

УДК 663.241.048.004.12/.014

UDC 663.241.048.004.12/.014

DOI 10.30679/2219-5335-2022-3-75-305-324

DOI 10.30679/2219-5335-2022-3-75-305-324

**АРОМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ  
КРАСНЫХ СУХИХ ВИН  
В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА\***

**AROMATIC PROFILE  
OF DRY RED WINES,  
DEPENDING ON THE METHOD  
OF PRODUCTION\***

Антоненко Ольга Павловна  
канд. техн. наук  
научный сотрудник  
НЦ «Виноделие»  
e-mail: [pastarnakova@bk.ru](mailto:pastarnakova@bk.ru)

Antonenko Olga Pavlovna  
Cand. Tech. Sci.  
Research Associate  
of SC «Wine-making»  
e-mail: [pastarnakova@bk.ru](mailto:pastarnakova@bk.ru)

Антоненко Михаил Викторович  
канд. техн. наук  
старший научный сотрудник  
НЦ «Виноделие»  
e-mail: [antonenko84@bk.ru](mailto:antonenko84@bk.ru)

Antonenko Mikhail Viktorovich  
Cand. Tech. Sci.  
Senior Research Associate  
of SC «Wine-making»  
e-mail: [antonenko84@bk.ru](mailto:antonenko84@bk.ru)

Гугучкина Татьяна Ивановна  
д-р с.-х. наук, профессор  
главный научный сотрудник  
НЦ «Виноделие»  
e-mail: [guguchkina@mail.ru](mailto:guguchkina@mail.ru)

Guguchkina Tatyana Ivanovna  
Dr. Sci. Agr., Professor  
Chief Research Associate  
of «Wine-making» SC  
e-mail: [guguchkina@mail.ru](mailto:guguchkina@mail.ru)

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

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

Рассмотрены результаты исследований ароматического комплекса сухих красных вин из винограда сортов Каберне Совиньон, Достойный, Сацимлер, выращенных на Кубани. Исследуемые образцы вин были произведены путем термической обработки мезги и внесения комплекса компонентов, обладающих высокими антиоксидантными свойствами (диоксид серы, препарат Танин СР Терруар, аскорбиновая кислота, препарат Глутаром). Установлено, что проведение термической обработки мезги с внесением антиоксидантов способствует большему

The results of studies of the aromatic complex of dry red wines from Cabernet Sauvignon, Dostoynyi, Satsimler grape varieties grown in the Kuban are considered. The studied wine samples were produced by heat treatment of the pulp and the introduction of a complex of components with high antioxidant properties (sulfur dioxide, Tannin SR Terroir, ascorbic acid, Glutarom). It was found that during the heat treatment of pulp with the introduction of antioxidants,

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/23 и частично в рамках выполнения Госзадания ФГБНУ СКФНЦСВВ

\* The study was carried out with the financial support of the Kuban Science Foundation in the framework of the scientific project No. МФИ-20.1/23 and partially in the framework of the fulfillment of the State task of the FSBSI NCFSCHVW

образованию и экстракции благоприятных ароматобразующих компонентов при одновременном снижении отрицательно влияющих на аромат компонентов, таких как этилацетат, метанол, изобутанол и изоамиловый спирт. Введение антиоксидантных средств – аскорбиновой кислоты, Глутарома, а также их сочетания с диоксидом серы в независимости от способа мацерации мезги и сорта винограда в большинстве случаев способствовало снижению массовой концентрации ацетальдегида, диацетила, этилацетата, общей суммы высших спиртов и алифатических кислот. При этом изменение массовой концентрации ацетоина было связано либо с увеличением его содержания за счет превращения из диацетила, либо со снижением его количества путем восстановления в 1,3-бутиленгликоль. Выявлено, что наиболее высокое качество малоокисленных сухих красных виноматериалов, приготовленных из винограда исследуемых сортов, получено в результате применения сочетания антиоксидантных средств – диоксида серы, аскорбиновой кислоты и Глутарома – в концентрации 80 мг/дм<sup>3</sup>, 100 мг/дм<sup>3</sup> и 250 мг/дм<sup>3</sup> соответственно для обеих технологических схем производства столовых сухих красных виноматериалов из винограда изучаемых сортов, что подтверждается дегустационной оценкой виноматериалов. Таким образом, путем введения комплекса антиоксидантных средств появляется возможность получения малоокисленных сухих красных вин и регулирования окислительно-восстановительными процессами, происходящими, как на стадии переработки винограда, так и в период его брожения и созревания.

*Ключевые слова:* КРАСНЫЕ ВИНА, СОРТ ВИНОГРАДА, ДОСТОЙНЫЙ, САЦИМЛЕР, АРОМАТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, АНТИОКСИДАНТЫ, КУБАНЬ

it promotes greater formation and extraction of favorable aroma-forming components while reducing components that negatively affect the aroma, such as ethyl acetate, methanol, isobutanol and isoamyl alcohol. The introduction of antioxidant agents – ascorbic acid, Glutarom, as well as their combination with sulfur dioxide, regardless of the method of maceration of the pulp and grape variety, in most cases, contributed to a decrease in the mass concentration of acetaldehyde, diacetyl, ethyl acetate, the total amount of higher alcohols and aliphatic acids. At the same time, the change in the mass concentration of acetoin was associated either with an increase in its content due to conversion from diacetyl, or with a decrease in its amount by reduction to 1,3-butylene glycol. It was revealed that the highest quality of slightly oxidized dry red wine materials made from grapes of the studied varieties was obtained as a result of the use of a combination of antioxidant agents – sulfur dioxide, ascorbic acid and Glutarom – at a concentration of 80 mg/dm<sup>3</sup>, 100 mg/dm<sup>3</sup> and 250 mg/dm<sup>3</sup>, respectively, for both technological schemes for the production of table dry red wine materials from grapes of the studied varieties, which is confirmed by the tasting assessment of wine materials. Thus, by introducing a complex of antioxidant agents, it becomes possible to obtain low-oxidized dry red wines and regulate redox processes occurring both at the stage of grape processing and during its fermentation and ripening.

*Key words:* RED WINES, GRAPE VARIETY, DOSTOYNYI, SATSIMLER, AROMATIC SUBSTANCES, ANTIOXIDANTS, KUBAN

**Введение.** Получение высококачественной винодельческой продукции, к которой относятся вина с защищенным географическим указанием (ЗГУ), с защищенным наименованием места происхождения товара

(ЗНМПТ) – это сложный процесс, состоящий из выбора сорта винограда, технологии переработки, а также условий хранения, созревания и выдержки вин [1-5].

Сохранение яркого сортового аромата на всех этапах производства является важным требованием, которое предъявляют к высококачественным винам [6-15]. Сортовой аромат вина образуется из эфирных масел винограда, которые в основном локализованы в кожице ягод [16-18]. Во время брожения происходят различные превращения веществ винограда и образования новых компонентов, в том числе и ароматических [11, 19-21].

В последние годы виноград сорта Достойный получил широкое признание потребителей благодаря своему уникальному качеству и добился выдающихся результатов на дегустационных конкурсах.

В связи с этим цель исследований – установить влияние способа производства вин и внесения антиоксидантов на качество и ароматический комплекс красных сухих вин из винограда сортов Каберне Совиньон, Достойный, Сацимлер.

**Объекты и методы исследований.** С целью проведения исследования были подобраны два основных способа производства сухих красных виноматериалов, которые отличались техникой мацерации мезги.

Для производства виноматериалов в качестве антиоксидантных средств применяли диоксид серы, аскорбиновую кислоту, препарат Танин СР Терруар, препарат Глутаром (Франция).

Первый способ производства (схема № 1) столовых сухих красных виноматериалов включал следующие этапы: дробление-гребнеотделение, сульфитацию полученной мезги (80-100 мг/кг), введение антиоксидантных средств: препарата Танин СР Терруар (Т), аскорбиновой кислоты (АК) и препарата Глутаром (ГЛ) (табл. 1). Затем производили нагрев мезги до 45-55 °С (2-3 часа), ее охлаждение до 20-30 °С. После отделения сусла-самотека стекшую мезгу прессовали, далее в сусло добавляли аскорби-

новую кислоту, Глутаром. Затем сусло осветляли и сбразивали при введении разводки активных сухих дрожжей в дозах, рекомендуемых фирмами-производителями. Дальнейшие операции проводили по общепринятой технологической схеме.

Таблица 1 – Расшифровка технологической схемы производства красных виноматериалов из винограда, выращенного на территории Краснодарского края

Название этапа	Схема № 1 (настой на мезге при температуре равной 45-55 °С в течение 2 часов)				Схема № 2 (брожения на мезге)			
	вар. 1/1	вар. 1/2	вар. 1/3	вар. 1/4	вар. 2/1	вар. 2/2	вар. 2/3	вар. 2/4
	Применение антиоксидантных средств							
После дробления и гребнеотделения	SO <sub>2</sub> 80 мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> 0 мг/дм <sup>3</sup> Т 100 мг/дм <sup>3</sup>	АК 50 мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> 80 мг/дм <sup>3</sup> АК 50 мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> 80 мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> 80 мг/дм <sup>3</sup> Т 100 мг/дм <sup>3</sup>	АК 100 мг/дм <sup>3</sup> ГЛ 250 мг/дм <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub> 80 мг/дм <sup>3</sup> , АК 100 мг/дм <sup>3</sup> ГЛ 250 мг/дм <sup>3</sup>
После отделения сусла-самотека, прессования	-	-	АК 50 мг/дм <sup>3</sup> +ГЛ 250 мг/дм <sup>3</sup>	АК 50 мг/дм <sup>3</sup> +ГЛ 250 мг/дм <sup>3</sup>	-	-	-	-

При втором способе производства сухих красных виноматериалов основными операциями были дробление-гребнеотделение, сульфитация мезги (80-100 мг/кг), введение антиоксидантных средств: препарат Танин СР Терруар (Т), аскорбиновая кислота (АК) и препарат Глутаром (ГЛ), брожение с плавающей «шапкой» при внесении разводки активных сухих дрожжей (см. табл. 1). Во время брожения с плавающей «шапкой» мезгу перемешивали 3-4 раза в сутки специальными устройствами. Последующие операции проводили по общепринятым схемам.

Для производства виноматериалов использовали здоровый кондиционный виноград сортов Каберне Совиньон, Достойный, Сацимлер, выращенный на территории Краснодарского края, по вышеописанным схемам в трех повторностях, в условиях цеха микровиноделия СКФНЦСВВ. Аналитические работы выполнены в Научном центре «Виноделие» и Центре коллективного пользования высокотехнологичным оборудованием СКФНЦСВВ.

Содержание летучих компонентов виноматериалов – альдегиды, высшие спирты, сложные эфиры, определяли на газожидкостном хроматографе «Кристалл 2000 М» с пламенно-ионизационным детектором, с уровнем флуктуационных шумов нулевого сигнала не более  $2 \cdot 10^{-12} \text{А}$ , с дрейфом нулевого сигнала детектора не более  $2 \cdot 10^{-12} \text{А/ч}$ , с пределом детектирования не более  $2 \cdot 10^{-12} \text{г} \cdot \text{С/с}$ . Метод основан на применении газовой хроматографии. Микропримеси разделяются путем распределения компонентов между неподвижной (стационарной) и подвижной (газ-носитель) фазами.

**Обсуждение результатов.** Результаты исследования ароматического комплекса столовых сухих красных виноматериалов из винограда, приготовленных путем термической обработки мезги и внесения комплекса компонентов, обладающих высокими антиоксидантными свойствами (схема № 1), представлены в таблице 2.

Полученные результаты показали, что содержание ароматобразующих веществ при дополнительном введении антиоксидантов в сравнении с контрольным вариантом в целом изменялось. Это, прежде всего, связано со снижением количества таких веществ как ацетальдегид, фурфурол, диацетил, высшие спирты, которые могут оказать отрицательное влияние на качество виноматериалов. Следовательно, применение комплекса антиоксидантов в сочетании с термообработкой мезги позволяет регулировать состав ароматобразующих компонентов виноматериалов.

Таблица 2 – Массовая концентрация ароматобразующих веществ в виноматериалах из винограда сортов Достойный, Сацимлер, Каберне Совиньон (контроль), полученных с использованием термовинификации и антиоксидантных средств (схема № 1), мг/дм<sup>3</sup>

Наименование	Схема № 1 (с настоем на мезге при температуре равной 45-55 °С в течение 2-3 часов)											
	Сорт винограда Каберне Совиньон (контроль)				Сорт винограда Достойный				Сорт винограда Сацимлер			
	К 1/1	К 1/2	К 1/3	К 1/4	Д 1/1	Д 1/2	Д 1/3	Д 1/4	С 1/1	С 1/2	С 1/3	С 1/4
	SO <sub>2</sub> (контроль)	SO <sub>2</sub> + Танин СР Терруар	аск. к-та +Глутаром	SO <sub>2</sub> + аск. к-та +Глутаром	SO <sub>2</sub> (контроль)	SO <sub>2</sub> + Танин СР Терруар	аск. к-та +Глутаром	SO <sub>2</sub> + аск. к-та +Глутаром	SO <sub>2</sub> (контроль)	SO <sub>2</sub> + Танин СР Терруар	аск. к-та +Глутаром	SO <sub>2</sub> + аск. к-та +Глутаром
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ацетальдегид	43,1	58,5	27,0	31,4	39,5	42,2	24,4	23,1	48,8	49,1	32,8	30,8
Каприновый альдегид	-	13,4	11,4	10,7	16,3	15,0	12,1	11,4	13,6	13,4	14,3	-
Фурфурол	4,0	2,4	2,2	1,5	0,6	0,7	0,8	0,4	0,7	0,9	0,7	1,0
5-метилфурфурол	1,3	0,5	0,8	0,7	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4	0,7	0,4	0,6
<b>ИТОГО альдегидов</b>	<b>48,4</b>	<b>74,8</b>	<b>41,5</b>	<b>44,2</b>	<b>56,9</b>	<b>58,3</b>	<b>37,7</b>	<b>35,2</b>	<b>63,4</b>	<b>64,1</b>	<b>48,3</b>	<b>32,4</b>
Диацетил	5,7	5,5	5,3	5,1	10,5	12,1	7,7	6,2	12,8	11,4	10,4	10,6
Ацетоин	3,1	0,4	4,0	3,5	0,5	0,4	3,3	3,8	4,9	5,9	5,6	0,6
Ионон	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ИТОГО кетонов</b>	<b>8,8</b>	<b>5,9</b>	<b>9,3</b>	<b>8,6</b>	<b>10,9</b>	<b>12,5</b>	<b>11,0</b>	<b>9,9</b>	<b>17,7</b>	<b>17,3</b>	<b>15,9</b>	<b>11,3</b>
Этилформиат	1,3	-	-	0,9	-	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,1
Метилацетат	0,1	0,5	0,3	0,3	-	0,4	0,4	-	-	0,4	0,4	0,2
Этилацетат	42,1	37,8	43,0	35,9	52,9	47,1	39,7	33,4	54,4	42,1	<b>63,8</b>	51,0
Этиллактат	-	-	0,1	0,9	-	0,2	0,8	0,6	-	-	-	-
Этилбутират	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Этилвалериат	-	0,3	0,3	0,3	0,8	0,9	0,1	1,0	1,1	0,8	1,5	1,2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Метилкаприлат	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,8	0,1	0,4	0,6	0,2	0,7	2,8
Этилкаприлат	-	0,8	0,2	0,3	-	1,0	0,5	0,5	0,4	0,1	0,4	0,6
<b>ИТОГО сложных эфиров</b>	<b>45,5</b>	<b>39,5</b>	<b>44,2</b>	<b>38,7</b>	<b>54,0</b>	<b>51,2</b>	<b>41,6</b>	<b>36,9</b>	<b>57,5</b>	<b>44,6</b>	<b>66,8</b>	<b>55,8</b>
<b>Метанол</b>	<b>58,0</b>	<b>56,9</b>	<b>46,9</b>	<b>36,8</b>	<b>61,4</b>	<b>69,9</b>	<b>74,2</b>	<b>50,9</b>	<b>192,5</b>	<b>147,5</b>	<b>180,0</b>	<b>169,2</b>
2-бутанол	-	-	-	-	-	0,2	-	0,2	0,3	0,1	0,3	0,9
2-пропанол	0,0	0,6	0,7	0,8	-	0,3	0,5	0,5	0,1	0,7	0,6	-
1-пропанол	21,5	22,0	22,4	21,4	53,9	48,3	52,2	46,6	75,2	68,6	77,7	74,0
Изобутанол	82,1	89,1	85,1	73,7	134,0	138,4	123,5	114,0	113,5	84,1	<b>111,7</b>	98,0
1-бутанол	1,3	1,2	-	1,1	3,5	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,3	1,6
Изоамиловый	456,2	461,0	451,1	419,5	400,9	368,5	361,2	345,3	300,6	265,7	313,3	290,6
1-амилол	-	0,3	-	0,3	0,0	0,7	0,0	0,1	0,4	0,4	0,44	0,4
1-гексанол	4,0	4,9	2,7	2,3	2,1	2,4	2,8	2,3	4,6	4,0	4,5	4,6
<b>ИТОГО высших спиртов</b>	<b>565,1</b>	<b>579,2</b>	<b>562,1</b>	<b>519,3</b>	<b>594,6</b>	<b>559,7</b>	<b>541,3</b>	<b>510,9</b>	<b>495,7</b>	<b>424,8</b>	<b>509,8</b>	<b>469,9</b>
Пропионовая кислота	0,6	0,4	4,1	0,4	1,0	1,0	1,1	0,1	0,8	1,0	0,5	0,8
Изомасляная кислота	0,8	4,4	0,6	0,8	0,3	0,4	0,5	0,3	0,7	0,7	0,6	0,9
Масляная кислота	1,6	0,2	0,2	0,2	0,7	0,1	0,9	0,2	0,8	0,2	0,8	0,3
Изовалериановая кислота	0,1	0,5	0,2	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6	0,2	0,4
Валериановая кислота	0,0	0,1	0,3	0,9	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,4	0,3	0,5
Капроновая кислота	3,0	0,0	1,1	1,2	2,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,0	0,1	0,1
<b>ИТОГО кислот</b>	<b>6,1</b>	<b>5,6</b>	<b>6,4</b>	<b>3,5</b>	<b>5,3</b>	<b>2,6</b>	<b>4,0</b>	<b>2,1</b>	<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>2,5</b>	<b>2,9</b>
<b>Фенилэтанол</b>	<b>30,0</b>	<b>31,7</b>	<b>33,8</b>	<b>29,6</b>	<b>15,8</b>	<b>21,8</b>	<b>24,3</b>	<b>25,1</b>	<b>22,9</b>	<b>22,7</b>	<b>19,6</b>	<b>21,6</b>
<i>Сумма ароматических веществ</i>	<i>753,1</i>	<i>787,7</i>	<i>734,8</i>	<i>672,1</i>	<i>798,8</i>	<i>776,0</i>	<i>734,1</i>	<i>671,0</i>	<i>852,8</i>	<i>723,8</i>	<i>843,0</i>	<i>763,1</i>

Отмечено, что массовая концентрация ацетальдегида уменьшалась в виноматериалах из винограда всех исследуемых сортов, приготовленных с добавлением комплекса – аскорбиновой кислоты и Глутарома (варианты 1/3 и 1/4), включая контроль Каберне Совиньон, в среднем на 15-20 мг/дм<sup>3</sup>. В этих образцах выявлено также снижение накопления и других альдегидов – фурфурола, 5-метил фурфурола, которые участвуют в образовании букета вина. Возможно, это связано с менее интенсивным прохождением брожения, поскольку эти компоненты образуются при дегидрировании пентоз – арабинозы и ксилозы.

В исследуемых виноматериалах общая сумма кетонов, основными представителями которых являлись диацетил и ацетоин, менялась в зависимости от сорта винограда и добавления антиоксидантов. Так, в некоторых вариантах по сравнению с контрольным наблюдалось снижение массовой концентрации диацетила и увеличение концентрации ацетоина (К 1/3, К 1/4, Д 1/3, Д 1/4)

Вероятно, это связано с восстановлением некоторого количества диацетила в ацетоин под действием диацетилредуктазы, содержащейся у винных дрожжей по механизму (рис. 1).

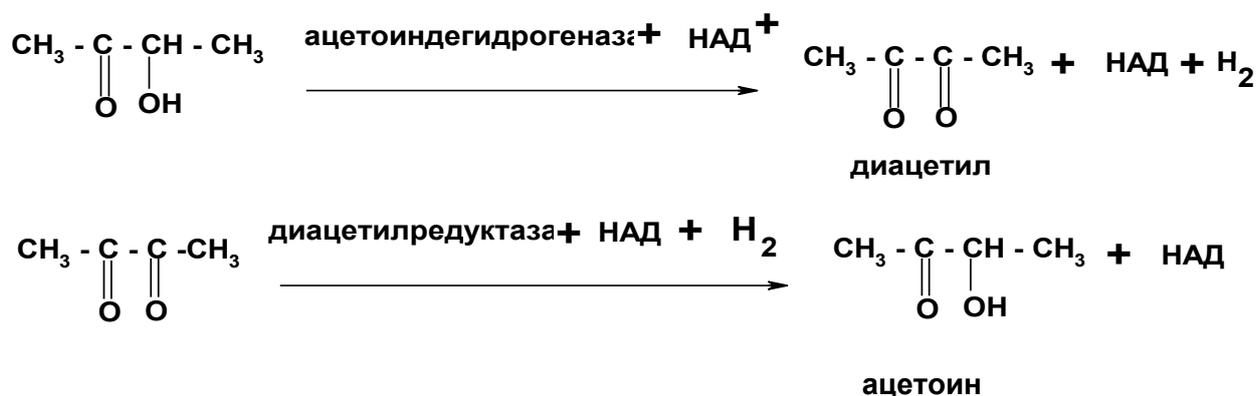


Рис. 1. Механизм превращения ацетоина и диацетила

При этом наименьшая массовая концентрация ацетоина была в образце С 1/4 – 0,6 мг/дм<sup>3</sup>. Мы предполагаем, что уменьшение содержания этого компонента связано с образованием 2,3-бутиленгликоля по механизму, отображенному на рисунке 2.

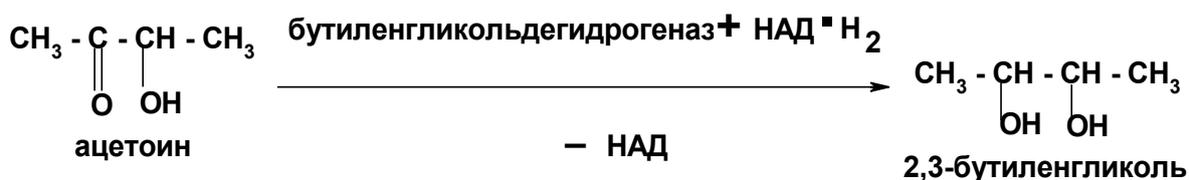


Рис. 2. Механизм превращения ацетоина

Предполагаем, что в данном образце С 1/4 преобладали восстановительные процессы, вследствие чего превращение ацетоина пошло в сторону образования 2,3-бутиленгликоля.

По мнению многих исследователей, диацетил принимает участие в образовании букета вина и может служить объективным показателем качества продукта [16, 17]. Так, считается, что диацетил в концентрации более 0,8 мг/дм<sup>3</sup> снижает качество молодых вин и придает им грубый, окисленный тон. Однако в концентрациях, обнаруженных в исследуемых образцах виноматериалов, диацетил не оказывал отрицательного влияния на аромат и вкус, а, вероятнее, послужил причиной появления оттенков молочных сливок, которые были обнаружены при дегустации.

В столовых сухих красных виноматериалах, приготовленных по схеме № 1, наблюдалось снижение массовой концентрации сложных эфиров, в основном за счёт снижения содержания этилацетата. Это свидетельствует о снижении активности ферментативных систем, катализирующих образование этилацетата.

Следует отметить, что в образцах виноматериалов, произведенных с внесением антиоксидантов в сочетании – аскорбиновая кислота и Глутаром

(варианты 1/4), заметно снизилась массовая концентрация метанола, наличие которого в высоких концентрациях придаёт винам резкий аромат [15, 17].

При этом содержание метанола в виноматериалах менялось также в зависимости от сорта винограда. Так, наибольшее количество метанола было зафиксировано в образцах из винограда сорта Сацимлер – 147,5-192,5 мг/дм<sup>3</sup>, из винограда сорта Достойный оно составляло от 50,9 до 74,2 мг/дм<sup>3</sup>, из винограда сорта Каберне Совиньон (контроль) находилось на уровне от 36,8 до 58,0 мг/дм<sup>3</sup>. Эти различия свидетельствуют о сортовых особенностях в отношении содержания пектиновых веществ, которые в дальнейшем являются источником метанола.

Во всех опытных виноматериалах, приготовленных по схеме № 1, при внесении антиоксидантов существенно уменьшилась массовая концентрация таких высших спиртов, как изобутанол и изоамиловый спирт, в среднем на 10-15 %. Учитывая, что эти компоненты являются представителями сивушных масел, уменьшение их концентрации является фактором, положительно сказывающимся на качестве виноматериалов.

По общему содержанию алифатических кислот отмечено их снижение в образцах виноматериалов, полученных из винограда сорта Каберне Совиньон (контроль), Достойный и Сацимлер, причем в более значительной степени в образцах 1/4, приготовленных с применением SO<sub>2</sub>, аскорбиновой кислоты и глутарома.

Накопление β-фенилэтанола, обладающего ароматом розы, также различалось в зависимости от сорта винограда. При этом наибольшее содержание наблюдалось в виноматериалах, приготовленных из винограда классического сорта Каберне Совиньон – 29,6-33,8 мг/дм<sup>3</sup>. При этом массовая концентрация этого компонента в виноматериалах из винограда сорта Достойный составила 15,8-25,1 мг/дм<sup>3</sup>, в образцах из винограда сорта Сацимлер – 19,6-22,9 мг/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, снижение неблагоприятно влияющих на аромат компонентов, таких как этилацетат, метанол, изобутанол и изоамиловый спирт при проведении термической обработки мезги с внесением антиоксидантов способствует большему образованию и экстракции благоприятных ароматобразующих компонентов.

Качественный и количественный состав ароматобразующих компонентов был проанализирован и в виноматериалах из винограда перспективных сортов Достойный и Сацимлер, Каберне Совиньон (контроль), приготовленных по 2-й технологической схеме путем сбраживания на мезге (табл. 3).

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что приготовление виноматериалов путем брожения на мезге из винограда исследуемых сортов с внесением антиоксидантов способствовало повышению общей суммы ароматических веществ по сравнению с первой схемой.

В виноматериалах из винограда Каберне Совиньон, Сацимлер, приготовленных с внесением антиоксидантов (варианты 2/2, 2/3 и 2/4), отмечено снижение содержания ацетальдегида. В образцах сорта винограда Достойный уменьшение количества ацетальдегида наблюдалась только в вариантах 2/3 и 2/4. В связи с этим наблюдалось и уменьшение общей суммы альдегидов в вышеуказанных образцах. Это говорит о том, что комплексное воздействие этих антиоксидантов уменьшает активность окислительных ферментов и скорость ОВ-процессов.

В отношении содержания диацетила также наблюдалась тенденция к снижению во всех исследуемых образцах с добавлением аскорбиновой кислоты и Глутарома (2/3, 2/4). При этом сравнимые с контролем результаты были получены для варианта 2/2. Вероятно, его образование в данном случае происходило по приведенному выше механизму (рис. 2). При этом некоторое количество диацетила под действием диацетилредуктазы восстановилось в ацетоин, что связано с уменьшением концентрации диацетила.

Наибольшая величина массовой концентрации ацетоина по сравнению со всеми вариантами наблюдалась в образце Д 2/3 – 2,1 мг/дм<sup>3</sup>. По-видимому, его образование в данном случае происходило по приведенному выше механизму (см. рис. 1).

Следует отметить, что среди кетонов в образце виноматериала из винограда сорта Достойный (Д 2/4) впервые был обнаружен β-ионон, обладающий ароматом фиалки, его массовая концентрация составила 3,7 мг/дм<sup>3</sup>.

Изменение массовой концентрации сложных эфиров в исследуемых виноматериалах связано в основном с колебанием массовой концентрации этилацетата. Наименьшая массовая концентрация этого компонента была зафиксирована в виноматериалах, приготовленных с введением диоксида серы, аскорбиновой кислоты и Глутарома (вариант 2/4).

По нашим предположениям, снижение содержания этилацетатата связано с уменьшением содержания ацетальдегида и уксусной кислоты, которые являются продуктами окисления этанола. При этом относительно высокое количество этого сложного эфира наблюдалось в вариантах виноматериала 2/3, произведенных с добавлением только аскорбиновой кислоты и Глутарома (78,4-96,3 мг/дм<sup>3</sup>). Это свидетельствует о том, что введение такого комплекса антиоксидантов на начальной стадии приготовления виноматериалов было недостаточной мерой для предотвращения процессов, приведших к образованию большого количества этилацетата.

Следует отметить различия в качественном и количественном накоплении других сложных эфиров в виноматериалах в зависимости от сорта винограда. Так, в нашем эксперименте этиллактат – один из компонентов, оказывающих благоприятное влияние на аромат, был обнаружен в виноматериалах из винограда сортов Достойный и Сацимлер, причем в вариантах 2/4 его количество было немного выше.

Таблица 3 – Массовая концентрация ароматобразующих веществ в виноматериалах из винограда сортов Достойный, Сацимлер, Каберне Совиньон (контроль), полученных путем брожения на мезге с использованием антиоксидантных средств (схема № 2), мг/дм<sup>3</sup>

Наименование	Схема № 2 (сбраживание на мезге)											
	сорт винограда Каберне Совиньон (контроль)				сорт винограда Достойный				сорт винограда Сацимлер			
	К 2/1	К 2/2	К 2/3	К 2/4	Д 2/1	Д 2/2	Д 2/3	Д 2/4	С 2/1	С 2/2	С 2/3	С 2/4
	SO <sub>2</sub> (контроль)	SO <sub>2</sub> + Танин СР Терруар	аск. к-та + Глутаром	SO <sub>2</sub> + аск. к-та + Глутаром	SO <sub>2</sub> (контроль)	SO <sub>2</sub> + Танин СР Терруар	аск. к-та + Глутаром	SO <sub>2</sub> + аск. к-та + Глутаром	SO <sub>2</sub> (контроль)	SO <sub>2</sub> + Танин СР Терруар	аск. к-та + Глутаром	SO <sub>2</sub> + аск. к-та + Глутаром
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ацетальдегид	70,7	48,3	30,4	32,4	43,2	58,9	38,1	29,6	58,7	38,7	41,8	24,5
Каприновый альдегид	11,1	9,1	9,4	9,8	13,6	12,1	4,6	15,5	10,4	11,2	7,7	10,6
Фурфурол	1,5	1,1	1,3	1,1	0,8	1,0	0,3	0,4	1,1	4,6	0,7	0,7
5-метилфурфурол	0,7	0,6	0,6	0,7	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	1,2	0,6	0,3
<b>ИТОГО альдегидов</b>	<b>84,0</b>	<b>59,1</b>	<b>41,5</b>	<b>44,0</b>	<b>58,2</b>	<b>72,7</b>	<b>43,9</b>	<b>45,9</b>	<b>70,6</b>	<b>55,7</b>	<b>50,7</b>	<b>36,1</b>
Диацетил	3,9	3,5	3,6	2,0	10,9	9,9	4,6	6,1	9,3	10,5	8,5	7,1
Ацетоин	3,9	4,8	5,5	1,1	0,6	0,9	2,1	0,9	0,4	1,6	0,32	0,3
Ионон	-	-	-	-	-	-	-	3,4	-	-	-	-
<b>ИТОГО кетонов</b>	<b>7,8</b>	<b>8,4</b>	<b>9,1</b>	<b>3,1</b>	<b>11,5</b>	<b>10,8</b>	<b>6,7</b>	<b>10,3</b>	<b>9,7</b>	<b>12,1</b>	<b>8,8</b>	<b>7,4</b>
Этилформиат	0,9	0,8	0,8	0,8	-	-	1,3	0,1	-	-	0,1	1,1
Метилацетат	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-	0,1	0,3	6,5	0,2	0,3
Этилацетат	36,9	78,4	81,6	24,3	36,9	34,0	92,4	32,3	38,9	57,3	77,7	31,2
Этиллактат	-	-	-	-	0,2	0,1	-	0,2	0,1	-	-	0,2
Этилбутират	1,2	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,1	0,5
Этилвалериат	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	-	0,2	0,2

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Метилкаприлат	0,3	0,1	0,1	0,7	0,1	0,1	1,5	0,1	-	-	-	-
Этилкаприлат	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,2	1,0	0,6	-	-	-	-
<b>ИТОГО сложных эфиров</b>	<b>39,9</b>	<b>80,0</b>	<b>83,1</b>	<b>26,7</b>	<b>37,7</b>	<b>34,8</b>	<b>96,3</b>	<b>33,5</b>	<b>39,7</b>	<b>63,9</b>	<b>78,4</b>	<b>53,5</b>
<b>Метанол</b>	<b>196,2</b>	<b>162,9</b>	<b>170,3</b>	<b>195,3</b>	<b>273,9</b>	<b>265,2</b>	<b>208,8</b>	<b>260,0</b>	<b>310,9</b>	<b>305,0</b>	<b>285,9</b>	<b>315,6</b>
2-бутанол	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
2-пропанол	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	-	-	-	-	-	-
1-пропанол	25,3	42,9	48,0	25,1	39,0	40,5	<b>55,2</b>	32,0	54,7	82,3	89,9	73,7
Изобутанол	53,3	69,8	66,0	53,9	97,9	89,3	96,9	12,8	84,6	102,7	98,7	89,1
1-бутанол	-	0,8	0,9	1,2	1,2	-	1,1	1,2	-	10,3	1,3	-
Изоамиловый	<b>423,1</b>	<b>377,0</b>	<b>389,2</b>	<b>400,9</b>	425,3	421,1	417,0	402,4	338,5	341,4	301,8	303,1
1-амилол	-	0,2	0,2	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-
1-гексанол	3,8	5,7	6,5	4,3	3,9	3,7	7,2	5,1	4,9	6,9	7,7	6,8
<b>ИТОГО высших спиртов</b>	<b>506,1</b>	<b>496,9</b>	<b>511,2</b>	<b>485,8</b>	<b>567,9</b>	<b>555,4</b>	<b>578,4</b>	<b>453,4</b>	<b>483,5</b>	<b>543,6</b>	<b>499,4</b>	<b>472,7</b>
Пропионовая кислота	0,7	0,3	0,7	0,6	0,8	1,2	1,5	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8
Изомасляная кислота	0,9	1,0	1,1	0,9	0,7	0,6	5,3	0,7	0,7	4,9	0,7	0,6
Масляная кислота	0,2	0,2	0,5	0,2	1,0	0,2	0,1	0,2	0,9	1,8	0,8	0,9
Изовалериановая кислота	0,1	0,2	0,2	0,2	0,6	1,0	2,8	0,3	0,7	1,1	1,1	0,9
Валериановая кислота	-	0,6	0,6	0,3	0,2	0,2	3,1	-	-	-	-	0,3
Капроновая кислота	1,0	0,9	0,9	1,0	3,1	2,6	4,1	0,7	0,7	0,5	-	0,3
<b>ИТОГО кислот</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>	<b>4,0</b>	<b>3,2</b>	<b>6,4</b>	<b>5,7</b>	<b>17,0</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>	<b>9,2</b>	<b>3,4</b>	<b>3,7</b>
<b>Фенилэтанол</b>	<b>31,8</b>	<b>33,3</b>	<b>37,5</b>	<b>41,9</b>	<b>29,5</b>	<b>31,8</b>	<b>25,3</b>	<b>29,5</b>	<b>18,4</b>	<b>18,0</b>	<b>16,6</b>	<b>20,3</b>
<i>Сумма ароматических веществ</i>	<i>860,7</i>	<i>835,4</i>	<i>847,7</i>	<i>796,9</i>	<i>985,0</i>	<i>976,4</i>	<i>966,3</i>	<i>835,2</i>	<i>938,7</i>	<i>1007,4</i>	<i>943,2</i>	<i>907,4</i>

В отношении накопления метилкаприлата и этилкаприлата выделились образцы виноматериалов из винограда сортов Каберне Совиньон (контроль) и Достойный (от 0,1 до 1,5 мг/дм<sup>3</sup>).

Накопление метанола в столовых сухих красных виноматериалах, приготовленных путем брожения на мезге из винограда исследуемых сортов, было различным и составляло от 196,2 до 315,6 мг/дм<sup>3</sup>. Причем наибольшее его количество было зафиксировано в образцах из винограда сорта Сацимлер (285,9-315,6 мг/дм<sup>3</sup>), что объясняется сортовыми особенностями.

Необходимо отметить, что при сравнении результатов по образованию метанола в виноматериалах, приготовленных по первой и второй схемам, наименьшее накопление этого компонента наблюдалась в образцах, полученных с применением термовинификации.

При анализе количественного состава высших спиртов в исследуемых виноматериалах было выявлено высокое содержание 1-пропанола, изобутанола и изоамилового спирта. В высоких концентрациях эти компоненты придают неприятный сивушный оттенок виноматериалам. Выявлено, что общее содержание высших спиртов уменьшалось в образцах виноматериалов с введением дополнительных антиоксидантов (варианты 2/4).

При анализе данных, полученных по содержанию алифатических жирных кислот во всех виноматериалах, приготовленных с введением сочетания антиоксидантов – диоксида серы, аскорбиновой кислоты и Глутарома (варианты 2/4) – выявлено снижение общей суммы этих компонентов.

Кислоты жирного ряда также оказывают влияние на аромат вин в высоких концентрациях (более 5-50 мг/дм<sup>3</sup>). Их накопление в исследуемых образцах находилось на уровне 2,8-4,0 мг/дм<sup>3</sup>. Следовательно, общее содержание жирных кислот не превышало их пороговых концентраций, а, значит, не внесло отрицательных характеристик в аромат вин, которые обуславливаются в основном тонами прогорклого масла.

Массовая концентрация  $\beta$ -фенилэтанола, обладающего ароматом розы, в исследуемых виноматериалах была различной. Так, в образцах из винограда сорта Каберне Совиньон (контроль) количество этого компонента колебалось от 31,8 до 41,9 мг/дм<sup>3</sup>, Достойный – от 25,3 до 31,8 мг/дм<sup>3</sup>, Сацимлер – от 16,6 до 20,3 мг/дм<sup>3</sup>.

По результатам наших исследований можно отметить, что при производстве столовых сухих красных виноматериалов по схеме № 1, предусматривающей термообработку мезги при температуре равной 45-55 °С в течение 2-3 часов, по сравнению с виноматериалами, приготовленными по схеме № 2, снижалась массовая концентрация ароматобразующих компонентов за счет уменьшения содержания таких соединений как уксусный альдегид, этилацетат, изоамиловый спирт, изобутанол и метанол. Это, безусловно, оказывает значительное положительное влияние на качество малоокисленных вин.

Такие различия связаны с принципиально разными условиями проведения брожения, поскольку основная доля веществ, ответственных за аромат, формируется в процессе брожения. В первом случае брожение проводилось «по белому способу», а во втором – на мезге.

Также особую роль сыграла термообработка мезги, которая способствовала инактивации и окислительных ферментов, и посторонней микрофлоры винограда, в связи с чем брожение по этой схеме проходило в оптимальных для дрожжей условиях, что согласуется с литературными данными [18].

В виноматериалах, приготовленных по 2-й схеме из винограда сортов Каберне Совиньон (контроль), Достойный, были обнаружены более высокие концентрации  $\beta$ -фенилэтанола (продукт превращения аминокислоты фенилаланин), а в образце Д 2/4 –  $\beta$ -ионон, вносящие определенный вклад в букет вина – оттенки цветов розы и фиалки.

**Выводы.** Профиль летучих соединений показал, что введение антиоксидантных средств – аскорбиновой кислоты, Глутарома, а также их сочетания с диоксидом серы вне зависимости от способа мацерации мезги и сорта винограда (варианты 1/3, 1/4) в большинстве случаев способствовало снижению массовой концентрации ацетальдегида, диацетила, этилацетата, общей суммы высших спиртов и алифатических кислот. При этом, изменение массовой концентрации ацетоина было связано либо с увеличением его содержания за счет превращения из диацетила, либо со снижением его количества путем восстановления в 1,3-бутиленгликоль.

Выявлено, что наиболее высокое качество малоокисленных столовых сухих красных виноматериалов, приготовленных из винограда исследуемых сортов, получено в результате применения сочетания антиоксидантных средств – диоксид серы, аскорбиновая кислота и Глутаром – в концентрации 80 мг/дм<sup>3</sup>, 100 мг/дм<sup>3</sup> и 250 мг/дм<sup>3</sup> соответственно, для обеих технологических схем их производства, что подтверждается дегустационной оценкой виноматериалов.

Это свидетельствует о том, что путем введения комплекса антиоксидантных средств появляется возможность получения малоокисленных столовых сухих красных вин и управления окислительно-восстановительными процессами, происходящими как на стадии переработки винограда, так и в период его брожения и созревания.

#### Литература

1. Guguchkina T., Antonenko M., Yakimenko Y. New grape varieties for production of high-quality wines, and assessment methodology for varietal characteristics of the product // BIO Web Conf., 2020, 25, 02016 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502016> .
2. Васылык А.В., Остроухова Е.В., Аникина Н.С. // Научно-методические основы развития виноделия с географическим статусом в России: основные достижения на пути их реализации // Научные труды СКФНЦСВВ. Т. 22. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2019. С. 79-88. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2019-22-79-88> .
3. Качество винограда как фактор развития виноделия с географическим статусом / Е.В. Остроухова [и др.]// Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018. Т. 20. № 3 (105). С. 77-79. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35619517>.

4. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Разработка системы показателей качества и технологических свойств в цепочке «виноград - сусло - виноматериал – вино», дифференцирующей вина Крыма по географическому происхождению // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019. Т. 21. № 3 (109). С. 250-255. <https://doi.org/10.35547/IM.2019.21.3.012>.
5. Titarenko V.O., Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Kaunova A.A., Abakumov A.G. Identification of the varietal and regional origin of red wines by classification analysis // J. Anal. Chem., 2018, 73, 195-206 <https://doi.org/10.1134/S1061934818020132>.
6. Bañuelos A., Loira I., Guamis B. and el. White wine processing by UHPH without SO<sub>2</sub>. Elimination of microbial populations and effect in oxidative enzymes, colloidal stability and sensory quality // Food Chemistry, 2020, V. 332, 127417, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127417>.
7. Chen K., Zhang L., Qiu S., Wu X., Li J., L. Ma Freeze–thaw cycles characterize varietal aroma of Vidal blanc grape during late harvest by shaping self-assembled microeukaryotic communities // Food Chemistry, V. 384, 2022, 132553, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132553>.
8. Ferrer-Gallego R., Puxeu M., Nart E., Martín L., Andorrà I. Evaluation of Tempranillo and Albariño SO<sub>2</sub>-free wines produced by different chemical alternatives and wine-making procedures // Food Research International, 2017, V. 102, P. 647-657, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.046>.
9. Lu Y., Sun F., Wang W., Liu Y., Wang J., Sun J., Mu J., Gao Z. Effects of spontaneous fermentation on the microorganisms diversity and volatile compounds during ‘Marselan’ from grape to wine // 2020, LWT, V. 134, 110193, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110193>.
10. Castellanos E.R., Jofre V.P., Fanzone M.L., Assof M.V., Catania A.A., Diaz-Sambueza A.M., Heredia F.J., Mercado L.A. Effect of different closure types and storage temperatures on the color and sensory characteristics development of Argentinian Torrontes Riojano white wines aged in bottles // Food Control, 2021, V. 130, 108343, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108343>.
11. Furdíková K., Khvalbota L., Machyňáková A., Špánik I. Volatile composition and enantioselective analysis of chiral terpenoids in Tokaj varietal wines // Journal of Chromatography B, 2021, V. 1167, 122565, <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2021.122565>.
12. Reynolds A.G. Viticultural and vineyard management practices and their effects on grape and wine quality// In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Managing Wine Quality (Second Edition), Woodhead Publishing, 2022, P. 443-539, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102067-8.00012-9>.
13. Школьникова М.Н., Апарнева М.А., Рожнов Е.Д. Оценка качества винных напитков типа Кагор, произведенных из винограда Алтайского края // Вестник КрасГАУ. 2018. № 1(136). С. 140-147. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32430808>
14. Калмыкова Н.Н., Калмыкова Е.Н., Гапонова Т.В. Влияние агротехнических мероприятий на состав и качество сухих белых вин из сорта винограда Первенец Магарача // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1(178). С. 159-164. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-1-159-164>.
15. Якименко Е.Н., Агеева Н.М., Петров В.С., Михеев Е.М. Влияние агротехнических приемов выращивания винограда на состав микроэлементов столовых виноматериалов // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2020. Т. 22. № 1 (111). С. 39-43. <https://doi.org/10.35547/IM.2020.22.1.008>.
16. Рибейро-Гайон Ж. Теория и практика виноделия. Способы производства вин. Превращения в винах. М.: Пищ. пром-сть, 1980. Т. 3. 462 с.
17. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 240 с.

18. Бабакина Э.Л. Способы переработки мезги – основа качества красных столовых вин // Наукові праці. 2010. Вип. 131. С. 9-13.
19. Skinner P.W., Ishii R., O'Mahony M., Matthews M. Sensory attributes of wines made from vines of differing phosphorus status // *OENO One*, 2019, V. 53, No. 2 <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.2.2421>
20. Han G., Dai L., Sun Y., Li C., Ruan S., Li J., Xu Y. Determination of the age of dry red wine by multivariate techniques using color parameters and pigments // *Food Control*, V. 129, 2021, 108253, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108253>.
21. Heras-Roger J., Díaz-Romero C., Darias-Martín J. What Gives a Wine Its Strong Red Color? Main Correlations Affecting Copigmentation // *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2016 64 (34), 6567-6574 <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02221>.

### References

1. Guguchkina T., Antonenko M., Yakimenko Y. New grape varieties for production of high-quality wines, and assessment methodology for varietal characteristics of the product // *BIO Web Conf.*, 2020, 25, 02016 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502016>.
2. Vasylyk A.V., Ostrouhova E.V., Anikina N.S. // *Nauchno-metodicheskie osnovy razvitiya vinodeliya s geograficheskim statusom v Rossii: osnovnye dostizheniya na puti ih realizacii* // *Nauchnye trudy SKFNCSVV*. T. 22. Krasnodar: SKFNCSVV, 2019. S. 79-88. <https://doi.org/10.30679/2587-9847-2019-22-79-88>.
3. Kachestvo vinograda kak faktor razvitiya vinodeliya s geograficheskim statusom / E.V. Ostrouhova [i dr.] // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2018. T. 20. № 3 (105). S. 77-79. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35619517>.
4. Ostrouhova E.V., Peskova I.V., Probejgolova P.A., Lutkova N.Yu. Razrabotka sistemy pokazatelej kachestva i tekhnologicheskikh svojstv v cepochke «vinograd - suslo - vinomaterial – vino», differenciruyushchej vina Kryma po geograficheskomu proiskhozhdeniyu // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2019. T. 21. № 3 (109). S. 250-255. <https://doi.org/10.35547/IM.2019.21.3.012>.
5. Titarenko V.O., Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Kaunova A.A., Abakumov A.G. Identification of the varietal and regional origin of red wines by classification analysis // *J. Anal. Chem.*, 2018, 73, 195-206 <https://doi.org/10.1134/S1061934818020132>.
6. Bañuelos A., Loira I., Guamis B. and el. White wine processing by UHPH without SO<sub>2</sub>. Elimination of microbial populations and effect in oxidative enzymes, colloidal stability and sensory quality // *Food Chemistry*, 2020, V. 332, 127417, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127417>.
7. Chen K., Zhang L., Qiu S., Wu X., Li J., L. Ma Freeze–thaw cycles characterize varietal aroma of Vidal blanc grape during late harvest by shaping self-assembled microeukaryotic communities // *Food Chemistry*, V. 384, 2022, 132553, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132553>.
8. Ferrer-Gallego R., Puxeu M., Nart E., Martín L., Andorrà I. Evaluation of Tempranillo and Albariño SO<sub>2</sub>-free wines produced by different chemical alternatives and wine-making procedures // *Food Research International*, 2017, V. 102, P. 647-657, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.046>.
9. Lu Y., Sun F., Wang W., Liu Y., Wang J., Sun J., Mu J., Gao Z. Effects of spontaneous fermentation on the microorganisms diversity and volatile compounds during ‘Marselan’ from grape to wine // 2020, *LWT*, V. 134, 110193, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110193>

10. Castellanos E.R., Jofre V.P., Fanzone M.L., Assof M.V., Catania A.A., Diaz-Sambueza A.M., Heredia F.J., Mercado L.A. Effect of different closure types and storage temperatures on the color and sensory characteristics development of Argentinian Torrontes Riojano white wines aged in bottles // *Food Control*, 2021, V. 130, 108343, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108343> .
11. Furdíková K., Khvalbota L., Machyňáková A., Špánik I. Volatile composition and enantioselective analysis of chiral terpenoids in Tokaj varietal wines // *Journal of Chromatography B*, 2021, V. 1167, 122565, <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2021.122565> .
12. Reynolds A.G. Viticultural and vineyard management practices and their effects on grape and wine quality// In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, *Managing Wine Quality (Second Edition)*, Woodhead Publishing, 2022, P. 443-539, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102067-8.00012-9> .
13. Shkol'nikova M.N., Aparneva M.A., Rozhnov E.D. Ocenka kachestva vinnyh naitkov tipa Kagor, proizvedennyh iz vinograda Altajskogo kraja // *Vestnik KrasGAU*. 2018. № 1(136). S. 140-147. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32430808>
14. Kalmykova N.N., Kalmykova E.N., Gaponova T.V. Vliyanie agrotekhnicheskikh meropriyatij na sostav i kachestvo suhikh belyh vin iz sorta vinograda Pervenec Magaracha // *Vestnik KrasGAU*. 2022. № 1(178). S. 159-164. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-1-159-164>.
15. Yakimenko E.N., Ageeva N.M., Petrov V.S., Miheev E.M. Vliyanie agrotekhnicheskikh priemov vyrashchivaniya vinograda na sostav mikroelementov stolovyh vinomaterialov // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2020. T. 22. № 1 (111). S. 39-43. <https://doi.org/10.35547/IM.2020.22.1.008> .
16. Ribejro-Gajon Zh. Teoriya i praktika vinodeliya. Sposoby proizvodstva vin. Prevrashcheniya v vinah. M.: Pishch. prom-st', 1980. T. 3. 462 s.
17. Rodopulo A.K. Osnovy biohimii vinodeliya. M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1983. 240 s.
18. Babakina E.L. Sposoby pererabotki mezgi – osnova kachestva krasnyh stolovyh vin // *Naukovi praci*. 2010. Vip. 131. S. 9-13.
19. Skinner P.W., Ishii R., O'Mahony M., Matthews M. Sensory attributes of wines made from vines of differing phosphorus status // *OENO One*, 2019, V. 53, No. 2 <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2019.53.2.2421>
20. Han G., Dai L., Sun Y., Li C., Ruan S., Li J., Xu Y. Determination of the age of dry red wine by multivariate techniques using color parameters and pigments // *Food Control*, V. 129, 2021, 108253, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108253> .
21. Heras-Roger J., Díaz-Romero C., Darias-Martín J. What Gives a Wine Its Strong Red Color? Main Correlations Affecting Copigmentation // *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2016 64 (34), 6567-6574 <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b02221>.