

УДК 663.223/.253.34: 613.292

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ И ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ БЕЛЫХ ИГРИСТЫХ ВИН РАЗЛИЧНЫХ СТРАН- ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Гришин Ю. В.¹, Аристова Н. И.¹, Панов Д. А.²

¹*ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», Ялта, Республика Крым, Россия*

²*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: akademik_n@mail.ru*

Проведен анализ антиоксидантной активности и компонентного состава фенольных соединений белых игристых вин различных стран-производителей методами амперометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Найден диапазон варьирования антиоксидантной активности фенольных соединений, в том числе их мономерных форм в различных группах (брют, полусухие и полусладкие) игристых белых вин. Установлено, что независимо от страны-производителя белых игристых вин наблюдается одна и та же закономерность: с увеличением содержания фенольных веществ и их мономерных форм увеличивается антиоксидантная активность. Методом регрессионного анализа выведена корреляционная зависимость между показателем антиоксидантной активности и массовой концентрацией фенольных веществ, а также между антиоксидантной активностью и суммой мономерных форм фенольных соединений.

Ключевые слова: вино, антиоксидантная активность, фенольные вещества; мономерные формы, высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ); фотоколориметрия; амперометрия.

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы накоплено значительное количество данных о пользе тихих виноградных натуральных вин, главным образом благодаря наличию в них биологически активных веществ фенольной природы и проявляемой ими антиоксидантной активности. Фенольные соединения обладают антиоксидантным действием и по своей активности превосходят витамины С, Е и β-каротин. Они вступают в реакцию со свободными радикалами, образующимися в митохондриях клеток человека во время окислительного стресса, и вызывают их полную или частичную инактивацию [1–5].

Белые игристые вина пользуются большим спросом среди потребителей, поэтому выявление их потенциала для здоровья человека – насущная задача энологических исследований. Врачи отдают предпочтение красным столовым винам, но белые вина по отдельным характеристикам могут их превосходить. Так, если содержание антиоксидантов в красных винах больше, то в белых они эффективнее, поскольку их молекулы меньше по размеру и легче проникают в ткани организма. Белое вино имеет хороший профилактический эффект, защищая

митохондрии, снижая риск сердечных приступов. Белые игристые вина полезны для дыхания, поскольку они содержат фенольные вещества, препятствующие действию свободных радикалов на легочную ткань, помогая вентиляции легких [6, 7].

Авторами работ [8–10] установлено, что белые вина защищают митохондрии и способствуют более полному энергоснабжению клеток, а кроме того, известны исследования антиоксидантной активности белых столовых виноматериалов, вин и соков.

В результате исследований авторов работы [11] установлено, что белые вина обладают высоким содержанием биологически активных веществ, в частности в белом столовом вине «Рислинг» их обнаружено около 100.

В работах [12, 13] проведено исследование антиоксидантной активности фотоколориметрическим методом с использованием DPPH для некоторых образцов бразильских игристых вин и показано влияние «sur lie» (контактирования вин с дрожжами) на антиоксидантную активность.

В институте «Магарач» совместно с Национальным фармацевтическим университетом (г. Харьков) была исследована *in vivo* антиоксидантная активность виноматериалов из винограда сорта Ркацители, приготовленных по традиционной технологии («по-белому» способу). В результате проведенных исследований было установлено, что белые столовые вина проявляют достаточно высокую стресс-протекторную, гепатопротекторную и антиатерогенную активность при эмоционально-болевым стрессе [14].

Известно, что состав и активность фенольных соединений в винах определяются как способом приготовления, так и временем выдержки и условием хранения готовой продукции. В работах [15, 16] показано, что при бутылочном хранении антиоксидантная активность белых вин практически не снижается, в красных же винах в процессе хранения, наоборот, наблюдается снижение антиоксидантной активности. В красных виноматериалах наибольшее снижение количества полифенолов, особенно антоцианов, отмечено на 4–5-м месяцах хранения, а в течение одного года – заметное снижение количества галловой кислоты (более чем в два раза), катехина (в 2,1 раза), эпикатехина (в 1,6 раза), кафтаровой кислоты – (в 2 раза), отсутствие *транс*-ресвератрола привело к уменьшению антиоксидантной активности красных виноматериалов.

В то же время данных об антиоксидантной активности и компонентном составе фенольных веществ белых игристых вин в отечественной научной литературе недостаточно, поэтому целью настоящего явилось определение антиоксидантной активности, а также качественного и количественного состава фенольных веществ белых игристых вин различных стран производителей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данная работа выполнялась в рамках государственного задания ФАНО России (№ 0833-2015-0001).

Объектами исследований являлись образцы различных групп белых игристых вин, произведенных в России, Франции, Испании и на Украине. Отбор проб вин осуществляли по ГОСТ 31730-2012 [17], подготовку проб – по ГОСТ 26671-2014

[18]. Образцы исследуемых игристых вин подвергали процедуре предварительной дегазации на ультразвуковой бане BADELIN SONOREX (Германия). Физико-химические показатели образцов игристых вин, определенные стандартизированными и принятыми в виноделии методами, соответствовали ГОСТ 33336-2015 [19–23]. Антиоксидантную активность определяли амперометрическим методом на анализаторе антиоксидантной активности веществ Цвет ЯУЗА-01-АА (НПО «Химавтоматика», РФ) [21–22]. Массовую концентрацию фенольных веществ определяли фотоколориметрическим методом [23]. Качественный и количественный состав мономерных форм фенольных веществ в объектах исследования определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием хроматографической системы Agilent Technologies (модель 1100, США) с диодно-матричным детектором и по аналогичным методикам [23]. Для разделения веществ полифенольной природы использовали хроматографическую колонку Zorbax SB-C18 размером 2,1×150 мм, заполненную силикагелем с привитой октадецилсилильной фазой с размером частиц сорбента 3,5 мкм. Хроматографирование проводили в градиентном режиме элюентом: метанол и 0,6 % водный раствор трифторуксусной кислоты. Скорость потока элюента – 0,25 мл/мин. Объем вводимой пробы составил 1 мкл. Идентификацию компонентов производили по их времени удерживания. Расчет количественного содержания индивидуальных компонентов производили с использованием калибровочных графиков зависимости площади пика от концентрации вещества, построенных по растворам индивидуальных веществ. Содержание кафтаровой кислоты определяли в пересчете на кофейную кислоту. В качестве стандартов использовали галловую кислоту, кофейную кислоту, (+)-D-катехин, кверцетин дигидрат (Fluka Chemie AG, Швейцария) и *транс*-ресвератрол, (–)-эпикатехин, сиреневую кислоту фирмы Sigma-Aldrich, Швейцария. Все определения проводили в трех повторностях. Результаты исследований обрабатывали стандартными методами математической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В работе представлены результаты исследований, проводимых в научно-исследовательском институте виноградарства и виноделия «Магарач».

Известно, что технология производства отечественных игристых белых вин включает в себя брожение подсахаренных белых виноматериалов: белый столовый виноматериал → вторичное брожение → игристое вино [24]. Важным показателем качества вина является содержание фенольных соединений, поэтому вначале фотоколориметрическим методом определяли массовую концентрацию фенольных веществ. Значение антиоксидантной активности определяли амперометрическим методом (Табл. 1).

Таблица 1

Массовая концентрация фенольных веществ и антиоксидантная активность игристых белых вин

№	Группы игристых вин	Наименование	Страна-производитель	Массовая концентрация фенольных веществ (по Trolox), г/дм ³	АОА (по Trolox), г/дм ³
1	Брют	Вино игристое брют белое «Золотая балка»	Россия, Республика Крым	0,78	0,32
2		Вино игристое коллекционное белое брют «Артемовск Вайнери»	Украина	0,63	0,29
3		«Moët Chandon Imperial Brut»	Франция	0,47	0,24
Среднее значение				0,63	0,28
4	Полусухие	Вино игристое полусухое белое «Золотая балка»	Россия, Республика Крым	0,85	0,31
5		Вино игристое выдержанное белое полусухое «Артемовск Вайнери»	Украина	0,75	0,30
6		«Freixenet Cava Carta Nevada Semi Seco»	Испания	0,83	0,30
Среднее значение				0,77	0,30
7		Вино игристое полусладкое белое «Золотая балка»	Россия, Республика Крым	0,87	0,30
8	Полусладкие	Вино игристое полусладкое мускатное белое «Золотая балка»	Россия, Республика Крым	1,95	0,54
9		Вино игристое выдержанное белое полусладкое «Артемовск Вайнери»	Украина	0,83	0,31
Среднее значение				1,22	0,38

Анализ полученных данных (Табл. 1) показал, что среди исследуемых групп игристых белых вин наибольшей антиоксидантной активностью и массовой концентрацией фенольных веществ характеризовалась группа полусладких вин, так, содержание фенольных веществ в них было в 1,9 раза (на 48 %) выше, чем в группе «игристые, брют», и в 1,58 раза (на 37 %) выше, чем в группе «полусухие». Значение антиоксидантной активности в белых полусладких выше в 1,36 раза (на 26 %), чем в группе «брют», и в 1,27 раза (на 21 %) – в полусухих. Следует отметить, что наименьшее содержание фенольных веществ и, соответственно, наименьшее значение антиоксидантной активности наблюдается для «Moet Chandon Imperial Brut» (Франция). Наибольшее значение антиоксидантной активности и содержание фенольных веществ отмечено в игристом полусладком мускатном белом вине «Золотая балка» (Россия).

В табл. 2 представлен качественный и количественный состав мономерных форм фенольных соединений белых игристых вин, идентифицированных с помощью ВЭЖХ. Основные мономерные формы фенольных соединений включают: оксикоричные и оксибензойные кислоты, флаван-3-олы и флавоны.

Таблица 2

Мономерные формы фенольных соединений игристых белых вин различных групп

Показатели	Массовая концентрация, <u>мин±макс</u> , мг/дм ³ ср.		
	Игристое брют белое	Игристое полусухое белое	Игристое полусладкое белое
Оксикоричные (кафтаровая, каугаровая, <i>n</i> -кумаровая) кислоты	<u>11,5 – 36,4</u> 22,5	<u>20,1 – 33,9</u> 27,9	<u>16,6 – 93,1</u> 45,6
Оксибензойные (галловая, сиреневая) кислоты	<u>2,5 – 4,1</u> 3,4	<u>4,8 – 7,3</u> 6,4	<u>5,0 – 13,6</u> 9,8
Флаван-3-олы ((+)-D-катехин, (-)-эпикатехин)	<u>1,6 – 5,6</u> 3,6	<u>1,7 – 6,6</u> 3,5	<u>2,1 – 14,7</u> 7,8
Флавоны (кверцетин, кверцетин-3-О-гликозид)	<u>0,5 – 0,9</u> 0,7	<u>0,4 – 0,9</u> 0,7	<u>0,4 – 5,6</u> 2,3
Сумма мономерных форм фенольных веществ	<u>14,0 – 42,4</u> 28,7	<u>31,8 – 43,8</u> 38,4	<u>28,5 – 124,2</u> 65,5

Увеличение значения массовой концентрации мономерных форм фенольных соединений по группам игристых вин происходит в следующей последовательности: игристые брют (28,7 мг/дм³) → игристые полусухие (38,4 мг/дм³) → игристые полусладкие (65,5 мг/дм³). Наибольшее значение концентрации мономерных фенольных соединений было отмечено в группе белых игристых полусладких вин в 2,3 раза выше, чем в группе «брют», и в 1,7 раза выше,

чем в группе полусухих. Доля мономерных форм фенольных соединений в исследуемых группах игристых вин от общего содержания фенольных веществ составляет: брют – 46 %, полусухие – 48 %, полусладкие – 54 %. Следует отметить, что вина с большим содержанием оксикоричных и оксибензойных кислот отличаются и более высоким значением антиоксидантной активности.

Методом регрессионного анализа было получено уравнение регрессии, выражающее взаимосвязь массовой концентрации фенольных веществ различных групп игристых белых вин и их антиоксидантной активности (рис. 2):

$$y=0,172x+0,170, R^2=0,998,$$

где y – антиоксидантная активность, г/дм³;

x – массовая концентрация общих фенольных веществ, г/дм³;

R^2 – величина достоверности аппроксимации.

Также получено уравнение регрессии антиоксидантной активности и суммы мономерных форм фенольных веществ различных групп игристых белых вин, подтверждающее их взаимосвязь:

$$y=2,66x+0,201, R^2=0,998,$$

где y – антиоксидантная активность, г/дм³;

x – сумма мономерных форм фенольных веществ, г/дм³;

R^2 – величина достоверности аппроксимации.

Проведенный регрессионный анализ показал наличие положительной корреляционной зависимости между общим содержанием фенольных веществ и антиоксидантной активностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований найдено, что независимо от страны-производителя наблюдается единая закономерность: с увеличением массовой концентрации фенольных веществ и их мономерных форм в игристых белых винах увеличивается и их антиоксидантная активность.

Для повышения антиоксидантной активности игристых белых вин необходимым условием является регулирование технологических приемов и режимов производства, направленных на накопление и сохранение мономерных форм фенольных соединений.

Список литературы

1. Valdez L. B. Free radical chemistry in biological systems / L. B. Valdez, L. S. Arnaiz, J. Bustamante, S. Alvarez, L. E. Costa, A. Boveris // *Biol. Res.* – 2000. – Vol. 33(2). – P. 65–70.
2. Badershneider B. Antioxidants in white wine (cv. Riesling): I. Comparison of different testing methods for antioxidant activity / B. Badershneider, D. Luthria, A. L. Waterhouse, P. Winterhalter // *Vitis.* – 1999. – Vol. 38 (3). – P. 127–131.
3. Бодорев М. М. Антиоксидантная активность натуральных сухих вин как показатель качества / М. М. Бодорев, В. Б. Сучков, Ю. А. Тырсин // *Научные труды XIII Международной научно-практической конференции «Стратегия развития пищевой промышленности».* – М.: МГУТУ. – 2007. – В. 12, Т. 2. – С. 25–27.
4. Бодорев М. М. Антиоксидантные свойства и качество натуральных красных и белых сухих вин / М. М. Бодорев, В. П. Тихонов, Ю. А. Тырсин // *Сб. материалов VI научно-практической*

- конференции «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты». Ч. 1. – М.: МГУПП. – 2008. – С. 145–150.
5. Fuhman B. White wine red wine – like properties: increased extraction of grape skin polyphenols improves the antioxidant capacity of the derived white wine / B. Fuhman, N. Volkova, A. Soraski, M. Aviram // *J. of Agric. Food Chem.* – 2001. – Vol. 49. – P. 195–204.
 6. Renaud S. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease / S. Renaud, M. de Lorgeril // *Lancet.* – 1992. – Vol. 339. – P. 1523–1526.
 7. Лапин А. А. Определение антиоксидантной активности вин кулонометрическим методом (Научно-методическое пособие) / А. А. Лапин, Е. В. Горбунова, В. Н. Зеленков, М. К. Герасимов. – М.: РАЕН, 2009. – 64 с.
 8. Das D. K. Does white wine qualify for French Paradox? Comparison of the cardioprotective effects of red and white wines and their constituents: resveratrol, tyrosol, and hydroxytyrosol. / K. D. Das, J. I. Dudley, I. Lekli, S. Mukherjee, M. Das, A. Bertelli // *J. Agric. Food Chem.* – 2008. – Vol. 56 (20). – P. 9362–9373.
 9. Ткаченко М. Г. Фенольный состав и антиоксидантная активность виноградных соков и виноматериалов / М. Г. Ткаченко, Л. М. Соловьева, Г. П. Зайцев, Ю. В. Гришин, В. Е. Мосолкова, Б. А. Виноградов // «Магарач»: Виноградарство и виноделие. – 2012. – № 4. – С. 29–31.
 10. Соловьева Л. М. Особенности фенольного состава и антиоксидантная активность белых столовых вин / Л. М. Соловьева, Ю. В. Гришин, Г. П. Зайцев // «Магарач»: Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 3. – С. 38–39.
 11. Teissedre P. L. Inhibition of in vitro human LDL oxidation by phenolic antioxidants from grapes and wines / P. L. Teissedre, E. N. Frankel, A. L. Waterhouse, H. Peleg // *J. B. German Sci. Food Agricult.* – 1996. – Vol. 70. – P. 55–61.
 12. Stefenon C. A. Antioxidant activity of sparkling wines produced by Champenoise and Charmat methods / C. A. Stefenon, M. Colombo, C. de M. Bonesi, V. Marzarotto, R. Vanderlinde, M. Salvador, J. A. P. Henriques // *J. Food Chem.* – 2010. – Vol. 119. – P. 12–18.
 13. Stefenon C. A. Phenolic composition and antioxidant activity in sparkling wines: Modulation by the ageing on lees / C. A. Stefenon, C. de M. Bonessi, V. Marzarotto, D. Barnabe, F. R. Spinelli, V. Webber, R. Vanderlinde // *J. Food Chem.* – 2014. – Vol. 145. – P. 292–299.
 14. Биологически активные вещества винограда и здоровье. Монография / А. Л. Загайко, О. А. Красильникова, А. Б. Кравченко, М. В. Волощенко, Ю. А. Огай, Л. М. Соловьева, В. И. Мизин, И. В. Богадельников. – Харьков, 2012. – 404 с.
 15. Kallithraka S. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: Accelerated browning test versus bottle storage / S. Kallithraka, M. I. Salacha, M. I. Tzourou // *J. Food Chem.* – 2009. – Vol. 113. – P. 500–505.
 16. Красные столовые вина: биохимия, технология, энотерапия. Монография/ Под ред. А. М. Авидзба, Н. М. Агеевой, В. А. Маркосова. – Краснодар: ФГБНУ СКЗНИСВиВ, 2016. – 192 с.
 17. ГОСТ 31730-2012. Продукция винодельческая. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.
 18. ГОСТ 26671-2014. Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Подготовка проб для лабораторных анализов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 10 с.
 19. Аристова Н. И. Методики выполнения измерений физико-химических показателей для контроля качества винопродукции / Н. И. Аристова // «Магарач»: Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 4. – С. 36–39.
 20. ГОСТ 33336-2015. Вина игристые. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 11 с.
 21. ГОСТ Р 54037-2010. Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов амперометрическим методом в овощах, фруктах, продуктах их переработки, алкогольных и безалкогольных напитках. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
 22. Яшин А. Я. Новый прибор для определения антиоксидантной активности пищевых продуктов, биологически активных добавок, растительных лекарственных экстрактов и напитков / А. Я. Яшин, Я. И. Яшин // Приборы и автоматизация. – 2004. – № 11. – С. 45–48.
 23. ГОСТ Р 4.1. 1672-03 Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 184 с.

24. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции. Разработано Всероссийским научно-исследовательским институтом пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности Россельскохозяйственной академии, утв. 05.05.98. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 242 с.

ANTIOXIDANT ACTIVITY AND PHENOLIC SUBSTANCES OF WHITE WINES VARIOUS MANUFACTURING COUNTRIES

Grishin Yu. V.¹, Aristova N. I.¹, Panov D. A.²

¹Government-Financed Establishment of the Republic of the Crimea “National Research Institute for Vine and Wine “Magarach”, Crimea, Russian Federation

*²V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: akademik_n@mail.ru*

An analysis of the antioxidant activity and component composition of phenolic compounds of white sparkling wines of various wine-producing countries using amperometry and high-performance liquid chromatography was carried out.

The objects of research were samples of various groups of white sparkling wines produced in Russia, France, Spain and Ukraine. Samples of the investigated sparkling wines were subjected to a preliminary degassing procedure on an ultrasonic bath BADELIN SONOREX (Germany). The qualitative and quantitative composition of the monomeric forms of phenolic substances in the objects of the study was determined by the method of high-performance liquid chromatography using the chromatographic system Agilent Technologies (model 1100, USA). Zorbax SB-C18 chromatography column was used to separate polyphenolic substances. Gallic acid, caffeic acid, (+)-D-catechin, quercetin dihydrate (Fluka Chemie AG, Switzerland) and trans-resveratrol, (-)-epicatechin, lilac acid of the firm (Sigma-Aldrich, Switzerland) were used as standards.

The range of variation of antioxidant activity, phenolic compounds, including their monomeric forms in various groups (brut, semi-dry and semisweet) of sparkling white wines has been found.

The highest value of antioxidant activity and content of phenolic substances was noted in the sparkling semisweet Muscat white wine "Zolotaya Balka" (Russia). The lowest content of phenolic substances and, correspondingly, the lowest value of antioxidant activity is observed for "Moet Chandon Imperial Brut" (France). Wines with a high content of oxycinnamic and hydroxybenzoic acids differ and a higher value of antioxidant activity.

It is established that irrespective of wine-producing countries, the same regularity is observed: with the increase in the content of phenolic substances and their monomeric forms, antioxidant activity increases. The correlation dependence between the antioxidant activity index and the mass concentration of phenolic substances and the sum of their monomeric forms was derived by regression analysis.

Keywords: wine, antioxidant activity, phenolic substances; monomeric forms, high-performance liquid chromatography (HPLC); photocolometry; amperometry.

References

1. Valdez L. B., Arnaiz L. S., Bustamante J., Alvarez S., Costa L. E., Boveris A. Free radical chemistry in biological systems, *Biol. Res.*, **33** (2), 65 (2000).
2. Badershneider B., Luthria D., Waterhouse A. L., Winterhalter P. Antioxidants in white wine (cv. Riesling): I. Comparison of different testing methods for antioxidant activity, *Vitis*, **38** (3), 127 (1999).
3. Bodorev M. M., Suchkov V. B., Tyrsin Yu. A. Antioxidant activity of natural dry wines as an indicator of quality, *Scientific Works of the XIII International Scientific and Practical Conference "Strategy for the Development of the Food Industry"*, **12** (2), 25 (2007). (in Russ.)
4. Bodorev M. M., Tikhonov V. P., Tyrsin Yu. A. Antioxidant properties and quality of natural red and white dry wines, *Sat. materials of the VI scientific-practical conference "Technologies and products of healthy nutrition. Functional food products"*, **1**, 145 (2008). (in Russ.)
5. Fuhman B., Volkova N., Soraski A., Aviram M. White wine red wine – like properties: increased extraction of grape skin polyphenols improves the antioxidant capacity of the derived white wine, *J. of Agric. Food Chem.*, **49**, 195 (2001).
6. Renaud S., de Lorgeril M. Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease, *Lancet*, **339**, 1523 (1992).
7. Lapin A. A., Gorbunova E. V., Zelenkov V. N., Gerasimov M. K. *Determination of antioxidant activity of wines by coulometric method*, p. 64 (RANS, Moscow, 2009). (in Russ.)
8. Das D. K., Dudley J. I., Lekli I., Mukherjee S., Das M., Bertelli A. Does white wine qualify for French Paradox? Comparison of the cardioprotective effects of red and white wines and their constituents: resveratrol, tyrosol, and hydroxytyrosol, *J. Agric. Food Chem.*, **56** (20), 9362 (2008).
9. Tkachenko M. G., Solovyova L. M., Zaitsev G. P., Grishin Yu. V., Mosolkova V. E., Vinogradov B. A. Phenol composition and antioxidant activity of grape juices and wine materials, *"Magarach" Viticulture and winemaking*, **4**, 29 (2012). (in Russ.)
10. Solovyova L. M., Grishin Yu. V., Zaitsev G. P. Peculiarities of phenolic composition and antioxidant activity of white table wines, *"Magarach" Viticulture and winemaking*, **3**, 38 (2014). (in Russ.)
11. Teissedre P. L., Frankel E. N., Waterhouse A. L., Peleg H. Inhibition of in vitro human LDL oxidation by phenolic antioxidants from grapes and wines, *J. B. German Sci. Food Agricult.*, **70**, 55 (1996).
12. Stefenon C. A. Colombo M., de Bonesi C. M., Marzarotto V., Vanderlinde R., Salvador M., Henriques J. A. P. Antioxidant activity of sparkling wines produced by Champenoise and Charmat methods, *J. Food Chem.*, **119**, 12 (2010).
13. Stefenon C. A., de Bonesi C. M., Marzarotto V., Barnabe D., Spinelli F. R., Webber V., Vanderlinde R. Phenolic composition and antioxidant activity in sparkling wines: Modulation by the ageing on lees, *J. Food Chem.*, **145**, 292 (2014).
14. Zagayko A. L., Krasnikova O. A., Kravchenko A. B., Voloshchenko M. V., Ogay Yu. A., Solovyova L. M., Mizin V. I., Bogadelnikov I. V. *Biologically active substances of grapes and health: monograph*, p.404 (Kharkov, 2012). (in Russ.)
15. Kallithraka S., Salacha M. I., Tzourou M. I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: Accelerated browning test versus bottle storage, *J. Food Chem.*, **113**, 500 (2009).
16. Avdzba A. M., Ageyeva N. M., Markosova V. A. *Red table wines: biochemistry, technology, enotherapy. Monograph*, p. 192 (FGBNU SKZNISIV, Krasnodar, 2016). (in Russ.)
17. GOST 31730-2012. *Wine production. Acceptance rules and methods of sampling*. p. 12 (Standartinform, Moscow, 2013). (in Russ.)
18. GOST 26671-2014. *Products of processing of fruits and vegetables, canned meat and meat-packing. Preparation of samples for laboratory analysis*, p. 10 (Standartinform, Moscow, 2014). (in Russ.)
19. Aristova N. I. Techniques for the measurement of physical and chemical parameters for the quality control of wine products, *"Magarach": viticulture and winemaking*, **4**, 36 (2014). (in Russ.)
20. GOST 33336-2015. *Wines are sparkling. General specifications*, p. 11 (Standartinform, Moscow, 2015). (in Russ.)
21. GOST R 54037-2010. *Food products. Determination of the content of water-soluble antioxidants by amperometric method in vegetables, fruits, processed products, alcoholic and nonalcoholic beverages*, p. 12 (Standartinform, Moscow, 2011). (in Russ.)

22. Yashin A. Ya., Yashin Ya. I. A new device for determining the antioxidant activity of food products, dietary supplements, herbal medicinal extracts and drinks, *Devices and automation*, **11**, 45 (2004). (in Russ.)
23. *GOST P 4.1. 1672-03 Quality control methods Manual and safety of biologically active additives to food*, 184 p. (Federal Center gossanepidemnadzora Russian Ministry of Health, Moscow, 2004).
24. *Collection of basic rules, technological instructions and regulatory materials for the production of wine products. Developed by the All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Wine-Making Industry of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 05.05.98, p. 242 (Pishchepromizdat, Moscow, 1998). (in Russ.)