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1250208>
- Del-Castillo-Alonso, M. A., Castagna, A., Csepregi, K., Hideg, É., Jakab, G., Jansen, M. A. et al. (2016). Environmental factors correlated with the metabolite profile of Vitis vinifera cv. Pinot Noir berry skins along a European latitudinal gradient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(46), 8722–8734. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03272>
- Yabaci Karaoglan, S., Cabaroğlu, T. (2020). A comparison of the volatile and phenolic compositions of Muscat of Bornova wines from two different terroirs in the Aegean region of Turkey. *Food Science and Technology*, 40(4), 844–853. <https://doi.org/10.1590/fst.21819>
- Рыбалко, Е. А. (2020). Климатические индексы в виноградарстве. *Магарач. Виноградарство и виноделие*, 22(1), 26–28. [Rybalko, E. A. (2020). Climatic indices in viticulture. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 22(1), 26–28. (In Russian)] <https://doi.org/10.35547/IM.2020.22.1.005>
- Гержикова, В. Т., Аникина, Н. С., Гниломедова, Н. В., Червяк, С. Н., Весютова, А. В., Ермихина, М. В. и др. (2023). Технохимический контроль в современном виноделии. Методические рекомендации. Симферополь: Полипринт, 2023. [Gerzhikova, V. G., Anikina, N. S., Gnilomedova, N. V., Chervyak, S. N., Vesjutova, A. V., Ermikhina, M. V. et al. (2023). Technochemical control in modern winemaking. Methodical recommendations. Simferopol: Poliprint, 2023.]
- Аникина, Н. С., Погорелов Д. Ю., Михеева, Л. А. (2017). Определение мономерных антоцианов в виноградных виноматериалах и винах. *Магарач. Виноградарство и виноделие*, 1, 40–43 [Anikina, N. S., Pogorelov, D. Yu., Mikhieva, L. A. (2017). Determination monomeric anthocyanins in grape wine materials and wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 1, 40–43. (In Russian)]
- Rajha, H. N., Darra, N. E., Kantar, S. E., Hobaika, Z., Louka, N., Maroun, R. G. (2017). A comparative study of the phenolic and technological maturities of red grapes grown in Lebanon antioxidants. *Antioxidants*, 6(1), Article 8. <https://doi.org/10.3390/antiox6010008>
- Aha R. (2006). Phenolic ripeness in south Africa. Assignment submitted in partial requirement for Cape Wine. Masters Diploma. Stellenbosch, 2006.
- Nel, A. P. (2018). Tannins and anthocyanins: From their origin to wine analysis — A review. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 39(1), 1–20. <https://doi.org/10.21548/39-1-1503>
- Boyko, V., Levchenko, S., Belash, D., Romanov, A., Chervyak, S. (2022). Changes in phenolic complex of table grapes of 'Italia' cultivar during long-term storage. *BIO Web of Conferences*, 47, Article 07003. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/20224707003>
- Rybalko, E. A., Chervyak, S. N., Ermikhina, M. V. (2023). Evaluation of viticulture and winemaking regions of crimea in accordance with climatic factors, and their influence on the quality characteristics of grapes. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 15(5), 246–263. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2023-15-5-936>
- Ганич, В. А., Наумова, Л. Г., Матвеева, Н. В. (2022). Изучение автохтонного донского сорта винограда Красностоп золотовский в условиях Нижнего Придонья. *Плодоводство и виноградарство юга России*, 74(2), 50–61. [Ganich, V., Naumova, L., Matveeva, N. (2022). Study of the autochthonous don grape variety krasnostop zolotovskiy in the conditions of the lower don. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*, 74(2), 50–61. (In Russian)] <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2022-2-74-50-61>
- Марковос, В. А., Агеева, Н. М., Зайцев, Г. П., Турганев, В. В. (2023). Исследование фенольных веществ в винограде сорта Пино-нуар и пригетовленных из него винах. *Магарач. Виноградарство и виноделие*, 1(123), 71–77. [Markosov, V. A., Ageeva, N. M., Zaitsev, G. P., Turgenev, V. V. (2023). Study of phenolic substances in 'Pinot noir' grapes and wines made with it. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 1(123), 71–77. (In Russian)] <https://doi.org/10.34919/IM.2023.25.1.010>
- Artem, V., Antoce, A. O., Geana, E. I., Ranca, A. (2023). Effect of foliar treatment with chitosan on phenolic composition of 'Fetească neagră' grapes and wines. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(1), Article 12920. <https://doi.org/10.15835/nbha51112920>
- Rouxinol, M. I., Martins, M. R., Barroso, J. M., Rato, A. E. (2023). Wine grapes ripening: A review on climate effect and analytical approach to increase wine quality. *Applied Biosciences*, 2(3), 347–372. <https://doi.org/10.3390/applbiosci2030023>

34. Herderich, M. J., Smith, P. A. (2005). Analysis of grape and wine tannins: Methods, applications and challenges. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11(2), 205–214. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00288.x>

35. Черноусова, И. В., Мосолкова, В. Е., Зайцев, Г. П., Гришин, Ю. В., Жилыкова, Т. А., Огай, Ю. А. (2022). Полифенолы виноградной грозди, качественный и количественный состав, технологический запас. *Химия растительного сырья*, 3, 291–300. [Chernousova, I. V., Mosolkova, V. E., Zaitsev, G. P., Grishin, Yu. V., Zhilyakova, T. A., Ogay, Yu. A. (2022). Grape bunch polyphenols, qualitative and quantitative composition, technological stock. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 3, 291–300 (In Russian)] <https://doi.org/10.14258/jcprm.2022039811>

36. Ma, J.-N., Feng, X., Shan, C.-B., Ma, Y., Lu, Z.-Y., Zhang, D.-J. et al. (2022). Quantification and purification of procyanidin B1 from food byproducts. *Journal of Food Science*, 87(11), 4905–4916. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16358>

37. Li, B., Fu, R. R., Tan, H., Zhang, Y., Teng, W., Li, Z. Y. et al. (2021). Characteristics of the interaction mechanisms of procyanidin B1 and procyanidin B2 with protein tyrosine phosphatase-1B: Analysis by kinetics, spectroscopy methods and molecular docking. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 259, Article 119910. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.119910>

38. Montealegre, R. R., Peces, R. R., Vozmediano, J. L. C., Gascueña, J. M., Romero, E. G. (2006). Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape Vitis vinifera varieties grown in a warm climate. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6–7), 687–693. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.05.003>

39. Downey, M. O., Harvey, J. S., Robinson, S. P. (2003). Analysis of tannins in seeds and skins of Shiraz grapes throughout berry development. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9(1), 15–27. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2003.tb00228.x>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Червяк София Николаевна — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, лаборатория цифровых технологий в виноделии и виноградарстве, Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» 298600, Ялта, ул. Кирова, 31 Тел: +7–978–263–43–70 E-mail: Sofi4@list.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9551-7448 * автор для контактов	Sofia N. Cherviak , Candidate of Technical Sciences, Senior Staff Research, Department of Digital Technologies in Winemaking and Viticulture, All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” 31, Kirov str., 298600, Yalta, Russia Tel: +7–978–263–43–70 E-mail: Sofi4@list.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9551-7448 * corresponding author
Бойко Владимир Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, Заведующий лабораторией хранения винограда, Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» 298600, Ялта, ул. Кирова, 31 Тел: +7–978–101–93–67 E-mail: vovhim@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2401-7531	Vladimir A. Boyko , Candidate of agricultural sciences, Head of the Department of Grape Storage All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” 31, Kirov str., 298600, Yalta, Russia Tel: +7–978–101–93–67 E-mail: vovhim@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2401-7531
Олейникова Вероника Анатольевна — младший научный сотрудник, лаборатория цифровых технологий в виноделии и виноградарстве, Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» 298600, Ялта, ул. Кирова, 31 Тел: +7–978–988–14–74 E-mail: nika063094@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0252-8904	Veronica A. Oleinikova , Junior Staff Scientist, Department of Digital Technologies in Winemaking and Viticulture, All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” 31, Kirov str., 298600, Yalta, Russia Tel: +7–978–988–14–74 E-mail: nika063094@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0252-8904
Романов Александр Вадимович — младший научный сотрудник, лаборатория цифровых технологий в виноделии и виноградарстве, Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» 298600, Ялта, ул. Кирова, 31 Тел: +7–978–939–47–69 E-mail: cod7–4orever@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9999-2657	Aleksandr V. Romanov , Junior Staff Scientist of the Department of Digital Technologies in Winemaking and Viticulture, All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” 31, Kirov str., 298600, Yalta, Russia Tel: +7–978–939–47–69 E-mail: cod7–4orever@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9999-2657
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	The author has the sole responsibility for writing the manuscript and is responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.