

Влияние почвенно-климатических условий на качество красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон (Республики Дагестан и Крым)

Эсланда Абдурахмановна Халилова, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии, eslanda61@mail.ru;

Светлана Цалистиновна Котенко, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии;

Эльвира Ахмедовна Исламмагомедова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии, islammagomedova@mail.ru;

Аида Алевдиновна Абакарова, ст. лаборант лаборатории биохимии и биотехнологии, aida.abakarva@rambler.ru

Прикаспийский институт биологических ресурсов обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Республика Дагестан, Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45

Представлены результаты исследований влияния почвенно-климатических условий на некоторые биохимические свойства красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего в предгорно-прибрежных виноградарских регионах Дагестана и Крыма. Проведен сравнительный анализ почв, сформированных на продуктах выветривания известняков, мергелей и сланцев, пригодных для выращивания винограда Каберне-Совиньон. В условиях невысокой плодородности почв и, соответственно, низкого показателя гумуса, определенную значимость приобрело значение глубины минерализованных грунтовых вод, которое имело преимущество в отдельной экосистеме Республики Дагестан по сравнению с Крымом. Гранулометрический состав почв регионов неоднороден в связи с различиями в происхождении геологических пород. Отмечен климатический фактор: субтропический и средиземноморский. Установлено, что вина, приготовленные из сорта винограда Каберне-Совиньон, обогащены биологически ценным компонентным составом фенольных и минеральных веществ; имеют высокую дегустационную характеристику. Обнаружено, что винные образцы отличаются повышенным количеством фенольных соединений, влияющих на такие сенсорные составляющие как цвет, терпкость, горечь и ароматический профиль. Накопление в виноматериалах катионов кальция, натрия, железа, магния, цинка, в меньшей степени – калия и меди обусловлено типом почвы и влиянием различных климатических факторов в условиях прибрежных экосистем. Показано, что повышенное содержание катионов калия, натрия, железа и цинка характерно для дагестанского красного вина, кальция и магния – для образцов вина из Западного предгорья Крыма. В винах отмечено высокое содержание антоцианов, олигомерных и полимерных процианидинов – мощных антиоксидантов, которые, как и другие фенольные соединения, являются «компонентом местности». Одновременно с этим, независимо от происхождения винограда, терруарные вина имеют свою неповторимую особенность аромата и вкуса. Полученные данные по влиянию почвенно – климатических условий прибрежных регионов Дагестана и Крыма на специфику красных столовых вин представляют большой интерес для биотехнологии виноделия.

Ключевые слова: экосистема; почва; виноградное растение; вино; биохимия.

ORIGINAL RESEARCH

The effect of soil and climatic conditions on the quality of 'Cabernet-Sauvignon' red table wines (Republics of Daghestan and the Crimea)

Eslanda Abdurakhmanovna Khalilova, Svetlana Tsalistinova Kotenko, Elvira Akhmedovna Islammagomedova, Aida Alevdinovna Abakarova

Caspian Institute of Biological Resources of Daghestan Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences, 45, M. Gadzhieva st., Makhachkala, Russia

The paper reports the effects of soil and climatic conditions on a number of biochemical parameters of red table 'Cabernet-Sauvignon' wines grown in the premountainous-littoral regions of the Republics of Daghestan and the Crimea. A comparative analysis of soils of the study regions showed that they are best suited for grape growing. Chestnut carbonate soils of the study regions have been formed on the weathering products of limestone, marl and, partially, clay shale. Under low soil fertility and, accordingly, low humus level, the depth of mineralized groundwaters becomes of considerable importance, and, in this respect, an individual ecosystem in Daghestan is advantageous if compared to the Crimea. The granulometric composition of soils in the study regions is heterogeneous due to differences in the origin of geological rocks. The study regions enjoy subtropical and Mediterranean climates. The altitudes above the sea level and the geographical coordinates of the grape-growing territories of the study regions are almost identical. It was established that 'Cabernet Sauvignon' materials lend themselves to wines enriched with a biologically valuable complex of phenolics and mineral substances, and their sensory appreciation is high. Samples from the Derbent district of the Republic of Daghestan are characterized with high levels of potassium, sodium, iron and zinc cations; high levels of calcium and magnesium cations are typical of samples from the west of the pre-mountainous areas of the Crimea. Levels of phenolic compounds affecting such sensory components of wine as color, astringency, bitterness and aroma profile are almost identical in materials of the study regions. Anthocyanins, procyanidin oligomers and polymers (powerful antioxidants which, along with other phenolics, are 'terroir components'), accumulate in materials of the study regions in sufficiently high quantities. The revealed diversity of individual biochemical and technological characteristics of materials of the study regions indicates that climatic factors of ecosystems with chestnut soils are more important for the quality of the products than their geographical locations. The data obtained provides additional information on the specific nature of wines grown in different regions where soil fertility in combination with agrochemical and agroclimatic factors makes an important contribution to the quality of the final agricultural product. At the same time, regardless of the origin of grapes, 'terroir' material of each region has unique aromas and flavors.

Key words: ecosystem; soil; grape plant; wine; biochemistry.

Как цитировать эту статью:

Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А. Влияние почвенно-климатических условий на качество красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон (Республики Дагестан и Крым) // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.333-337. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.011

How to cite this article:

Khalilova E.A., Kotenko S.Ts., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A. The effect of soil and climatic conditions on the quality of 'Cabernet-Sauvignon' red table wines (Republics of Daghestan and the Crimea). Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4). pp. 333-337. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.011 (in Russian)

УДК 663.21: 663.253

Поступила 27.08.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

Введение. Известно, что на специфику вкуса и аромата вина влияют экосистемы, где культивируются виноградные лозы. Связь между сенсорными атрибутами вина и его происхождением называют «терруарным» эффектом. Концепция терруара – уникальное сочетание особенностей почвы, рельефа, ландшафта, климата, взаимодействие которых исключает рассмотрение влияния отдельных факторов. Почва как основной показатель терруара влияет на фенологию винограда, обеспечивает водоснабжение в виноградной лозе, биохимический состав винограда, температуру в корневой зоне. Состав почвы не может быть идеально подходящим для роста всех сортов виноградного растения и парадоксально, что лучшие результаты для производства высококачественных красных вин могут быть приобретены на бедных и неплодородных почвах [1, 2]. Кроме того, виноградное растение может иметь высокий биохимический потенциал, в том числе ароматических и фенольных веществ, микроэлементов, богатство цвета и вкуса на одной территории с определенным типом почв и, напротив, не менее ценный биохимический комплекс соединений на таких же почвах, но в другой экосистеме [3].

Ранее нами были получены результаты технологических и биохимических характеристик красного столового вина, приготовленного с использованием винограда Каберне-Совиньон, произрастающего на каштановых карбонатных почвах Дербентского района Республики Дагестан [4–6]. Безусловно, сорт винограда Каберне-Совиньон подходит для создания уникальных вин с кондициями, которые способствуют сохранению микробиологической стойкости и биохимических показателей на длительное время. Возник интерес, как изменятся биохимически ценные показатели качества вина, в том числе фенольные и минеральные соединения, в зависимости от географической зоны произрастания используемого в технологии винограда (табл. 1). Накопление этих составля-

ющих в винограде и, соответственно, вине, обусловлено химическим составом, теплообеспеченностью и структурой почв [7, 8]. Характеристика минеральных и фенольных веществ, определяющих характер брожения, хранения и органолептических характеристик вина, позволит установить связь между качественными показателями напитка и местностью выращивания винограда [9–11].

Дербентский район Республики Дагестан (А). Поселок Геджух расположен на реке Дарвагчай, в 20 км к северо-западу от города Дербент, ограничен с юго-запада хребтом предгорий, а с востока – Каспийским морем. Морское побережье представлено узкой полосой (100–500 м) приморских террас, состоящих из песка, ракушек и морских наносов. Низменность сложена древнекаспийскими и третичными отложениями, прикрытыми сверху делювиальными и аллювиальными наносами. Вблизи предгорий она всхолмлена невысокими (30–80 м), мягко очерченными уваловидными возвышенностями. Характерной чертой этой территории является обилие тепла, мягкий климат и непродолжительные теплые зимы, интенсивность солнечного света составляет 2000 ч/год, годовые осадки – 400–500 мм в год.

Западный предгорно-прибрежный район Республики Крым (Б) расположен вдоль западного побережья Черного моря, на территории северных и северо-западных склонов гор; занимает территорию близ гг. Балаклава, Севастополь и западной части Бахчисарайского района до реки Булганак. В морфоструктурном отношении данная экосистема расположена в пределах аккумулятивной низменной равнины, сложенной преимущественно лёссовидными суглинками, а крайняя северная часть – в пределах структурно-денудационной возвышенной равнины, сложенной неогеновыми известняками. Характерен степной умеренно-жаркий засушливый климат с мягкой зимой, интенсивность солнечного света – 2500 ч/год, годовое

Таблица 1. Агрохимические и агроклиматические показатели отдельных экосистем регионов Республик Дагестан и Крым

Table 1. Agrochemical and agroclimatic indicators of individual ecosystems of the study regions of the Republics of Daghestan and the Crimea

Регион	Географические координаты	Высота над уровнем моря, м	Форма рельефа	Природные ландшафты	Ландшафтная растительность	Тип почвы	Гранулометрический состав	Содержание гумуса, % (0-20 см)	Глубина грунтовых вод	Климат	Сумма активных температур, °С
А Дербентский район (Дагестан)	42°07'29" с.ш. 48°03'44" в.д.	200	предгорье, прибрежье к Каспийскому морю	сухостепная, делювиально-аллювиальная и абразионно-аккумулятивная террасовидная низменность	эфемерово-полюнное, ромашковое разнотравье	каштановые карбонатные	тяжелые суглинки, глина, су-песок	2-3	ниже критической глубины 1-3 м	субтропический	3700–4000
Б Западно-предгорный Крым	44° 37' с.ш. 32°28' в.д.	200-400	предгорье, прибрежье к Черному морю	грядово-волнисто-равнинный	многолетние ксерофильные растения, лекарственные и ядовитые растения, разнотравье	каштановые карбонатные	глинистые сланцы, суглинки, редко песок, известняки и мергель	3-4	дефицит грунтовых вод 8 м в пределах местных антиклиналий и синклиналий	средне-морской	3300–3500

количество осадков – 450–600 мм.

Основными мероприятиями по охране плодородия земель региона А является защита почв от абразии, региона Б – эрозии.

В связи с этим актуальны биохимические исследования красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего в условиях прибрежных предгорных экосистем Республик Дагестан и Крым.

Материалы и методы исследования

Материалом исследований служили красные столовые вина из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего в предгорно-прибрежной зоне – пос. Геджух, Дербентский район, Республика Дагестан и Западной предгорно-прибрежной, Республика Крым. Полупроизводственные испытания проведены на ОАО «Дербентский завод игристых вин» по «красному способу» – согласно методическим рекомендациям [12, 13]. Физико-химические показатели вина исследовали стандартизированными и принятыми в виноделии методами [14, 15]. Качественный и количественный состав фенольных веществ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием хроматографической системы Agilent Technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором по методикам [16]. Исследование макро- и микроэлементного состава красных столовых вин осуществляли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «Savant AAS» (USA) [17]. Все определения проводили в трех повторностях.

Результаты исследований и их обсуждение

Получив результаты исследований биохимических свойств красного столового вина из винограда Каберне-Совиньон, произрастающего на территории предгорно-прибрежной зоны Дербентского района, возник интерес, как агроклиматические и агрохимические факторы могут повлиять на плодородие почвенного покрова, виноградное растение и полученное из него вино в условиях различных приморских экосистем. Сопоставительный анализ данных показателей для изучаемых регионов приведен в табл. 1.

Большое значение для культуры винограда имеет высота над уровнем моря, которая почти идентична для регионов, и географические координаты местности. В условиях невысокой плодородности каштановых карбонатных почв из региона А и, соответственно, низкого показателя гумуса, определенную значимость приобретает значение глубины минерализованных грунтовых вод, которое имеет преимущество в сравнении с регионом Б. Вертикальный профиль каштановых почв дифференцирован. Гумусовый горизонт имеет серую окраску разной интенсивности. В средней части профиля отмечаются трещины, белые пятна карбонатов, иллюстрирующие формирование их в аридных климатических условиях. Отмечаются признаки гипсового засоления.

Предгорье региона Б отличается теплым и влаж-

ным климатом, сравнительно богатой растительностью, соответственно почвы обладают повышенными значениями гумуса. В предгорной зоне Б мощность гумусовых горизонтов увеличивается в связи с повышением количества атмосферных осадков, где тенденцией является увеличение развития растительности. Почвенные горизонты содержат карбонаты, гумус на уровне средних показателей, встречаются щебень и галечные отложения. Почвы изучаемых территорий сформировались на продуктах выветривания известняков, мергелей и частично глинистых сланцев.

Гранулометрический состав почв регионов неоднороден в связи с различиями в происхождении геологических пород. Важное значение для развития виноградного растения имел и климатический фактор: для региона А – субтропический, Б – средиземноморский.

В образцах вин, полученных из красного технического сорта винограда Каберне-Совиньон регионов А и Б, изучены массовые концентрации катионов металлов и отдельные соединения полифенолов (табл. 2). Анализ минеральных веществ в образцах вин показал до-

Таблица 2. Дегустационная оценка и компонентный состав фенольных и минеральных веществ красного столового винограда Каберне-Совиньон в зависимости от региона исследования

Table 2. Sensory appreciation and componential composition of phenolics and mineral substances of 'Cabernet-Sauvignon' red table materials depending on the study region

Определяемые вещества	Зона произрастания винограда	
	Предгорно-прибрежная (Республика Дагестан) [4]	Западная предгорно-прибрежная (Республика Крым) [18]
	массовая концентрация, мг/дм ³	
Калий	618,400	546,000
Кальций	1,750	54,000
Натрий	19,570	9,000
Магний	22,580	61,000
Железо	4,890	0,830
Медь	0,055	0,050
Цинк	0,100	0,050
Антоцианы	139,00	71,000
Фенольные вещества (ФВ)	1678,00	1734,00
Олигомерные процианидины	155,000	103,000
Полимерные процианидины	1400,000	1445,000
Объемная доля этилового спирта, %	11,300	12,800
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	6,2	6,3
Дегустационная оценка	цвет темно-рубиновый; аромат яркий, ягодный, с оттенками смородины; вкус полный с длительным ягодным послевкусием. Дегустационный балл 8.6	цвет рубиновый, насыщенный; яркий аромат, с характерными нотками сафьяна и вишни, плотный по структуре; вкус богатый, гармоничный; длительное послевкусие. Дегустационный балл 8.8

статочное высокое и почти идентичное их суммарное содержание – 667.35 : 670.93 мг/дм³ (А : Б). Согласно полученным данным, количественное содержание металлов соответствует общепринятым стандартам качества красных столовых вин и, соответственно, обеспечивает стойкость вин против появления касса.

Установлено, что концентрация макроэлементов Na, K, Ca, Mg составляла 99.23 : 99.86% (А : Б) от общей суммы изучаемых элементов. В винах обнаружено доминантное количество калия 92.67 : 81.38% (А : Б), обеспечивающее бактерицидные свойства вин [19, 20]. Избыток доступного калия в почве может привести к повышению рН в сусле и вине [21]. Обычно высокие уровни этого микроэлемента обнаруживаются в почвах, полученных из пород, содержащих большое количество полевого шпата, иллита, слюды вулканических пород, сланца [22], что подтверждается нашими данными. Содержание магния, входящего в состав около 300 ферментов, составляло 3.37 : 9.09% (А : Б). Достаточно большое влияние на технологический процесс и качество вина оказывает натрий – 2.93 : 1.34% (А : Б). Несколько повышенное количество натрия в образце из региона А обусловлено, возможно, региональной спецификой каштановых почв. Количество цинка в вине из региона А вдвое больше, что может быть связано с хранением виноматериала. Содержание кальция накапливается в виноматериалах при использовании винограда, выращенного на известковых почвах: 0.26 : 8.05% (А : Б), что объясняет повышенное количество его в виноматериале из региона Б.

Следует отметить, что виноматериалы из региона А отличаются повышенным содержанием катионов калия, натрия, железа и цинка; образцы Западного предгорья Крыма – повышенным содержанием кальция и магния.

Результаты исследования фенольных соединений, влияющих на такие сенсорные составляющие вина, как цвет, терпкость, горечь и ароматический профиль, почти идентичны в виноматериалах (табл. 2). Накопление антоцианов, олигомерных и полимерных процианидинов – мощных антиоксидантов, достаточно высокое в экспериментальных винах, что может быть обусловлено агроклиматическим фактором местностей, технологией производства [23, 24]. Известен важный вклад полимерных процианидинов в терпкость красного столового вина, где уровень полимерных полифенолов может быть использован в качестве показателя его терпкости [25].

Выводы

Проведен сравнительный анализ почв, сформированных на продуктах выветривания известняков, мергелей и сланцев, из предгорно-прибрежных виноградарских регионов республик Дагестан и Крым, пригодных для выращивания винограда сорта Каберне-Совиньон. Установлено, что образцы экспериментальных терруарных вин имели высокую дегустационную характеристику; биологически ценный компонентный состав фенольных и минеральных веществ. Накопление в виноматериалах катионов кальция, натрия, железа, магния, цинка, в меньшей степени – калия и меди обусловлено типом почвы и влиянием

различных климатических факторов в условиях прибрежных экосистем исследуемых регионов. Следует отметить, что повышенное содержание катионов калия, натрия, железа и цинка характерно для дагестанского красного вина, кальция и магния – для образцов вина из Западного предгорья Крыма.

Результаты исследования биохимического состава вин являются дополнительной информацией о специфике их из разных регионов, где плодородие почвы в совокупности с агрохимическими и агроклиматическими факторами является важной составляющей конечного продукта сельского хозяйства.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Leeuwen C., Roby J.-P., Rességuier L. Soil-related terroir factors: a review. *Oeno one*. 2018. Vol. 52 (2). pp. 173–188. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208>.
- Leeuwen C., Rességuier L. Major soil-related factors in terroir expression and vineyard siting. *Elements*. 2018. Vol. 14 (3). pp. 159–165. doi:10.2138/gselements.14.3.159.
- Falcão L.D., Revel G., Perello M.C., Moutsiou A., Zanús M.C., Bordignon-Luiz M.T. A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, C₁₃-norisoprenoids, and the sensory profile of Brazilian Cabernet Sauvignon wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007. Vol. 55. №9. pp. 3605–3612.
- Исламмагомедова Э.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Абакарова А.А. Минеральный состав красного столового вина, полученного с использованием нового штамма *S. cerevisiae* Y-4270 // Пищевая промышленность. 2018. № 8. С. 66–69. Islammagomedova E.A., Kotenko S.Ts., Khalilova E.A., Abakarova A.A. The mineral composition of a red table wine obtained using a new strain of *S. cerevisiae* Y-4270. *Food processing Industry*. 2018. № 8. pp. 66–69 (in Russian).
- Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А., Пальян Ю.Л. Ароматобразующие вещества в красных столовых винах при использовании штамма *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 // Пищевая промышленность. 2018. № 9. С. 38–41. Kotenko S.Ts., Khalilova E.A., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A., Palian Yu.L. Aroma-forming substances in table red wines using *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 strain. *Food processing Industry*. 2018. № 9. pp. 38–41 (in Russian).
- Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Аливердиева Д.А., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А., Гасанов Г.З., Миллуева А.Г. Жирные кислоты и антимикробные свойства красного столового вина // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. Вып. 6. С. 72–76. doi: 10.3103/S106836741806006X. Khalilova E.A., Kotenko S.Ts., Aliverdiyeva D.A., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A., Gasanov G.Z., Milluyeva A.G.. Fatty acids and antimicrobial properties of red table wine. *Agricultural Science of Russia*. 2018. Issue 6. pp.72–76. doi: 10.3103/S106836741806006X (in Russian).
- Matallana E., Aranda A. Biotechnological impact of stress response on wine yeast. *Letters in Applied Microbiology*. 2017. Vol. 64 (2). pp. 103–110.

8. Warmling M.T., Albuquerque J.A., Warmling M.I., Rufato L., Andognini J. Effect of soil classes and climatic conditions on the productive characteristics and composition of Cabernet Sauvignon grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*. 2018. Vol. 40. № 6. pp. 1–15.
9. Тоцилина Р.П., Гончарова С.А., Хорошева Е.В., Семипятный В.К. Особенности минерального состава донских вин и виноматериалов как идентификационный показатель места происхождения // *Виноделие и виноградарство*. 2016. № 3. С. 14–17.
Tochilina R.P., Goncharova S.A., Khorosheva E.V., Semipyatnyy V.K. Peculiarities of the mineral composition of Don wines and wine materials as an identification indicator of the place of origin. *Winemaking and viticulture*. 2016. № 3. pp. 14–17 (in Russian).
10. Anli R.E., Vural N. Antioxidant Phenolic Substances of Turkish Red Wines from Different Wine Regions. *Molecules*. 2009. 14 (1). P. 289–297. DOI: 10.3390/molecules14010289.
11. Blesic M., Drmac M., Batinic K., Spaho N., Murtić M., Zele M., Croat. J. Levels of selected metals in wines from different Herzegovinian viticultural localities. *Food Sci. Technol*. 2017. Vol. 9 (1). pp. 1–10.
12. Валуйко Г.Г., Шольц Е.П., Трошин Л.П. Методические рекомендации по технологической оценке сортов винограда для виноделия / ВНИИВиВ «Магарач», 1983. 72 с.
Valuiko G.G., Sholts E.P., Troshin L.P. Methodological recommendations for the technological evaluation of grapes for winemaking. VNIIViV «Magarach». 1983. 72 p. (in Russian).
13. Справочник по виноделию / Под ред. Г.Г. Валуйко, В.Т. Косюры (Изд. 3-е, перераб. и доп.). Симферополь: Таврида. 2005. 588 с.
Winemaking Guide / Edited by G.G. Valuiko, V.T. Kosyura. Simferopol: *Tavrida Publ*. 2005. 588 p. (in Russian).
14. Аристова Н.И. Методики выполнения измерений физико-химических показателей для контроля качества винопродукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014. № 4. С. 36–39.
Aristova N.I. Methodologies to measure physico-chemical parameters for wine quality control. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2014. № 4. pp. 36–39 (in Russian).
15. Методы технохимического и микробиологического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
Methods of technochemical and microbiological control in winemaking / Edited by V.G. Gherzhikova. Simferopol: *Tavrida Publ*. 2009. 304 p. (in Russian).
16. 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.
R 4.1. 1672-03 Guidelines for quality control and safety of biologically active food additives. Moscow: *Federal Center of State Sanitary and Epidemiologic Inspectorate of the Ministry of Public Health of Russia*. 2004. 184 p. (in Russian).
17. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. С. 21–229.
Lurye Yu.Yu. Analytical chemistry of industrial wastewater. Moscow: *Chemistry*. 1984. pp. 21–229 (in Russian).
18. Аристова Н.И., Черноусова И.В., Панов Д.А., Лутков И.П., Зайцев Г.П. Определение фенольных и минеральных веществ в виноматериале из винограда сорта Каберне Совиньон / Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология, химия. Т. 2 (68). 2016. № 3. С. 76–82.
Aristova N.I., Chernousova I.V., Panov D.A., Lutkov I.P., Zaytsev G.P. Determination of phenolic and mineral substances in Cabernet Sauvignon wine materials. Proceedings of Crimea Federal University Named after V.I. Vernadskii. *Biology, Chemistry*. Vol. 2 (68). 2016. № 3. pp. 76–82 (in Russian).
19. Viviers M., Smith M., Wilkes E., Smith P., Johnson D. The role of trace metals in wine 'reduction'. *Wine & Viticulture Journal*. 2014. 29 (1). pp. 38–40.
20. Walker G. Metals in yeast fermentation processes. *Advances in applied microbiology*. 2004. Vol. 54. pp. 197–229.
21. Soyer J.-P., Molot C. Fertilisation potassique et composition des moûts; évolution durant la maturation du raisin. *Progrès agricole et viticole*. 1993. Vol. 110. pp. 174–177.
22. Huggett J. Geology and wine: a review. Proceedings of the geologists association. 2006. Vol. 117. pp. 239–247.
23. Pérez Magariño S., González-Sanjosé M.L. Physicochemical parameters justifying the vintage qualifications in wines from Spanish Protected Designation of Origin. *Eropean food research and technology*. 2002. Vol. 214. pp. 444–448.
24. Asproudi A., Piano F., Anselmi G., Di Stefano R., Bertolone E., Borsa D. Proanthocyanidin composition and evolution during grape ripening as affected by variety: Nebbiolo and Barbera cv. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 2015. Vol. 49 (1). pp. 59–69. doi.org/10.20870/oeno-one.2015.49.1.93
25. Sun B., de Sá M., Leandro C., Caldeira I., Duarte F.L., Spranger I. Reactivity of polymeric proanthocyanidins toward salivary proteins and their contribution to young red wine astringency. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2013. Vol. 61 (4). pp. 939–946. doi: 10.1021/jf303704u