

# Исследование фенольных веществ в винограде сорта Пино нуар и приготовленных из него винах

Маркосов В.А.<sup>1✉</sup>, Агеева Н.М.<sup>1</sup>, Зайцев Г.П.<sup>2</sup>, Тургенев В.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Россия, 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39;

<sup>2</sup>Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31;

<sup>3</sup>ООО «Долина», Краснодарский край, Темрюкский р-н

✉markosov1941@mail.ru

*Статья посвящается памяти великого ученого Г.Г. Валуйко.*

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию фенольных соединений в винограде и виноматериалах из сорта винограда Пино нуар в сравнении с Каберне-Совиньон, произрастающем в виноградарских различных зонах Краснодарского края. Актуальность исследований определяется ценностью сорта Пино нуар, увеличением его посадок и широко использованием для производства сортовых вин. Объекты исследований: виноград и вино, произведенные из сортов винограда Пино нуар и Каберне-Совиньон (контроль). Систематизированы экспериментальные данные за 2017-2020 гг. по технологическому запасу, сумме фенольных соединений и концентрации антоцианов в шести хозяйствах Краснодарского края. Установлена существенная зависимость технологического запаса фенольных соединений от места произрастания винограда и погоднo-климатических условий в период вегетации и созревания винограда. Определена роль метеофакторов в накоплении и сохранности фенольных, в том числе красящих веществ. Показано, что вино из винограда сорта Пино нуар беднее антоцианами и, в отличие от Каберне-Совиньон, в нем отсутствуют ацилированные антоцианы, т.е. в сорте винограда Пино нуар они не синтезируются. Выдвинута гипотеза об образовании в процессе хранения вин из сорта винограда Пино нуар окрашенных молекул таких веществ, как ксантилиум, флавилиум. При этом цвет выдержанных вин Пино нуар создается продуктами конденсации фенольных веществ с образованием другой группы антоциановых пигментов, пираноантоцианов. Эти продукты образуются в процессе ферментации или созревания: витизины, оксовицины, пинотины, портизины. Результаты исследований могут быть использованы для совершенствования технологии производства вин из сорта винограда Пино нуар.

**Ключевые слова:** сорт винограда Пино нуар; сорт винограда Каберне-Совиньон; фенольные соединения; антоцианы; температура; место произрастания.

**Для цитирования:** Маркосов В.А., Агеева Н.М., Зайцев Г.П., Тургенев В.В. Исследование фенольных веществ в винограде сорта Пино нуар и приготовленных из него винах // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(1):71-77. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.010.

ORIGINAL RESEARCH

## Study of phenolic substances in 'Pinot Noir' grapes and wines made with it

Markosov V.A.<sup>1✉</sup>, Ageeva N.M.<sup>1</sup>, Zaitsev G.P.<sup>2</sup>, Turgenev V.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy str., 350901 Krasnodar, Russia;

<sup>2</sup>All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia;

<sup>3</sup>Dolina LLC, Krasnodar Territory, Temryuk district

✉markosov1941@mail.ru

**Abstract.** The article is dedicated to the study of phenolic compounds in grapes and base wines from 'Pinot Noir' grapevine cultivar in comparison with 'Cabernet-Sauvignon' grapes, growing in various viticultural zones of the Krasnodar Territory. The research relevance is determined by the value of 'Pinot Noir' cultivar, the increase in its plantings and wide use in the production of varietal wines. The objects of research are grapes and wines produced from 'Pinot Noir' and 'Cabernet-Sauvignon' (control) grape cultivars. Experimental data for 2017-2020 on the technological stock, sum of phenolic compounds and concentration of anthocyanins in six farms of the Krasnodar Territory were systematized. A significant dependence of the technological stock of phenolic compounds on the vegetation area of grapes, and weather and climatic conditions during the seasons of growing and ripening was established. The presented experimental data clearly indicate the role of meteorological factors in the accumulation and survivability of phenolic and coloring substances. It was shown that wine from 'Pinot Noir' grapes is poor in anthocyanins and, unlike 'Cabernet-Sauvignon', does not contain acylated anthocyanins as not synthesized in 'Pinot Noir' grape cultivar. A hypothesis about the formation of colored molecules of such substances as xanthilium, flavilium in the process of storing wines from 'Pinot Noir' cultivar was developed. At that, the color of aged 'Pinot Noir' wines is caused by condensation products of phenolic substances with the formation of another group of anthocyanin pigments, pyranoanthocyanins. These products are formed in the process of fermentation or aging: vitisins, oxovicins, pinotines, portiesins. The obtained research results can be used to improve the production technology of wines from 'Pinot Noir' grapevine cultivar.

**Key words:** 'Pinot Noir' grapevine cultivar; 'Cabernets-Sauvignon' grapevine cultivar; phenolic compounds; anthocyanins; temperature; vegetation area.

**For citation:** Markosov V.A., Ageeva N.M., Zaitsev G.P., Turgenev V.V. Study of phenolic substances in 'Pinot Noir' grapes and wines made with it. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(1):71-77.

DOI 10.34919/IM.2023.25.1.010 (in Russian).

## Введение

В период с 1950-1960 гг. и до начала 2000-х гг. уборку винограда для промышленной переработки начинали в первой или второй декаде сентября. В последующие годы уборка винограда, особенно шампанских сортов, осуществляется раньше – в августе – начале сентября. За указанный период времени в связи с изменением климата продолжительность вегетации сокращается почти на месяц. Созревание винограда начинается раньше и протекает в теплые месяцы более интенсивно [1, 2]. Пожалуй, впервые за годы нового столетия климатические условия всего цикла созревания винограда урожая в 2018 г. были признаны по накоплению сахара уникальными, превосходными, неординарными.

Оптимальной температурой созревания винограда, предназначенного для производства красных столовых вин, повсеместно считают 18-20°C. При этом для производства красных вин важнейшее значение имеет технологический запас фенольных, в том числе красящих веществ в винограде, под которым, по мнению Г.Г. Валуйко (1972 г.), подразумевается определенная часть этих веществ, переходящая в сусло при переработке винограда по красному способу.

Накопление фенольных веществ в процессе созревания зависит от сортовых особенностей винограда, района его произрастания и климатических условий года. Так, сорт винограда Пино нуар наиболее чувствителен (в сравнении с другими красными сортами винограда) реагирует на условия терруара [3, 4]. Такая особенность хорошо прослеживается на предприятиях Азово-Черноморского бассейна. В этом регионе почвы имеют большое разнообразие от юго-востока – Черноморского побережья (хозяйство «Усадьба «Дивноморское») до северо-запада побережья Азовского моря (хозяйство «КФХ «Задорожко»), сумма активных температур колеблется от 3800 до 4300°C. Выявление закономерностей накопления технологического запаса фенольных веществ в созревающем винограде в зависимости от метеорологических условий в период вегетации и установления оптимального срока сбора винограда имеет немалое значение для сознательного наблюдения за ходом превращений фенольных веществ при производстве красных сухих вин.

Для производства густоокрашенных вин из винограда красных сортов технологический запас красящих веществ должен быть для не менее 600 мг/дм<sup>3</sup>, для средне-окрашенных — не менее 450 мг/дм<sup>3</sup>. Слабоокрашенные сорта, как Пино нуар, рекомендуются перерабатывать только на розовые или белые вина, или виноматериалы для игристых вин, не ожидая интенсивного цвета ягод, о чем упоминал в своих работах А.А.Мержаниан. Исследованиями доказано, что сорт Пино нуар относится к малоэкстрактивным [5-8]. Это значит, что даже самому искусному виноделу не удастся получить из этого сорта винограда виноматериал насыщенного рубинового цвета, полного вкуса и достаточного количества танинов. В лучшем случае это будет напиток с невысоким содержанием

красящих веществ. В связи с этим исследование фенольных соединений в винограде и винах из сорта Пино нуар представляет определенный интерес для науки и практики переработки этого сорта с целью получения вин высокого качества.

**Цель работы** — исследование накопления технологического запаса красящих и фенольных веществ в винограде сорта Пино нуар в зависимости от района его произрастания, климатических условий вегетационного периода и их изменения в процессе хранения красных сухих вин.

## Материалы и методы исследований

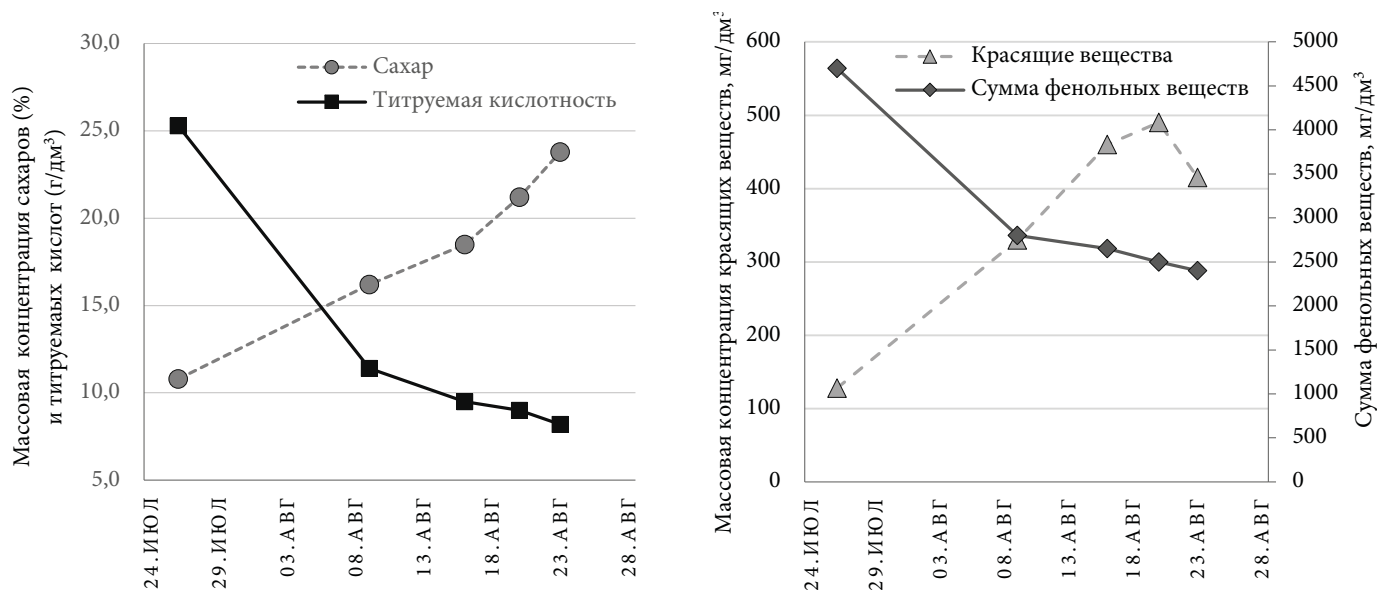
Объектами исследования были виноград сортов Пино нуар и Каберне-Совиньон (контроль) урожая 2017-2020 гг., произрастающий в 4 зонах Краснодарского края, и вина, приготовленные в производственных условиях по классической технологии на 6 предприятиях, расположенных по побережью Азово-Черноморского бассейна.

В исследуемых образцах винограда в процессе созревания ягод определяли технологический запас красящих и фенольных колориметрическим методом с применением реактива Фолина-Чокальтеу [9]. Компонентный состав устанавливали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе «Agilent Technologies» (модель 1100) с диодно-матричным детектором [10].

## Обсуждение результатов

Наблюдения 2017-2020 гг. показали, что основной прирост красящих веществ 270-300 мг/дм<sup>3</sup>, составляющий необходимый технологический запас, по времени совпадает с накоплением сахаров 19-23 г/100 см<sup>3</sup> и 8-10 г/дм<sup>3</sup> титруемых кислот. Сочетание указанных показателей мы считаем оптимальным для сбора винограда сорта Пино нуар при приготовлении из него красных сухих вин. Накопление такого количества красящих веществ в 2017 г. было отмечено 12 сентября, после чего начата уборка винограда для производства красных вин. В 2018 г. технологический запас красящих веществ при массовой доле сахаров винограда 19-23 % составлял 270-290 мг/дм<sup>3</sup> и сбор винограда был начат 18 августа. Неодинаковые сроки созревания винограда и различие в накоплении технологического запаса красящих веществ в 2017-2018 гг., по-видимому, объясняются глобальным изменением климатических условий, особенно во время вегетации.

Систематические наблюдения в 2019 г. были проведены с 26 июля на предприятии «Усадьба Дивноморье») при содержании сахаров в винограде сорта Пино нуар 10,8 г/100 см<sup>3</sup>, титруемых кислот 25,3 г/дм<sup>3</sup> и красящих веществ 128 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1). С увеличением массовой концентрации сахаров до 17,8 г/100 см<sup>3</sup> и снижении массовой концентрации титруемых кислот до 11,5 г/дм<sup>3</sup> количество красящих веществ достигало 330 мг/дм<sup>3</sup>. При дальнейшем увеличении массовой концентрации сахаров до 19-23 г/100 см<sup>3</sup> накопление красящих веществ протекало очень быстро и достигло 530 мг/дм<sup>3</sup>, а концентрация титруемых кислот снижалась до 8-10 г/дм<sup>3</sup>. Последующее возрастание



**Рис. 1.** Изменение концентрации сахаров, титруемых кислот, красящих и суммы фенольных веществ в процессе созревания винограда в хозяйстве «Усадьба Дивноморье», 2019 г.

**Fig. 1.** Changes in the concentration of sugars, titratable acids, coloring agents and the sum of phenolic substances in the process of grape ripening in the farm “Usad’ba Divnomorye”, 2019

массовой концентрации сахаров до 24 г/100 см<sup>3</sup> приводило к снижению концентрации титруемых кислот до 6-8 г/дм<sup>3</sup>, а концентрация красящих веществ снижалась до 490 мг/дм<sup>3</sup>. При дальнейшем созревании винограда и увеличении массовой концентрации сахаров до 25-27 г/100 см<sup>3</sup> отмечена тенденция к снижению красящих веществ, что согласуется с данными о снижении антоцианов [11] и распаде красящих веществ при перезревании винограда [12, 13].

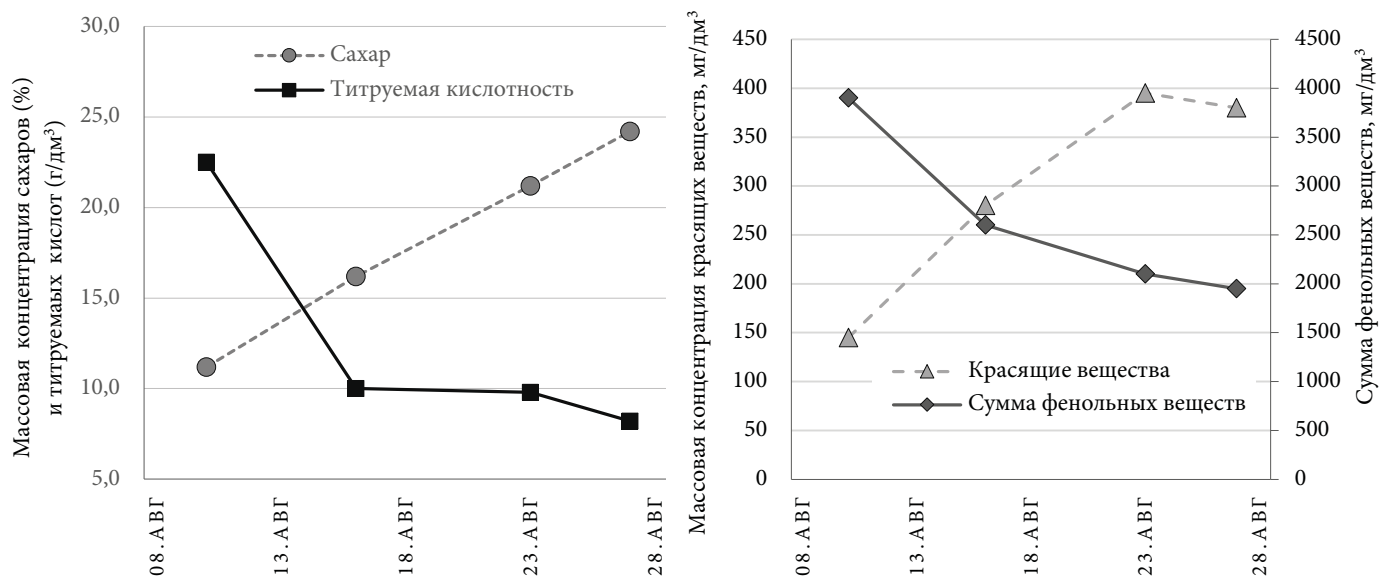
Наблюдения в районе г. Новороссийск (ООО «Мысхако») были начаты 5 августа при содержании массовой концентрации сахаров в винограде 12,7 г/100 см<sup>3</sup>, титруемых кислот 17,5 г/дм<sup>3</sup> и красящих веществ 190 мг/дм<sup>3</sup>. С накоплением массовой концентрации сахаров до 17,8 г/100 см<sup>3</sup> и уменьшением количества кислот до 10 г/дм<sup>3</sup> концентрация красящих веществ увеличилась до 398 г/дм<sup>3</sup>. При дальнейшем росте массовой концентрации сахаров до 22,0 г/100 см<sup>3</sup> и снижении титруемых кислот до 8,1 г/дм<sup>3</sup> содержание красящих веществ быстро возросло и достигло 552 мг/дм<sup>3</sup>. Последующее увеличение массовой концентрации сахаров до 24,2 г/100 см<sup>3</sup> не сопровождалось изменением титруемой кислотности, а увеличение красящих веществ происходило уже медленно и достигло 583 мг/дм<sup>3</sup>. К концу созревания винограда при увеличении массовой концентрации сахаров до 26,3 г/100 см<sup>3</sup> наблюдалась тенденция к снижению содержания красящих веществ.

Аналогичная тенденция выявлена в хозяйствах Анапского района. В районе г. Анапа на предприятиях «Подворье Старого Грека» и «Гайкадзор» наблюдения за ходом созреванием винограда и определение технологического запаса фенольных веществ были начаты 4 августа: при содержании массовой концентрации сахаров в винограде 11,1 г/100 см<sup>3</sup> титруемых кислот 23,5 г/дм<sup>3</sup> концентрация красящих веществ составляла 150 мг/дм<sup>3</sup>. С увеличением со-

держания сахаров до 17,5 г/100 см<sup>3</sup> и уменьшением количества кислот до 10,7 г/дм<sup>3</sup> количество красящих веществ возросло до 320 мг/дм<sup>3</sup>. При нарастании массовой концентрации сахаров до 21,5 г/100 см<sup>3</sup>, снижении массовой концентрации кислот до 9,7 г/дм<sup>3</sup> содержание красящих веществ увеличивалось до 516 мг/дм<sup>3</sup>. При дальнейшем созревании винограда и содержании сахаров 23,6 г/100 см<sup>3</sup> наблюдалось снижение массовой концентрации кислот до 7,2 г/дм<sup>3</sup>, при этом содержание красящих веществ существенно не изменилось.

Наблюдения за изменением технологического запаса фенольных веществ в ОАФ АФ «Фанагория» были начаты 10.08.2019 при содержании массовой концентрации сахаров в винограде 10,6 г/100 см<sup>3</sup> и титруемых кислот 28,0 г/дм<sup>3</sup>. Содержание красящих веществ составляло 110 мг/дм<sup>3</sup>. С увеличением массовой концентрации сахаров до 15,4 г/100 см<sup>3</sup> и уменьшении массовой концентрации кислот до 16,4 г/дм<sup>3</sup> количество красящих веществ увеличилось до 260 мг/дм<sup>3</sup>. Дальнейшее накопление сахаров до 17,2 г/100 см<sup>3</sup> сопровождалось снижением массовой концентрации титруемых кислот до 9,5 г/дм<sup>3</sup>, при этом содержание красящих веществ увеличилось до 346 мг/дм<sup>3</sup>. С дальнейшим накоплением сахаров в винограде до 22,6 г/100 см<sup>3</sup> концентрация красящих веществ возросла до 398 мг/дм<sup>3</sup>. При накоплении массовой концентрации сахаров до 23,9 г/100 см<sup>3</sup> отмечалось небольшое увеличение количества красящих веществ.

Подобные исследования проводились еще на двух предприятиях – «Усадьба Голубицкое» и КФХ «Задорожко», расположенных у берегов Азовского моря. Установлено что динамика накопления технологического запаса красящих веществ в винограде сорта Пино нуар в хозяйствах Темрюкского района в ходе созревания винограда значительно отли-



**Рис. 2.** Изменение массовой концентрации сахаров, титруемых кислот, красящих и фенольных веществ в процессе созревания винограда в хозяйстве «Усадьба Голубицкое»

**Fig. 2.** Changes in the concentration of sugars, titratable acids, coloring agents and phenolic substances in the process of grape ripening in the farm “Usad’ba Golubitskoye”

чается от предприятий Черноморского побережья (рис. 2). Наибольшее количество технологического запаса красящих веществ отмечалось в хозяйстве КФХ «Задорожко», на втором месте была «Усадьба Голубицкое», далее ОАО АПФ «Фанагория».

Согласно метеоданным (материалы метеобюро Краснодарского края), в 2017 г. средняя температура за период вегетации (с апреля по сентябрь) в г. Новороссийске, Анапском и Темрюкском районах была 19,6°C, 19,9°C, 20,3°C, количество осадков составляло 187 мм; 304 мм, 254 мм; в 2018 г. – 21,1°C и 140 мм, 21,5°C и 257 мм, 22,0°C и 435 мм соответственно.

Весь период вегетации 2019 г., включая время созревания и сбора винограда, отличается от предыдущих двух лет и 2020 г. необычно высокими температурами воздуха в июне по сравнению с июлем 2019 г. По многолетним данным среднемесячная температура июня всегда была меньше на 2,0-2,6°C, чем в июле. Однако глобальное изменение климатических условий 2019 г. преподнесло неожиданные аномальные результаты, которые повлияли на весь ход созревания винограда. Июнь 2019 г. оказался на 3°C выше, чем июль, в то же время в июле осадков выпало почти в 6 раза больше, чем в июне, а август – основной период созревания винограда оказался почти без осадков. Кроме того, среднемесячная температура июля и августа 2019 г. оказалась на два градуса ниже, чем в 2017-2018 гг. Наши наблюдения за накоплением технологического запаса красящих веществ в винограде сорта Пино нуар в 2019 г. показали увеличение красящих веществ на 50-100% во всех винодельческих зонах Краснодарского края по сравнению с 2017, 2018 и 2020 гг. Климатические условия 2019 г. были необычными, а технологический запас красящих веществ (антоцианов) был почти два раза выше средних показателей сезонов виноделия 2017, 2018 и 2020 гг. Таким образом, неодинаковые сроки созревания

винограда и накопления технологического запаса красящих веществ в сезон виноделия урожаев 2017-2019-го и 2020-го гг. зависят, по нашему мнению, не только от суммы активных температур и осадков вегетационного периода, но и от напряжения температуры (неравномерное распределение температуры по отдельным участкам растения) во время интенсивного созревания винограда (июня, июля и августа).

Динамика изменения технологического запаса фенольных веществ в ходе созревания винограда совершенно иная. Наибольшее количество фенольных веществ отмечается в начале созревания винограда и наименьшее – в фазе полной технологической зрелости. В 2017 г. содержание фенольных веществ в момент сбора винограда 10–12 сентября при содержании сахаров в винограде 19-23% составляло 1800-2000 мг/дм³. В 2018 г. содержание фенольных веществ при массовой концентрации сахаров винограда 19-23 г/100 см³ в хозяйствах Таманского полуострова с 15 по 17 августа было 2200 мг/дм³. В 2019 г. содержание фенольных веществ в процессе созревания винограда снизилось с 4700 мг/дм³ до 2400 мг/дм³ (рис. 1). Такая же тенденция наблюдается во всех хозяйствах (рис. 2) Азово-Черноморского бассейна. Более сухое и жаркое лето 2018 г. привело к значительно большему накоплению в винограде технологического запаса фенольных веществ. На содержание красящих веществ это не сказалось.

Дальнейшие наблюдения за изменением красящих и фенольных веществ проводили при переработке винограда и приготовлении вина по классическому способу (брожение мезги с плавающей шапкой). В процессе переработки винограда переход красящих веществ из винограда в сусло и вино происходил следующим образом. После гребнеотделения и раздавливания ягод винограда в сусле содержалось 70-80 мг/дм³ красящих веществ. В процессе настаивания и

брожения мезги в сусло постепенно переходит основная масса технологического запаса красящих веществ. После окончания брожения и при последующем хранении вина количество красящих и фенольных веществ подвергалось существенным изменениям). Сразу после окончания брожения виноматериалы урожая 2019 г. в Черноморской зоне содержали 200-240 мг/дм<sup>3</sup> красящих веществ или 40% технологического запаса фенольных веществ, в Азово-Черноморской зоне на предприятиях Таманского полуострова 140-170 мг/дм<sup>3</sup> или 40% запаса соответственно (табл. 1).

За первые три месяца хранения снижение концентрации красящих веществ составило в Черноморской зоне 20%, в Азово-Черноморской зоне 15%. Через 12 месяцев хранения концентрация суммы фенольных соединений составляла, % к исходному технологическому запасу: Пино нуар в 2017 г. – 78,2; 2018 г. – 71,9; 2019 г. – 80,0; Каберне-Совиньон в 2017 г. – 60,8; 2018 г. – 67,9; 2019 г. – 69,2.

Полученные экспериментальные данные можно объяснить более высокой антиоксидантной активностью полифенолов Пино нуар в сравнении с Каберне-Совиньон, что согласуется с данными [14-16]. При дальнейшем хранении в течение 12 мес. происходили закономерные потери красящих веществ. Их концентрация в виноматериале Пино нуар через 12 мес. хранения составила, % к технологическому запасу: 2017 г. – 23,3; 2018 г. – 35,2; 2019 г. – 40,0. Следует отметить, что из-за необычно благоприятных климатических условий 2019 г. для сорта Пино нуар содержание красящих веществ после года хранения было достаточно высоким – 190 мг/дм<sup>3</sup>.

Аналогичная тенденция изменения концентрации красящих веществ была характерна и виноматериалам из сорта Каберне-Совиньон. В цифровом выражении количества красящих веществ в % к их технологическому запасу составляло: 2017 г. – 45,3; 2018 г. – 62,3; 2019 г. – 53,0. При дальнейшем хранении концентрация красящих веществ уменьшалась и через 12 мес. хранения составляла, % к технологическому запасу: 2017 г. – 11,6; 2018 г. – 10,7; 2019 г. – 16,2.

Таким образом, представленные экспериментальные данные, полученные в результате сравнительных исследований Пино нуар и Каберне-Совиньон, наглядно свидетельствуют о роли метеофакторов в сохранности фенольных, в том числе красящих веществ.

Виноматериалы из сорта винограда Пино нуар отличаются от других красных вин бурой кирпично-коричневой окраской и танинным экстрактивным вкусом, характерным выдержанным красным винам, в которых антоцианы подвергнуты окислительной конденсации с образованием коричнево-красных оттенков [16, 17]. В табл. 2 приведены сравнительные данные, свидетельствующие об отсутствии ацилированных антоцианов в вине из сорта Пино нуар (2020 г., ОАО АФ «Фанагория») в

**Таблица 1.** Изменение концентрации фенольных соединений в различные годы исследований

**Table 1.** Changes in the concentration of phenolic compounds in different years of research

Этап отбора проб	Фенольные вещества, мг/дм <sup>3</sup>							
	антоцианы				сумма			
	год							
	2017	2018	2019	2020	2017	2018	2019	2020
Пино нуар								
В момент переработки	300	270	480	320	2300	3200	2500	2300
После брожения	160	150	280	150	2150	2600	2300	2200
В процессе хранения, месяцев								
3	130	120	230	120	1900	2500	2150	2050
6	125	110	210	100	1850	2470	2100	1950
12	70	95	190	80	1800	2300	2000	1750
Каберне-Совиньон								
В момент переработки	950	700	1170	720	5100	4200	5200	4600
После брожения	430	450	620	440	4450	3600	4300	4100
В процессе хранения, месяцев								
3	350	310	440	360	3500	3400	3650	3400
6	280	250	350	320	3300	3100	3500	3250
12	110	75	190	210	3100	2850	3600	3100

**Таблица 2.** Сравнительный состав антоцианов вин из винограда различных сортов

**Table 2.** Comparative composition of wine anthocyanins from grapes of different cultivars

Компонентный состав антоцианов	Массовая концентрация антоцианов, мг/дм <sup>3</sup> , в винах из винограда сортов			
	Пино нуар	Каберне-Совиньон	Мерло	Саперави
Дельфинидин-3-о-глюкозид	2,2	11,6	13,9	30,6
Цианидин-3-о-глюкозид	2,1	0,1	2,0	1,4
Петунидин-3-о-глюкозид	5,8	14,3	15,3	41,2
Пеонидин-3-о-глюкозид	31,1	4,9	16,9	11,7
Мальвидин-3-о-глюкозид	109,4	148,7	79,5	229,2
Дельфинидин-3-о-(6-ацетил-глюкозид)	нет	8,5	12,2	14,7
Цианидин-3-о-(6-ацетил-глюкозид)	нет	3,1	5,1	2,4
Петунидин-3-о-(6-ацетил-глюкозид)	нет	4,9	3,5	10,4
Пеонидин-3-о-(6-ацетил-глюкозид)	нет	2,0	3,7	2,8
Мальвидин-3-о-(6-ацетил-глюкозид)	нет	73,8	24,2	68,0
Петунидин-3-о-(6-п-кумарил-глюкозид)	нет	2,5	3,0	5,5
Пеонидин-3-о-(6-п-кумарил-глюкозид)	нет	0,3	1,1	0,3
Мальвидин-3-о-(6-п-кумарил-глюкозид)	нет	19,0	14,5	32,0
Сумма антоцианов	151,1	295,2	198,3	454,6

сравнении с винами из других красных сортов.

Можно предположить, что виноград сорта Пино нуар, кроме антоцианов, содержит неизвестные вещества, дающие в процессе производства вина красно-коричневую окраску, или же эти вещества образуются в процессе созревания винограда. Обычно в процессе выдержки все большее участие в окраске красных вин начинают принимать коричнево-красные продукты конденсации фенольных веществ [2, 18]. При этом не только частично сохраняются их исходные компоненты, но и появляется удивительное разнообразие окрашенных молекул таких веществ, как ксантилиум, флавилиум и др., изначально не присутствовавших в среде и появляющихся на различных стадиях созревания и старения красных вин. И если у молодых красных вин окраска обуславливается в основном антоцианами, то у старых, где антоцианов уже немного, она создается продуктами конденсации фенольных веществ с образованием другой группы антоциановых пигментов, пираноантоцианов, в том числе витизинов, оксовитизинов, пинотинов, портизинов [19, 20].

#### Выводы

Представленные экспериментальные данные свидетельствуют о существенной зависимости массовой концентрации фенольных соединений, включая антоцианы, от места произрастания винограда и метеорологических условий года. Показано отсутствие ацилированных антоцианов в винах из винограда сорта Пино нуар.

#### Источник финансирования

Исследования выполнены по госзаданию по теме № 0498-2022-0007, наименование этапа «Установить закономерности изменения компонентного состава винодельческой продукции в зависимости от сорта винограда с учетом агротехнологии, почвенно-климатических и физико-географических факторов, вида упаковки и укупорочных средств».

#### Financing source

The research was carried out according to the state assignment on the topic No. 0498-2022-0007, the stage title is "To establish the patterns of changes in the component composition of wine products depending on the grapevine cultivar, taking into account agricultural technology, soil-climatic and physical-geographical factors, type of packaging and fitment".

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

- Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г., Лукьянова А.А. Влияние изменений климата на фенологию винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;57(03):29-50. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-29-50.
- Bucur G.M., Dejeu L. Research on climate – grapevine yield relationship and the impact of global warming. Bull. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca. Ser. Hort. 2014;71(2):339-340. DOI 10.15835/buasvmcn-hort:10402.
- Сорт винограда Пино нуар ('Pinot Noir'). <https://vse-vino.ru/vino/sort-vinograda-pino-nuar-pinot-noir> (дата обращения: 30.06.2020).

4. Пино нуар: сорт винограда и вино из него. [https://wineclass.citylady.ru/pinot\\_noir.htm](https://wineclass.citylady.ru/pinot_noir.htm) (дата обращения: 06.07.2020).
5. Ballantyne D., Terblanche Nic S., Lecat B., Chapuis C. Old world and new world wine concepts of terroir and wine: perspectives of three renowned non-French wine makers. Journal of Wine Research. 2019;30(2):122-143. DOI 10.1080/09571264.2019.1602031.
6. Giovinazzo G., Grieco F. Functional properties of grape and wine polyphenols. Plant Foods for Human Nutrition. 2015;70:454-462.
7. Sadras V.O., Petrie P.R., Moran M.A. Sadras et al. Effects of elevated temperature in grapevine. II juice pH, titratable acidity and wine sensory attributes. Aust. J. Grape Wine Res. 2013;19:107-115.
8. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. Int. J. Mol. Sci. 2013;14(9);18711-18739.
9. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.
10. Огай Ю.О., Соловйова Л.М., Зайцев Г.П., Асатурян Ж.М., Занкаль Т.В., Виноградов Б.О., Катрич Л.И., Королесова В.С. Розробка методики визначення діглікозидів антоціанів у столових винах методом ВЕРХ // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2008;4:37.
11. Reynard J.S., Zufferey V., Nicol G.C., Murisier F. Vine water status as a parameter of the "terroir" effect under the non-irrigated conditions of the Vaud viticultural area (Switzerland). Journal international des sciences de la vigne et du vin. 2011;45(3):139-147. DOI 10.20870/oeno-one.2011.45.3.1496.
12. Garrido I., Uriarte D., Hernández M., Llerena J.L., Valdés M.E., Espinosa F. The evolution of total phenolic compounds and antioxidant activities during ripening of grapes (*Vitis vinifera* L., cv. Tempranillo) grown in semiarid region: effects of cluster thinning and water deficit. Int. J. Mol. Sci. 2016;17(11). DOI 10.3390/ijms17111923.
13. Zhu L., Zhang Y., Lu J. Phenolic contents and compositions in skins of red wine grape cultivars among various genetic backgrounds and origins. Int. J. Mol. Sci. 2012;13:3492-3510.
14. Petrie P.R., Clingeleffer P.R. Crop thinning (hand versus mechanical), grape maturity and anthocyanin concentration: outcomes from irrigated Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) in a warm climate. Am. J. Grape Wine. 2006;12:21-29. DOI 10.1111/j.1755-0238.2006.tb00040.
15. Samoticha J., Wojdyło A., Chmielewska J., Oszmiański J. The effects of flash release conditions on the phenolic compounds and antioxidant activity of Pinot Noir red wine. European Food Research and Technology. 2017;243(6):999-1007. DOI 10.1007/s00217-016-2817-7.
16. Маркосов В.А., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И., Марковский М.Г., Огай Ю.А., Христюк В.Т. Исследование фенольных веществ и антиоксидантной активности красных столовых вин, произведенных из сорта винограда Пино нуар // Виноделие и виноградарство. 2018;3:30-35.
17. Alecu A., Albu C., Litescu S.C., Eremia S.A., Radu G.L. Phenolic and anthocyanin profile of Valea Calugareasca red wines by HPLC-PDA-MS and MALDI-TOF analysis. Food Analytical Methods. 2016;9(2):300-310.
18. Netzel M., Strass G., Bitsch I., Könitz R., Christmann M., Bitsch R. Effect of grape processing on selected antioxidant phenolics in red wine. Journal of Food Engineering. 2003;56(2-3):223-228. DOI 10.1016/s0260-8774(02)00256-x.

19. Sparrow A.M., Dambergs R.G., Close D.C. Grape skins as supplements for color development in Pinot Noir wine. *Food Res. Int.* 2020;133:108707. DOI 10.1016/j.foodres.2019.108707.
20. Casassa L.F., Huff R., Steele N.B. Chemical consequences of extended maceration and post-fermentation additions of grape pomace in Pinot noir and Zinfandel wines from the Central Coast of California (USA). *Food Chem.* 2019;300:125147. DOI 10.1016/j.foodchem.2019;125147.
- ### References
- Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Novikova L.Yu., Naumova L.G., Lukyanova A.A. The influence of climate changes the grape phenology. *Horticulture and Viticulture of South Russia.* 2019;57(03):29-50. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-29-50 (in Russian).
  - Bucur G.M., Dejeu L. Research on climate – grapevine yield relationship and the impact of global warming. *Bull. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca. Ser. Hort.* 2014;71(2):339-340. DOI 10.15835/buasvmcn-hort:10402.
  - 'Pinot Noir' grape variety ('Pinot Noir'). <https://vse-vino.ru/vino/sort-vinograda-pino-nuar-pinot-noir> (date of application: 30.06.2020) (in Russian).
  - 'Pinot Noir' grape variety and its wine. [https://wineclass.citylady.ru/pinot\\_noir.htm](https://wineclass.citylady.ru/pinot_noir.htm) (date of application: 06.07.2020) (in Russian).
  - Ballantyne D., Terblanche Nic S., Lecat B., Chapuis C. Old world and new world wine concepts of terroir and wine: perspectives of three renowned non-French wine makers. *Journal of Wine Research.* 2019;30(2):122-143. DOI 10.1080/09571264.2019.1602031.
  - Giovinazzo G., Grieco F. Functional properties of grape and wine polyphenols. *Plant Foods for Human Nutrition.* 2015;70:454-462.
  - Sadras V.O., Petrie P.R., Moran M.A. Sadras et al. Effects of elevated temperature in grapevine. II juice pH, titratable acidity and wine sensory attributes. *Aust. J. Grape Wine Res.* 2013;19:107-115.
  - Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. *Int. J. Mol. Sci.* 2013;14(9):18711-18739.
  - Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
  - Ogay Yu.O., Solovyova L.M., Zaitsev G.P., Asaturyan Zh.M., Zankal T.V., Vinogradov B.O., Katrich L.I., Korolesova V.E. Development of a method for determining diglycosides of anthocyanins by the METHOD OF HPLC. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2008;4:37 (in Ukrainian).
  - Reynard J.S., Zufferey V., Nicol G.C., Murisier F. Vine water status as a parameter of the "terroir" effect under the non-irrigated conditions of the Vaud viticultural area (Switzerland). *Journal international des sciences de la vigne et du vin.* 2011;45(3):139-147. DOI 10.20870/oenone.2011.45.3.1496.
  - Garrido I., Uriarte D., Hernández M., Llerena J.L., Valdés M.E., Espinosa F. The evolution of total phenolic compounds and antioxidant activities during ripening of grapes (*Vitis vinifera* L., cv. Tempranillo) grown in semiarid region: effects of cluster thinning and water deficit. *Int. J. Mol. Sci.* 2016;17(11). DOI 10.3390/ijms17111923.
  - Zhu L., Zhang Y., Lu J. Phenolic contents and compositions in skins of red wine grape cultivars among various genetic backgrounds and originations. *Int. J. Mol. Sci.* 2012;13:3492-3510.
  - Petrie P.R., Clingeleffer P.R. Crop thinning (hand versus mechanical), grape maturity and anthocyanin concentration: outcomes from irrigated Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) in a warm climate. *Am. J. Grape Wine.* 2006;12:21-29. DOI 10.1111/j.1755-0238.2006.tb00040.
  - Samoticha J., Wojdyło A., Chmielewska J., Oszmiański J. The effects of flash release conditions on the phenolic compounds and antioxidant activity of Pinot Noir red wine. *European Food Research and Technology.* 2017;243(6):999-1007. DOI 10.1007/s00217-016-2817-7.
  - Markosov V.A., Ageeva N.M., Guguchkina T.I., Markovsky M.G., Ogay Yu.A., Khristyuk V.T. Study of phenolic substances and antioxidant activity of red table wines produced from the Pinot Noir grape variety. *Winemaking and Viticulture,* 2018;3:30-35 (in Russian).
  - Alecu A., Albu C., Litescu S.C., Eremia S.A., Radu G.L. Phenolic and anthocyanin profile of Valea Calugareasca red wines by HPLC-PDA-MS and MALDI-TOF analysis. *Food Analytical Methods.* 2016;9(2):300-310.
  - Netzel M., Strass G., Bitsch I., Könitz R., Christmann M., Bitsch R. Effect of grape processing on selected antioxidant phenolics in red wine. *Journal of Food Engineering.* 2003;56(2-3):223-228. DOI 10.1016/s0260-8774(02)00256-x.
  - Sparrow A.M., Dambergs R.G., Close D.C. Grape skins as supplements for color development in Pinot Noir wine. *Food Res. Int.* 2020;133:108707. DOI 10.1016/j.foodres.2019.108707.
  - Casassa L.F., Huff R., Steele N.B. Chemical consequences of extended maceration and post-fermentation additions of grape pomace in Pinot noir and Zinfandel wines from the Central Coast of California (USA). *Food Chem.* 2019;300:125147. DOI 10.1016/j.foodchem.2019;125147.

### Информация об авторах

**Владимир Арамович Маркосов**, д-р техн. наук, ст. науч. сотр. научного центра «Виноделие»; e-мэйл: PROFESSOR1941.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7180-1150>;

**Наталья Михайловна Агеева**, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие»; e-мэйл: ageyeva@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>;

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

**Виктор Викторович Тургенев**, генеральный директор; e-мэйл: vturgenev@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0068-5412>.

### Information about authors

**Vladimir A. Markosov**, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Scientific Center Winemaking; e-mail: PROFESSOR1941.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7180-1150>;

**Natalia M. Ageeva**, Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Scientific Center Winemaking; e-mail: ageyeva@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>;

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

**Viktor V. Turgenev**, General Director; e-mail: vturgenev@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0068-5412>.

Статья поступила в редакцию 30.11.2022, одобрена после рецензии 20.01.2023, принята к публикации 21.02.2023