

УДК 663.2

DOI 10.30679/2219-5335-2023-6-84-162-177

**ИССЛЕДОВАНИЕ СКЛОННОСТИ
ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
ВИНОМАТЕРИАЛОВ И ВИН
ИЗ ВИНОГРАДА СОРТА
КАБЕРНЕ СОВИНЬОН
К ОКИСЛЕНИЮ**

Агеева Наталья Михайловна
д-р техн. наук, профессор
главный научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: ageyeva@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>

Праха Антон Владимирович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: aprakh@yandex.ru

Ширшова Анастасия Александровна
канд. техн. наук
старший научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: anastasiya_1987@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1428-5935>

Якименко Елена Николаевна
канд. с.-х. наук
технический редактор
научных изданий,
пресс-секретарь
e-mail: yakimenko_elena@list.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Одной из важнейших задач при производстве высококачественных красных вин является сохранение их интенсивной окраски, которая при доступе кислорода воздуха может изменяться и приобретать гранатовые или кирпичные оттенки. Интенсивность цвета, его оттенки и устойчивость обуславливаются наличием фенольных

UDC 663.2

DOI 10.30679/2219-5335-2023-6-84-162-177

**RESEARCH OF THE ABILITY
OF PHENOLIC SUBSTANCES
OF WINE MATERIALS
FROM CABERNET SAUVIGNON
GRAPE VARIETY
TO OXIDATION**

Ageyeva Natalia Mikhailovna
Dr. Sci. Tech., Professor
Chief Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: ageyeva@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>

Prakh Anton Vladimirovich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: aprakh@yandex.ru

Shirshova Anastasia Aleksandrovna
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: anastasiya_1987@inbox.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1428-5935>

Yakimenko Elena Nikolaevna
Cand. Agr. Sci.
Technical Editor
of Scientific Publications,
Press Secretary
e-mail: yakimenko_elena@list.ru

*Federal State Budgetary
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

One of the most important tasks in the production of high-quality red wines is the preservation of intense color, which exposed to atmospheric oxygen, can change and acquire garnet or brown shades. The intensity of color, its shades and stability are determined by the presence of phenolic compounds in wine, among which polymeric forms

соединений вина, среди которых насыщенную окраску имеют полимерные формы полифенолов и антоцианы. Кроме того, фенольные вещества красных вин представлены мономерными формами, катехинами и процианидинами и др. Воздействие кислорода на различных этапах технологического процесса изготовления вина может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на его химический состав и органолептические показатели. Целью данного исследования стало изучение влияния кислорода введенного на различных технологических этапах приготовления сухих красных виноматериалов. В результате исследований показателей массовой концентрации кислорода, фенольных веществ, а также органолептических показателей сухих красных вин (производственных образцов), изготовленных из сорта винограда Каберне Совиньон в различных географических зонах юга России, выявлены существенные различия, обусловленные агро-климатическими условиями выращивания винограда в той или иной местности, а также применяемой на предприятиях технологией переработки винограда. Затем в условиях лабораторно-производственного подразделения «Микровиноделие» показана возможность применения приема микрооксидации как на стадии брожения сула и мезги, так и после процесса брожения (стабилизацией и осветлением) с целью преднамеренного окисления полифенолов. На основании проведенных исследований оптимальной дозировкой экзогенного кислорода, оказывающей положительное влияние на органолептические показатели виноматериалов, стала концентрация 4–6 мг/дм³ как при микрооксидации на стадии брожения сула и мезги, так и по окончании брожения виноматериалов.

Ключевые слова: КИСЛОРОД, МИКРООКСИДАЦИЯ, ВИНМАТЕРИАЛЫ (ВИНО НАЛИВОМ), КАБЕРНЕ СОВИньОН, ФЕНОЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

of polyphenols and anthocyanins have a rich color. In addition, the phenolic substances of red wines are represented by monomeric forms, catechins and procyanidins, etc. The impact of oxygen at various stages of the technological process of making wine can have both positive and negative effects on its chemical composition and organoleptic characteristics. The purpose of this research was to study the effect of oxygen introduced at various technological stages of the preparation of wine materials. As a result of studies of the indicators of the mass concentration of oxygen and phenolic substances that cause wine oxidation, as well as the organoleptic indicators of dry red wines (production samples) made from the Cabernet Sauvignon grape variety in various geographical zones of southern Russia, significant differences have been revealed due to agro-climatic conditions of growing grapes in a particular area, as well as the grape processing technology used at enterprises. Under the conditions of the laboratory and production unit «Micro wine-making», the possibility of using the microoxidation method both at the stage of must and pulp fermentation, and after the fermentation process (stabilization and clarification) for the purpose of deliberate oxidation of polyphenols, was shown. Based on the conducted studies, the optimal dosage of exogenous oxygen, which has a positive effect on the organoleptic characteristics of wine materials, is a concentration of 4-6 mg/dm³ both during microoxidation at the stage of must and pulp fermentation, and at the end of the fermentation of wine.

Key words: OXYGEN, MICROOXIDATION, WINE (BULK WINE), CABERNET SAUVIGNON, PHENOLIC SUBSTANCES, ORGANOLEPTIC INDICATORS

Введение. Цвет вина, его насыщенность и устойчивость к внешним факторам обуславливаются наличием фенольных соединений, среди которых насыщенную окраску имеют полимерные формы фенолов и антоцианы [1]. Кроме них фенольные вещества (полифенолы) красных вин представлены различными группами соединений: мономерными формами, процианидинами, катехинами и др. [2]. Полимерные формы – высокомолекулярные полифенолы обладают большей устойчивостью к окислению. Мономерные формы – низкомолекулярные полифенолы, способные вступать в различные реакции, изменять свою форму, легко окисляться. Антоцианы – красящие вещества, представленные пеоноидинами, мальвидинами, петунидинами, дельфинидинами и др., способны изомеризоваться и в значительной степени подвергаться окислению. Процианидины – бесцветные полифенолы, способны приобретать светло-розовую окраску при окислении. Катехины – бесцветные, наиболее восстановленные соединения, легко подвергаются окислению в присутствии ферментов, а также самоокислению в присутствии кислорода воздуха [3, 4, 5]. Концентрации фенольных веществ и их соотношения в винах зависят от многих факторов, в большей степени от сорта винограда и процессов, происходящих при его переработке, а также от технологических обработок, направленных на стабилизацию и осветление виноматериалов [6].

В технологии высококачественных сухих красных вин одной из важнейших задач является сохранение интенсивной окраски, которая при доступе кислорода воздуха может изменяться с красной на темно-рубиновую, приобретать гранатовые или кирпичные оттенки. Так, при наличии кислорода в виноматериалах и винах активизируются ферменты – ортодифенолоксидаза, катехолоксидаза и пероксидаза, в наибольшей степени участвующие в процессах, приводящих к окислению виноматериалов, сопровождающихся ухудшением качества готовой продукции [7].

Воздействие кислорода на различных этапах технологического процесса изготовления вина может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на его химический состав и органолептические свойства [8]. В первую очередь при наличии кислорода в вине происходит процесс окисления катехинов с образованием хинонов, затем – дегидрирование аскорбиновой кислоты, оксикислот и аминокислот [9].

Окисление полифенолов в винах возможно предотвратить или замедлить, применяя вещества – антиокислители, разрешенные в виноделии: диоксид серы, аскорбиновую кислоту, их смеси, а также используя выдержку и хранение виноматериалов и вин в атмосфере инертных газов: диоксида углерода или азота.

Одним из способов профилактики окисления вина является удаление части легко окисляющихся полифенолов (лабильной фракции) с помощью сорбентов – поливинилпирролидана (ПВП), поливинилполипирралидона (ПВПП), бентонита, желатина, хитозана и др. [10, 11]. Также возможно предварительное внесение кислорода перед его технологическими обработками, направленными на стабилизацию и осветление виноматериалов. Таким образом, перед стабилизацией и осветлением проводят преднамеренную микрооксидацию, вызывающую образование окисленных форм полифенолов и их выпадение в осадок. Последующая обработка технологическими вспомогательными средствами приводит к удалению не только осадка, но и оставшегося кислорода, а также окисленных ароматобразующих соединений, например, ацетоина, частично – ацетальдегида, что способствует улучшению органолептических показателей вин.

Другой способ основан на окислении лабильной фракции полифенолов на начальном этапе производства красного вина, например, при брожении суслу и мезги или при дображивании виноматериалов. Такой способ называют микрооксидацией или микрооксигенацией.

Целью данного исследования стало изучение влияния кислорода, введенного на различных технологических этапах изготовления сухих красных виноматериалов, на концентрацию фенольных веществ и органолептические показатели готовой продукции.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований изучали сухие красные вина (производственные образцы) из сорта винограда Каберне Совиньон урожая 2022 г., выращенного и переработанного в различных географических зонах юга России. Также исследовали виноматериалы, изготовленные в лабораторно-производственном подразделении «Микровиноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ из сорта винограда Каберне Совиньон, выращенного в Анапском и Темрюкском районах, в технологии которых применялась преднамеренная микрооксидация (массовая концентрация экзогенного кислорода составляла 2, 4, 6, 8, 10 мг/дм³) на этапе брожения мезги и по окончании процесса брожения перед стабилизацией и осветлением виноматериалов. Массовую концентрацию фенольных веществ определяли колориметрическим методом с применением реактива Фолина-Чокальтеу [12], мономерных и полимерных полифенолов, катехинов, процианидинов и антоцианов – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (Agilent Technologies 1100 (США)) [13]. Массовую концентрацию кислорода – с помощью оксиметра, цветовые характеристики – фотоколориметрическим методом при длине волны 420, 540 и 620 нм. Интенсивность окраски рассчитывали, как сумму оптических плотностей при длине волны 420 и 540 нм; оттенок цвета – по соотношению оптических плотностей. Исследования проводили в НЦ «Виноделие» и Центре коллективного пользования технологичным оборудованием ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Обсуждение результатов. Сухие красные вина, изготовленные производителями в различных географических зонах Южного Федерального округа Российской Федерации, существенно различались по цвету (окраске) – от темно-красного до рубинового с гранатовыми оттенками (табл. 1).

Значение показателя массовой концентрации кислорода в опытных образцах варьировало от 0,5 до 4,3 мг/дм³. Присутствие кислорода в винах могло быть обусловлено его попаданием в бутылку во время розлива. Кроме того, дополнительным источником кислорода в готовой продукции могла стать корковая пробка [14]. Через ее поры кислород с воздухом может непрерывно проникать в вино на протяжении всего срока хранения его в бутылке, при этом концентрация кислорода будет различаться в зависимости от качества пробки [15]. Опытные образцы с наибольшей массовой концентрацией кислорода имели гранатовые оттенки цвета и были изготовлены в Республике Адыгея, Дагестан и Крым.

Таблица 1 – Цвет вин из сорта винограда Каберне Совиньон в зависимости от географической зоны его изготовления и содержания кислорода

№ п/п	Регион производства	Цвет вина	Массовая концентрация кислорода, мг/дм ³
1	Краснодарский край, Темрюкский район	Рубиновый с легким гранатовым оттенком	2,9
2	Краснодарский край, Анапский район	Рубиновый	0,7
3	Краснодарский край, г. Новороссийск	Темно-рубиновый	0,5
4	Республика Адыгея	Темно-красный с гранатовым оттенком	4,3
5	Республика Крым	Темно-красный с гранатовым оттенком	3,1
6	Республика Дагестан	Темно-красный с гранатовым оттенком	3,5

В результате исследований массовой концентрации фенольных веществ (рис. 1 и 2) в производственных образцах вин показано, что концентрация всех групп фенольных веществ зависела от места произрастания винограда. Наибольшее накопление суммы фенольных веществ было в вине, изготовленном в географической зоне г. Новороссийск Краснодарского края (образец № 3), а наименьшее – в вине, изготовленном и разлитом в Республике Адыгея (образец № 4), что могло быть связано с агро-климатиче-

скими особенностями, например суммой активных температур в вегетационный период при выращивании винограда, а также с технологическими приемами, применяемыми при переработке винограда.

По данным Г.Г. Валуйко важное значение имеет не только массовая концентрация мономерных форм полифенолов, но и их доля (%) от суммы фенольных веществ вина [16]. Так, наибольшая доля мономерных форм полифенолов выявлена в вине, произведенном в Республике Дагестан (образец № 6). По доле мономерных форм можно судить о склонности вина к окислению при его хранении. Поэтому при хранении вин вариантов 4, 5 и 6 существует вероятность окисления полифенолов с образованием осадков и изменением органолептических показателей. Следовательно, при производстве вин в Республиках Адыгея, Дагестан и Крым необходимо применение дополнительных технологических приемов, обеспечивающих снижение концентрации мономерных форм полифенолов на этапах производства виноматериалов. В этих же опытных вариантах обнаружено меньшее содержание антоцианов, часть которых могла быть подвергнута окислению с образованием новых соединений, имеющих гранатовые оттенки цвета.

Установлено значительное различие в концентрациях процианидинов и катехинов. Наибольшее количество суммы фенольных веществ, антоцианов, процианидинов и катехинов (от 500 до 540 мг/дм³) было обнаружено в винах, изготовленных в Краснодарском крае. Данные образцы характеризовались полным, гармоничным и бархатистым вкусом, обусловленным наличием катехинов.

Далее было изучено влияние микрооксидации на этапе брожения сусла и мезги на изменение цветовых характеристик виноматериалов из сорта винограда Каберне Совиньон, выращенного в Анапском районе (образец 1) и Темрюкском районе (образец 2) на цветовые характеристики вина. Переработку винограда осуществляли в лабораторно-производственном подразделении «Микровиноделие».

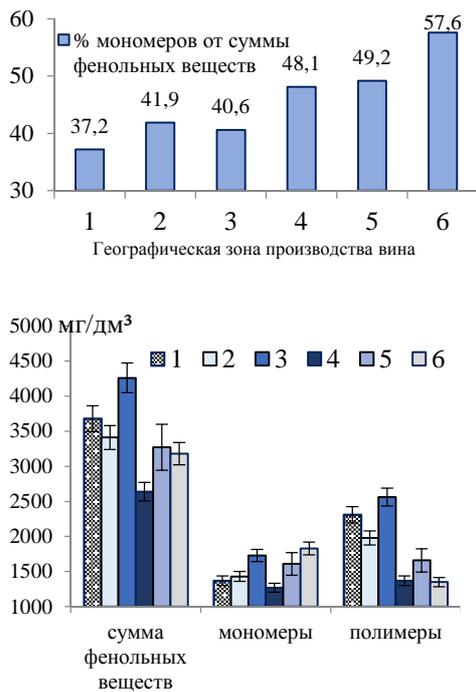


Рис. 1. Варьирование массовой концентрации суммы фенольных веществ в винах из сорта Каберне Совиньон в зависимости от географической зоны производства вина

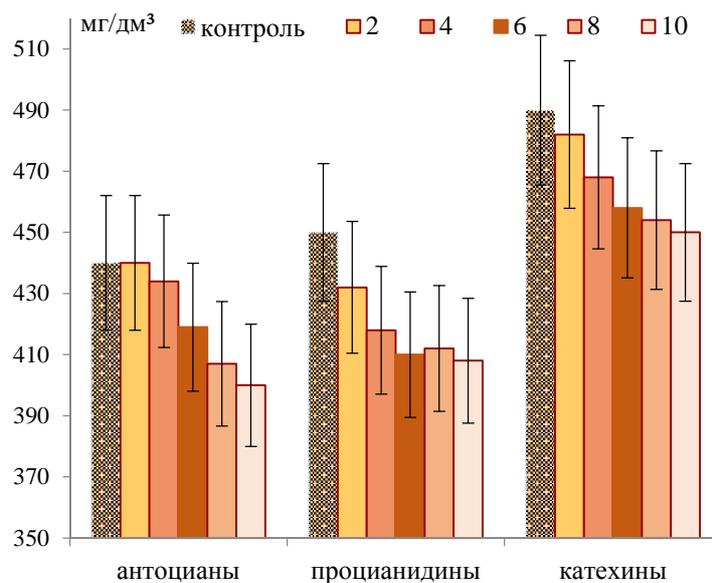


Рис. 2. Варьирование массовой концентрации отдельных групп полифенолов в винах из сорта Каберне Совиньон в зависимости от географической зоны производства вина

В результате анализа данных, в образце 1 отмечено увеличение оптической плотности с увеличением концентрации введенного в мезгу кислорода (рис. 3).

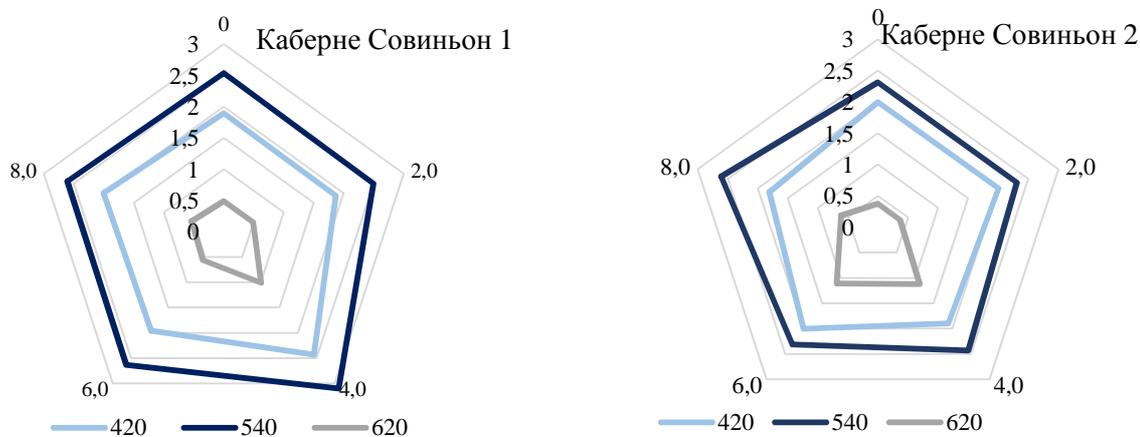


Рис. 3. Изменение оптической плотности молодых красных виноматериалов в зависимости от концентрации экзогенного кислорода (0 – контроль, 2, 4, 6, 8 мг/дм³)

Одновременно вырос показатель интенсивности окраски. Значение оттенка цвета также увеличилось при концентрации кислорода 4 мг/дм³, после чего отмечено его уменьшение, вызванное окислением полифенолов, в результате чего в цвете виноматериала появились гранатовые оттенки.

Несколько отличающиеся данные получены при исследовании образца 2: его окраска имела одинаковую интенсивность при дозировках кислорода от 2 до 6 мг/дм³. И только при большей концентрации отмечались тона окисленности. Максимальный дегустационный балл был в вариантах, где дозировка кислорода составляла 4 и 6 мг/дм³.

Проведена органолептическая оценка экспериментальных образцов вин (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние микрооксидации на цветовые характеристики и органолептическую оценку виноматериалов из сорта винограда Каберне Совиньон на стадии брожения сусле и мезги

O ₂ , мг/дм ³	Интенсивность окраски	Оттенок	Органолептическая характеристика	Дегустационная оценка/балл
Каберне Совиньон 1				
Контроль	4,430	0,746	Цвет темно-красный. Аромат ягодный. Вкус полный, гармоничный	7,8
2	4,367	0,632	Цвет темно-красный. Аромат сложный, ягодный с тонами смородины и ежевики. Вкус полный, гармоничный	7,9
4	5,535	0,783	Цвет рубиновый. Аромат яркий, фруктово-ягодный. Вкус мягкий, округлый, гармоничный	8,3
6	4,591	0,742	Цвет темно-красный. Аромат сложный, ягодный. Вкус мягкий, полный, гармоничный	8,2
8	4,610	0,766	Цвет темно-красный с гранатовым оттенком. Аромат красных ягод. Вкус чистый с умеренной кислотностью	7,9
Каберне Совиньон 2				
Контроль	4,310	0,861	Цвет темно-красный. Аромат сложный с цветочными и фруктовыми тонами. Вкус полный, гармоничный	7,9
2	4,314	0,869	Цвет темно-красный. Аромат яркий с цветочно-ягодными тонами. Вкус полный, округлый, гармоничный.	8,0
4	4,330	0,869	Цвет темно-красный. Аромат яркий с цветочно-ягодными тонами. Вкус полный, округлый, гармоничный, танинный	8,1
6	4,314	0,869	Цвет темно-красный. Аромат яркий с цветочно-ягодными тонами. Вкус полный, округлый, гармоничный, танинный	8,1
8	4,419	0,793	Цвет темно-красный с луковичным оттенком. Аромат ягодный с легкими окисленными тонами. Вкус чистый с умеренной кислотностью	7,7

Полученные результаты показали, что в зависимости от места произрастания винограда и технологических приемов изготовления виноматериалов оптимальная концентрация кислорода для проведения процесса микрооксидации будет различна. Поэтому, прежде чем применять микрооксидацию на этапе брожения сусла и мезги в производстве, необходимо провести пробные обработки путем введения кислорода различной концентрации, выбрав в качестве критерия органолептическую оценку и цветовые характеристики виноматериала. На основании проведенных исследований можно считать наиболее приемлемыми дозировками кислорода на этапе брожения сусла и мезги – 4 и 6 мг/дм³.

Затем было исследовано влияние микрооксидации сусла и мезги на концентрацию различных групп фенольных соединений (мономерных и полимерных форм, антоцианов, процианидинов и катехинов) на примере виноматериала из сорта винограда Каберне Совиньон, выращенного в Анапском районе. Перед началом брожения в сусло с мезгой задавали кислород в концентрации 2, 4, 6, 8 и 10 мг/дм³ (в контрольный вариант опыта кислород не вводили).

Установлено, что в результате введения кислорода в сусло с мезгой перед началом брожения изменения претерпевали все группы фенольных соединений. При этом отмечена обратная зависимость между концентрацией введенного кислорода и концентрацией групп полифенолов в виноматериалах. Окислению подвергались фенольные вещества (сумма) при введении кислорода в концентрации 6 мг/дм³ и более (рис. 4) за счет снижения концентрации наиболее склонных к окислению мономерных форм полифенолов (1460-1140 мг/дм³).

Полимерные формы были наиболее устойчивы к окислению, их концентрация изменялась незначительно (1913-1800 мг/дм³). А вот антоцианы окислялись при дозировке кислорода 4 мг/дм³ и более (рис. 5). Концентра-

ция процианидинов уменьшалась в течение всего периода проведения исследования, при этом с увеличением концентрации кислорода, происходило снижение концентрации процианидинов. Это позволяет считать, что процианидины являются наиболее уязвимой группой полифенолов, обуславливающих склонность вина Каберне Совиньон к окислению.

Концентрация катехинов с увеличением концентрации кислорода также снижалась (в среднем на 12 %). Присутствие катехинов в вине влияет на полноту вкуса красных вин и сохранение их первоначальной окраски. Так, по данным А.М. Авидзба [17], чем выше концентрация катехинов, тем стабильнее и устойчивее антоцианы вина, то есть наличие катехинов способствует профилактике окисления антоцианов.

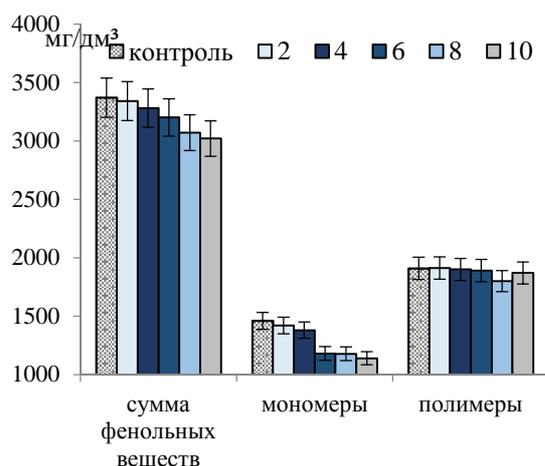


Рис. 4. Изменение концентрации полифенолов при введении кислорода в мезгу в концентрации 2, 4, 6, 8 и 10 мг/дм³

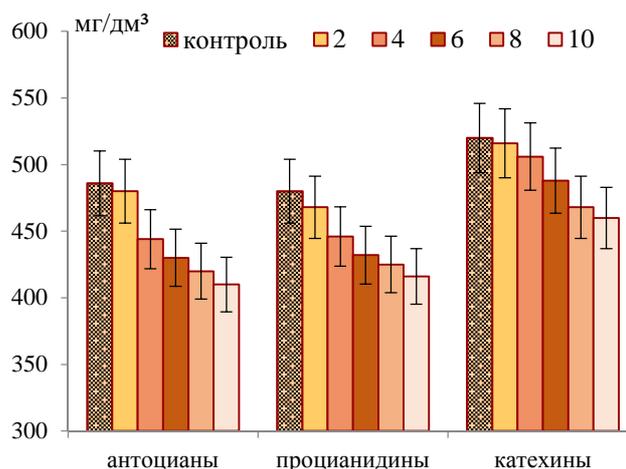


Рис. 5. Изменение концентрации отдельных групп полифенолов при введении кислорода в мезгу в концентрации 2, 4, 6, 8 и 10 мг/дм³

Таким образом, полученные результаты показали, что при проведении микрооксидации на этапе брожения сусла и мезги большая часть фенольных соединений окислилась. Это позволяет предположить, что в дальнейшем при обработках виноматериалов или их хранении окислительные процессы будут замедлены или приостановлены.

Далее было изучено влияние микрооксидации виноматериалов, проведенной по окончании процесса брожения (перед стабилизацией и осветлением) на концентрацию полифенолов.

Кислород вводили в тех же концентрациях, что и при микрооксидации сусла и мезги (от 2 до 10 мг/дм³, в контрольный вариант опыта кислород не вводили). Результаты приведены на рис. 6 и 7.

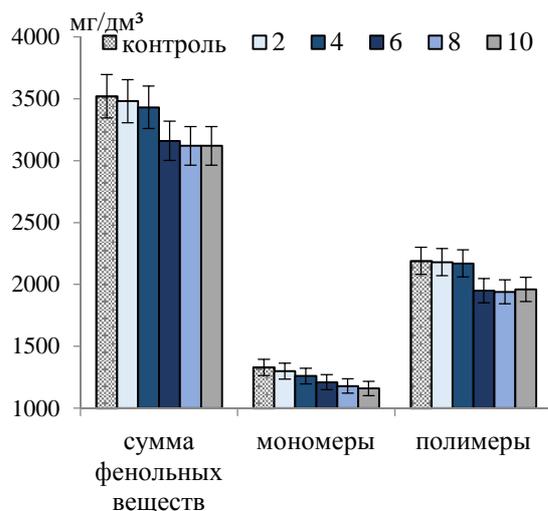


Рис. 6. Изменение концентрации полифенолов при введении кислорода в виноматериалы в концентрации 2, 4, 6, 8 и 10 мг/дм³

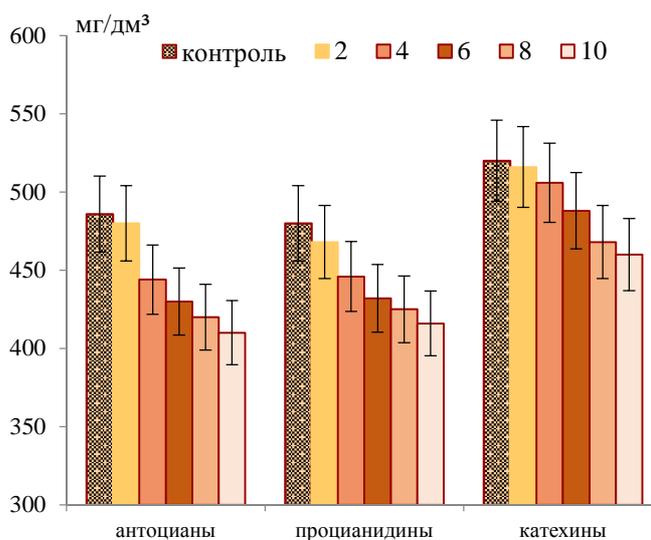


Рис. 7. Изменение концентрации отдельных групп полифенолов при введении кислорода в виноматериалы в концентрации 2, 4, 6, 8 и 10 мг/дм³

Полученные данные показали, что общая тенденция изменения концентрации полифенолов была идентична микрооксидации сусла и мезги: с увеличением концентрации кислорода (6 мг/дм³ и более) наблюдалось уменьшение концентрации всех групп фенольных соединений. Однако при сравнении данных, полученных при изучении суммарной концентрации фенольных веществ, а также мономерных и полимерных форм полифенолов (см. рис. 4 и 6) можно отметить, что при микрооксидации виноматериала после брожения мономерные формы подвержены большему окислению, в то время как концентрация полимерных форм имела близкие значения независимо от дозировки кислорода.

Окисление катехинов было более интенсивным при микрооксидации сусла и мезги, а процианидины были более подвержены окислению при введении кислорода после брожения виноматериалов.

Проведен органолептический анализ виноматериалов, в технологии которых применяли микрооксидацию после брожения (табл. 3).

Таблица 3 – Влияние микрооксидации на цветовые характеристики и дегустационную оценку виноматериалов из сорта винограда Каберне Совиньон после брожения

O ₂ , мг/дм ³	Интенсивность окраски	Оттенок	Органолептическая характеристика	Дегустационная оценка / балл
Контроль	4,269	0,678	Цвет темно-красный с гранатовым оттенком. Аромат красных ягод. Вкус с умеренной кислотностью	7,8
2	4,260	0,657	Цвет темно-красный. Аромат сложный, красных ягод с тонами красной и черной смородины. Вкус полный, гармоничный	7,9
4	4,322	0,650	Цвет рубиновый. Аромат ягодный с тонами зрелых красных фруктов. Вкус округлый, полный, гармоничный	8,1
6	4,431	0,642	Цвет темно-красный. Аромат ягодный с пряными и сухофруктовыми оттенками. Вкус округлый, полный, гармоничный	8,1
8	4,512	0,652	Цвет темно-красный с гранатовым оттенком. Аромат ягодный. Вкус полный с умеренной кислотностью	7,9
10	4,553	0,654	Цвет темно-красный с гранатовым оттенком. Аромат ягодный. Вкус полный с умеренной кислотностью	7,9

Проведенные исследования показали, что микрооксидация виноматериалов после брожения также оказывала влияние на качество виноматериалов, однако в меньшей степени, чем при микрооксидации сусла и мезги. При микрооксидации виноматериалов вкус был округлым, гармоничным и сбалансированным. При дозировке кислорода 4-6 мг/дм³ виноматериалы имели наибольшую дегустационную оценку. С увеличением концентрации кислорода до 8-10 мг/дм³ в цвете виноматериалов появились гранатовые оттенки, во вкусе выделялась умеренная кислотность.

С увеличением концентрации кислорода интенсивность цвета незначительно возрастала, что вероятно связано с появлением гранатовых оттенков. Это отразилось и на показателе «оттенок цвета», который незначительно уменьшился.

Выводы. Таким образом, при исследовании готовой продукции – сухих красных вин, изготовленных из одного сорта винограда в различных географических зонах, выявлены существенные различия в концентрации кислорода, фенольных веществ, вызывающих окисление вина, и органолептических показателях. Выявленные различия могут быть связаны агроклиматическими особенностями той или иной местности, влияющими на фенольную зрелость винограда, а также с применяемой на предприятиях технологией переработки винограда.

Показана возможность применения приема микрооксидации как на стадии брожения сусла и мезги, так и после процесса брожения – перед обработкой виноматериалов против различного рода помутнений с целью окисления полифенолов, последующего сведения их в осадок технологическими вспомогательными средствами, а затем дальнейшего удаления. На основании проведенных исследований оптимальной дозировкой экзогенного кислорода является концентрация 4-6 мг/дм³.

Литература

1. Chen X., Wang Z., Li Y., Liu Q., Yuan C. Survey of the phenolic content and antioxidant properties of wines from five regions of China according to variety and vintage // LWT. 2022. Vol. 169. 114004. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114004>
2. Красные столовые вина: биохимия, технология, эноterapia / А.М. Авидзба [и др.]. Краснодар: ООО «Экоинвест», 2016. 192 с.
3. Casassaa L.F., Fanzone M.L., Sari S.E. Comparative phenolic, chromatic, and sensory composition of five monovarietal wines processed with microwave technology // Heliyon. 2022. Vol. 8 (12). 12332. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12332>
4. Rousserie P., Rabot A., Geny-Denis L. From flavanols biosynthesis to wine tannins: What place for grape seeds? // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. Vol. 67. № 5. P. 1325-1343. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05768>

5. Quality characteristics, polyphenol profile and antioxidant capacity in red, rosé and white monovarietal wines from Ionian Islands of Greece / O.S. Arvaniti, et al. // *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2022. Vol. 21. № 4. P. 343-357. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2022.1091>

6. Влияние теплообеспеченности виноградников на формирование физико-химических характеристик и качества винограда и вина сорта Кокур белый / Е.В. Остроухова, [и др.] // *Магарач. Виноградарство и виноделие*. 2022. Т. 24. № 3(121). С. 278-285. <https://doi.org/10.34919/ИМ.2022.24.3.012>.

7. Ugliano M. Enzymes in winemaking // *Wine chemistry and biochemistry*. New York, 2009. P. 103-126. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74118-5_6

8. Use and impact of oxygen during winemaking / M.P. Day, S.A. Schmidt, P.A. Smith, et al. // *The Australian wine research institute*. 2015. Vol. 21 (S1). P. 693-704. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12199>

9. Kilmartin P.A. Microoxidation in wine production // *Advances in Food and Nutrition Research*. 2010. Vol. 61. P.149-186. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374468-5.00004-0>.

10. Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Егорова О.С. Применение препаратов на основе поливинилполипирролидона (ПВП) для повышения качества красных и розовых вин // *Пиво и напитки*. 2017. № 4. С. 18-21. EDN: ZITMTV

11. Агеева Н.М., Тихонова А.Н., Глоба Е.В. Сорбционные свойства биосорбентов, изготовленных из дрожжевых отходов виноделия // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. 2022. № 5(389). С. 83-87. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2022.5.18>

12. Гержикова В.Г. Методы технохимического контроля в виноделии. Национальный институт винограда и вина «Магарач», Союз виноделов Крыма. 2-е издание. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.

13. Concentrates of polyphenols from grape raw materials and their functional properties / Yu.A. Ogay, et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 640. P. 052003. DOI: 10.1088/1755-1315/640/5/052003

14. Study of the oxidative evolution of tannins during Syrah red wines ageing by tandem mass spectrometry / S. Deshaies, F. Garcia, L. Suc, et al. // *Food Chemistry*. 2022. Vol. 385. 132538. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132538>

15. Чемисова Л.Э. Механизмы влияния корковой пробки на биотехнологические процессы, протекающие при хранении и созревании вин [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2021. № 68(2). С. 332-354. Режим доступа: <http://journalkubansad.ru/pdf/21/02/27.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-2-68-332-354 (дата обращения: 09.10.2023).

16. Валушко Г.Г., В.А. Домарецкий, Загоруйко В.А. Технология вина. Киев: Центр учебной литературы, 2003. 604 с.

References

1. Chen X., Wang Z., Li Y., Liu Q., Yuan C. Survey of the phenolic content and antioxidant properties of wines from five regions of China according to variety and vintage // *LWT*. 2022. Vol. 169. 114004 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114004>

2. Avidzba A.M. Red table wines: biochemistry, technology, enotherapy / A.M. Avidzba, et al.]. Krasnodar: LLC «Ecoinvest», 2016. 192 p. ([in Russian](#))

3. Casassaa L.F., Fanzone M.L., Sari S.E. Comparative phenolic, chromatic, and sensory composition of five monovarietal wines processed with microwave technology // *Heliyon*. 2022. Vol. 8 (12). 12332. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12332>

4. Rousserie P., Rabot A., Geny-Denis L. From flavanols biosynthesis to wine tannins: What place for grape seeds? // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. Vol. 67. № 5. P. 1325-1343. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05768>
5. Quality characteristics, polyphenol profile and antioxidant capacity in red, rosé and white monovarietal wines from Ionian Islands of Greece / O.S. Arvaniti, et al. // *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2022. Vol. 21. № 4. P. 343-357. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2022.1091>
6. The effect of heat provision of vineyards on the formation of physicochemical characteristics and quality of grapes and wine of 'Kokur Belyi' variety / E.V. Ostrouhova, et al. // *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2022. Vol. 24. № 3(121). P. 278-285. <https://doi.org/10.34919/IM.2022.24.3.012>. (in Russian)
7. Ugliano M. Enzymes in winemaking // *Wine chemistry and biochemistry*. New York, 2009. P. 103-126. https://doi.org/10.1007/978-0-387-74118-5_6
8. Use and impact of oxygen during winemaking / M.P. Day, et al. // *The Australian wine research institute*. 2015. Vol. 21 (S1). P. 693-704. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12199>
9. Kilmartin P.A. Microoxidation in wine production // *Advances in Food and Nutrition Research*. 2010. Vol. 61. P.149-186. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374468-5.00004-0>.
10. Panasyuk A.L., Kuz'mina E.I., Egorova O.S. The use of preparations based on polyvinylpyrrolidone (PVPP) to improve the red and pink wines quality // *Beer and drinks*. 2017. № 4. P. 18-21. EDN: ZITMTV (in Russian)
11. Ageeva N.M., Tikhonova A.N., Globa E.V. Sorption properties of biosorbents made from yeast waste of winemaking // *Izvestiya vuzov. Food Technology*. 2022. № 5 (389). P. 83-87. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2022.5.18> (in Russian)
12. Gerzhikova V.G. Methods of technical chemistry control in winemaking / ed. by V.G. Gerzhikova. Simferopol': Tavrida, 2009. 304 p. EDN: XXXILL (in Russian)
13. Concentrates of polyphenols from grape raw materials and their functional properties / Yu.A. Ogay, et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 640. P. 052003. DOI: 10.1088/1755-1315/640/5/052003
14. Study of the oxidative evolution of tannins during Syrah red wines ageing by tandem mass spectrometry / S. Deshaies, et al. // *Food Chemistry*. 2022. Vol. 385. 132538. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132538>
15. Chemisova L.E. Mechanisms of cortical cork influence the biotechnological processes taking place during storage and wine maturation // *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2021. № 68(2). P. 332-354. Available at: <http://journal.kubansad.ru/pdf/21/02/27.pdf>. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-2-68-332-354> (accessed date: 09.10.2023). (in Russian)
16. Valujko G.G., Domareckij V.A., Zagorujko V.A. *Wine Technology*. Kyiv: Center for Educational Literature, 2003. 604 p. (in Russian)