

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Влияние физико-химических показателей вин на значения температуры насыщения

Виктория Григорьевна Гержилова, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, hv26@mail.ru;

Надежда Станиславовна Аникина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина, hv26@mail.ru;

Антонина Валерьевна Весютова, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, foxt.80@mail.ru;

Дмитрий Юрьевич Погорелов, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, pogdmi@ro.ru;

Марианна Вадимовна Ермихина, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, mariannaermikhina@mail.ru;

Ольга Викторовна Рябинина, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, olgar@list.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», ул. Кирова 31, Ялта 298600, Российская Федерация

Одной из важнейших проблем качества винопродукции является ее стабильность, обеспеченная научно обоснованными методами диагностики и приемами технологической обработки с целью предотвращения возникновения дестабилизации. Причиной кристаллообразования является нарушение ионного равновесия под влиянием изменений концентрации катионов и анионов, наличием в системе стимуляторов и ингибиторов этого процесса. Одним из тестов на склонность к кристаллическим помутнениям вин является показатель «температура насыщения», который рассчитывают по разнице электропроводности до и после добавления битартрата калия ($T_{\text{нас}}(\text{KHTar})$). Целью работы являлось выявление взаимосвязи между компонентным составом вина и его физико-химическими свойствами, выраженными pH и $T_{\text{нас}}(\text{KHTar})$. Объектами исследований были белые и красные столовые сухие виномастеральные и вина. В образцах были определены pH, температура насыщения битартрата калия, содержание ионов калия, винной кислоты и ее форм. Объем выборки составил 83 образца. В результате исследования было установлено, что стабильные белые вина характеризовались значениями $T_{\text{нас}}(\text{KHTar})$ в интервале 10,9-13,5 °С, красные вина – 14,4-16,8 °С. Выявлена и математически описана взаимосвязь между показателями теста кристаллической дестабилизации вина и содержанием участников процесса, которую обуславливает массовая концентрация битартрат-ионов, зависящая от величины pH и содержания винной кислоты. Результаты будут использованы для усовершенствования системы диагностики вин при оценке их склонности к кристаллической калиевой дестабилизации.

Ключевые слова: кристаллическая стабильность; винная кислота; калий; pH; столовые вина; тесты к кристаллическим помутнениям.

ORIGINAL RESEARCH

Influence of physico-chemical indices of wines on saturation temperature

Viktoriya Grigoryevna Gerzhikova, Nadezhda Stanislavovna Anikina, Antonina Valerievna Vesuyutova, Dmitry Yurievich Pogorelov, Marianna Vadimovna Ermikhina, Olga Viktorovna Ryabinina

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation

Stability is an important element of the quality of wine and must be enabled by science-based diagnostic methods and treatment technologies with the view to prevent destabilization. Crystal formation is caused by ionic imbalances as affected by changes in cation and anion levels and the presence of promoters or inhibitors of this process in the system. Potassium bitartrate saturation temperature ($T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$) is an index to be relied on while testing wines for liability to crystal haze, and is calculated by the difference in the conductivity measurements prior to and after the addition of potassium bitartrate. The study was aimed to reveal an interrelationship between the componential composition of wine and its physico-chemical characteristics in terms of pH and $T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$. Red and white dry table wines and wine materials were used as objects of research. The sample number was formed by a total of 83 samples in which pH, saturation temperature $T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$ and levels of ions of potassium, tartaric acid and its forms were measured. The $T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$ values of stable white wines varied within 10.9-13.5°C, and the $T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$ values of stable red wines ranged from 14.4 to 16.8°C. An interrelationship between the data derived from the test for crystalline destabilization of wine and the levels of the agents of the process was revealed and mathematically described. This interrelationship is determined by mass concentration of bitartrate ions which depends on pH values and the levels of tartaric acid. The results obtained will be used to improve the diagnostics system of wines in testing for liability to potassium crystalline destabilization.

Key words: crystalline stability; tartaric acid; potassium; pH; table wines; tests for crystalline haze.

В системе обеспечения розливостойкости винопродукции важное место отводится предотвращению помутнений, вы-

званных кристаллизацией тартратных солей калия и кальция. Существующие способы предупреждения кристаллических помутнений имеют ряд недостатков и не всегда дают желаемый результат. Разработка новых способов их диагностики и стабилизации не теряет своей актуальности [1–6].

В странах с развитым виноделием для промышленной диагностики склонности винопродукции к кристаллическим видам помутнений широко используются инструментальные методы анализа, важное место среди которых занимают кондуктометрические методы, основанные на измерении электропроводности до и после внесения в пробу затравки битартрата калия или тартрата кальция. В настоящее время в литературе описано несколько модификаций таких методов, результатом которых может быть либо прямое получение значения электропроводности, либо его перевод в так называемые единицы температуры насыщения, характеризующей оптимальный в отношении стабильности температурный ре-

Как цитировать эту статью:

Гержилова В.Г., Аникина Н.С., Весютова А.В., Погорелов Д.Ю., Ермихина М.В., Рябинина О.В. Влияние физико-химических показателей вин на значения температуры насыщения. «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.344-348. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.013

How to cite this article:

Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Vesuyutova A.V., Pogorelov D.Yu., Ermikhina M.V., Ryabinina O.V. Influence of physico-chemical indices of wines on saturation temperature. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019; 21(4). pp. 344-348. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.013 (in Russian)

УДК 663.25

Поступила 11.10.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

жим хранения конкретного виноматериала [7-10].

В мировой практике для диагностики кристаллических помутнений и оценки эффективности обработки виноматериалов холодом зачастую используют метод, базирующийся на кондуктометрическом методе определения показателя температуры насыщения пробы битартратом калия при разных значениях температуры, в частности, близкой к 0°C [7-8]. Результатом анализа является получение целочисленного значения так называемого «фактора кристаллизации», свидетельствующего об эффективности обработки виноматериала холодом, его потенциальной стабильности к кристаллическим помутнениям, а также наличия веществ различного происхождения, введенных в виноматериал с целью обеспечения его стабильности (препаратов карбоксиметилцеллюлозы, метавинной кислоты, гуммиарабика, маннопротеина).

Показатель температуры насыщения битартратом калия ($T_{\text{нас}}(\text{КНТар})$) – это значение температурного режима хранения вина, при котором данное вещество образует насыщенный раствор, начинается процесс кристаллообразования, осадок битартрата калия становится заметным в вине визуально [9]. Температура насыщения и температура хранения вина имеют решающее значение для оценки склонности виноматериалов к кристаллической дестабилизации. Если температура хранения ниже температуры насыщения на 3-4°C, вино считается потенциально кристаллически нестабильным. Вино сохраняет кристаллическую стабильность, если температура его хранения равна или немного выше температуры насыщения.

Продукция современного отечественного виноделия обладает уникальными особенностями, обусловленными региональными и сортовыми особенностями, что требует пересмотра установленных режимов и параметров тестирования кристаллической стабильности вин.

Теоретическую основу нашей работы составляют современные представления о существовании в виноградном сусле и вине трех форм винной кислоты [1]: молекулярной (недиссоциированной формы в виде H_2T), диссоциированной по I ступени в виде битартрат-иона (HT^-), образующего с ионом калия (K^+) малорастворимую соль битартрата калия, и диссоциированной по II ступени формы тартрат-иона (T^{2-}). Последний также обладает способностью образовывать нерастворимую в условиях вина соль тартрата кальция. Соотношение форм винной кислоты и полнота ее диссоциации зависят от pH среды. Значения pH определяют ионы водорода, образующиеся при диссоциации кислот и их кислых солей, а также катионы металлов. В частности, при значении pH 2,95 на недиссоциированную форму винной кислоты приходится 51,3 %, на диссоциированную по первой и второй ступени – по 45,9 и 2,8 % соответственно. При величине pH = 3,95 соотношение форм винной кислоты составляет 6,5; 57,8 и 35,7 % соответственно [11-15].

Таким образом, при низких значениях pH от 2,8 до 3,2 молекулярная форма винной кислоты превалирует среди других ее форм, и соли винной кислоты не образуются. Напротив, при высоких значениях pH от 3,9

до 4,2 доминируют ионные формы винной кислоты, и возможность образования солей значительно увеличивается [5].

Показатель ионизации органических кислот (pK) во многом зависит от химических особенностей строения молекул, полноты диссоциации и количественного содержания в растворе. В случае многоосновных органических кислот при соотношении равновесных концентраций молекулярной и диссоциированной по первой ступени форм в количестве 1:1 показатель константы ионизации может численно совпадать со значением pH такого раствора [12]. По данным П. Рибера-Гайона и сотр. [16], для винной кислоты значения констант ионизации по первой и второй ступени диссоциации составляют $pK_1 = 3,01$ и $pK_2 = 4,05$; для яблочной – $pK_1 = 3,46$ и $pK_2 = 5,05$ соответственно. В вине при существующих значениях pH от 2,8 до 4,2 в основном реализуются процессы, связанные с I ступенью диссоциации винной и яблочной кислот [15, 16].

Целью работы являлось выявление взаимосвязи между компонентным составом вина и его физико-химическими свойствами, выраженными pH и температурой насыщения битартратом калия.

Методика проведения исследований

Объектами исследований являлись белые и красные столовые сухие вина, прошедшие технологическую обработку, стабильные к коллоидным и кристаллическим помутнениям, разлитые в бутылку и выдержанные в течение гарантийного срока хранения. Дестабилизированные образцы были отбракованы, стабильные – подвергнуты испытаниям на розливостойкость к кристаллическим калиевым помутнениям.

Массовую концентрацию винной кислоты определяли методом ВЭЖХ, ионов калия – атомно-адсорбционным методом, pH – потенциометрическим, электропроводность – кондуктометрическим методами [9]. Массовую концентрацию $\text{C}(\text{HTar}^-)$ получали расчетным путем по таблицам зависимости степени диссоциации органических кислот от pH [1].

Вторая часть наших исследований заключалась в математической обработке результатов исследований белых столовых виноматериалов с различной устойчивостью к калиевым помутнениям, оцениваемой по температуре насыщения. Температуру насыщения определяли по формуле [9]:

$$T_{\text{нас}}(\text{КНТар}) = T - \frac{E_1 - E_2}{33}, \quad (1)$$

где T – температура выполнения анализа; E_1 и E_2 – электропроводность образца до и после внесения битартрата калия; мкСм/См.

В качестве контроля использовали формулу вычисления показателя температуры насыщения битартратом калия, полученную Н.М. Рудышиной (Разработка методов контроля и способа стабилизации вин против кристаллических помутнений, вызываемых битартратом калия: дисс... канд. техн. наук. – Ялта, 1985. – С. 138):

$$T_{\text{нас}}(\text{КНТар}) = \frac{571 - \Delta\sigma}{28}, \quad (2)$$

где $\Delta\sigma$ – разность значений электропроводности до и

после добавления битартрата калия в пробу.

Для математической обработки использовали пакет статистики Excel MS Office, с помощью которой устанавливали зависимость температуры насыщения по битартрату калия от содержания компонентов виноматериалов. Общий объем выборки составил 83 образца.

Результаты и их обсуждение

Изучение стабильных образцов вин (табл. 1, табл. 2) показало, что значения температуры насыщения по битартрату калия в белых винах варьируют в интервале 10,9–13,5°C, составляя в среднем 12,4°C. Красные вина отличались более высокими величинами исследуемого показателя: 14,4–16,8°C (среднее значение – 15,6°C).

Систематизация результатов исследования образцов виноматериалов, характеризующимися различными значениями pH и $T_{\text{нас}}$ (КНТар), содержанием винной кислоты, ее битарtrat-ионов, катионов калия позволила выявить зависимость температуры насыщения от массовой концентрации винной кислоты, диссоциированной по I ступени (рис. 1).

Зависимость описывается следующим уравнением регрессии ($r = 0,87$; $R^2 = 0,76$):

$$Y = 6,82 \cdot X + 4,47, \quad (3)$$

где Y – $T_{\text{нас}}$ (КНТар), температура насыщения по калию, °C; X – $C(\text{НТар}^-)$, массовая концентрация битарtratной формы винной кислоты, г/л.

Исследуемые образцы были сгруппированы по значениям $T_{\text{нас}}$ (КНТар) (табл. 2), для каждой из пяти групп определены диапазоны и средние значения участников процесса кристаллообразования. Анализ представленных данных показывает, что повышение температуры насыщения виноматериалов сопровождается увеличением массовой концентрации битарtrat-иона и снижением содержания иона калия в системе.

Математический анализ экспериментальных данных позволил выявить зависимость

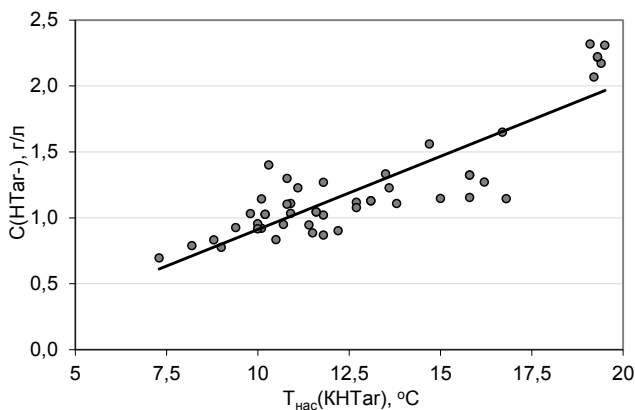


Рис. 1. Математическая взаимосвязь между показателем величины температуры насыщения битартрата калия виноматериала и концентрацией битарtrat-иона в системе

Fig. 1. Mathematical interrelationship between index of potassium bitartrate saturation temperature in the study wine materials and bitartrate ion concentration in the system

Таблица 1. Температура насыщения битартрата калия стабильных вин

Table 1. Potassium bitartrate saturation temperature of stable wines

Но- мер об- раз- ца	pH	Массовая концентрация, г/л			ионов калия (K ⁺)	$T_{\text{нас}}$ (КНТар), °C
		форм винной кислоты				
		молеку- лярной (H ₂ T)	битарtrat- ионов (HT)	тарtrat- ионов (T ²⁻)		
Белые вина						
1	3,27	0,65	1,23	0,16	0,703	12,8
2	3,28	0,58	1,12	0,15	0,773	12,1
3	3,33	0,50	1,08	0,16	0,650	11,8
4	3,37	0,54	1,27	0,21	0,549	13,1
5	3,34	0,61	1,33	0,20	0,669	13,0
6	3,24	0,64	1,11	0,13	0,519	12,1
7	3,71	0,22	1,16	0,41	1,080	12,3
8	3,62	0,27	1,10	0,32	0,880	11,9
9	3,40	0,45	1,15	0,20	0,600	12,3
10	3,31	0,63	1,25	0,22	0,440	13,0
11	3,40	0,48	1,19	0,23	0,560	12,6
12	3,45	0,41	1,16	0,23	0,680	12,4
13	3,25	0,53	0,95	0,12	0,700	10,9
Красные вина						
14	3,80	0,23	1,47	0,64	0,907	14,4
15	3,51	0,56	1,81	0,41	0,934	16,8
16	3,92	0,17	1,58	0,90	0,826	15,2
17	3,64	0,40	1,77	0,53	0,989	16,5
18	3,71	0,35	1,77	0,61	0,902	16,5
19	3,44	0,57	1,58	0,31	0,778	15,3
20	3,35	0,64	1,45	0,23	0,558	14,4
21	3,43	0,61	1,64	0,31	0,581	15,6

Таблица 2. Варьирование значений показателя температуры насыщения битартрата калия в зависимости от состава среды*

Table 2. Variation in the numerical values of index of potassium bitartrate saturation temperature depending on the composition of the medium

Номер группы	$T_{\text{нас}}$ (КНТар), °C	Массовая концентрация, г/л	
		$C(\text{НТар}^-)$	ионов калия
1	<u>7,3 – 9,8</u> 8,8	<u>0,696 – 1,032</u> 0,842	<u>0,636 – 0,675</u> 0,652
2	<u>10,2 – 11,8</u> 11,1	<u>0,834 – 1,401</u> 1,066	<u>0,387 – 0,743</u> 0,555
3	<u>12,2 – 13,8</u> 13,1	<u>0,902 – 1,332</u> 1,127	<u>0,519 – 0,773</u> 0,649
4	<u>14,7 – 16,8</u> 15,8	<u>1,145 – 1,649</u> 1,321	<u>0,433 – 0,649</u> 0,555
5	<u>19,1 – 19,5</u> 19,3	<u>2,068 – 2,318</u> 2,217	<u>0,450 – 0,575</u> 0,51

Примечание: * в числителе – диапазоны значения показателя, в знаменателе – его средняя величина

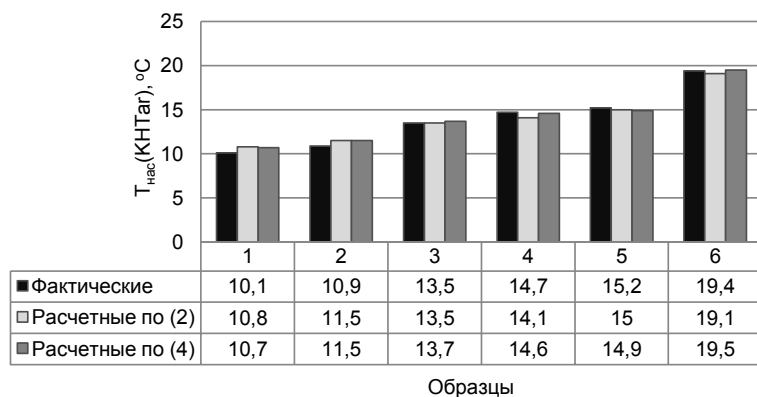


Рис. 2. Сравнительная характеристика экспериментальных и математических значений температуры насыщения битартратом калия образцов виноматериалов

Fig. 2. Comparative characterization of experimental and estimated numerical values of potassium bitartrate saturation temperature of the study wine materials

между температурой насыщения и массовой концентрацией битартратной формы винной кислоты и ионов калия, которая описывается следующим уравнением регрессии ($r = 0,91$; $R^2 = 0,83$):

$$Y = 6,81 \cdot X_1 - 0,19 \cdot X_2 + 4,6, \quad (4)$$

где X_1 – массовая концентрация битартрат-ионов, г/л; X_2 – массовая концентрация ионов калия, г/л.

Соответствие между математическими моделями (2) и (4) и фактическими результатами измерений демонстрирует хорошую корреляцию экспериментальных данных и адекватную точность описанных взаимосвязей (рис. 2). Разница между фактическими и расчетными значениями $T_{\text{нас}}$ (КНТар) для диапазона 10,1-10,9°C составляет 0,6-0,7°C, для диапазона 13,5-14,7°C – 0-0,6°C, для диапазона 15,2-19,4°C – 0,1-0,3°C.

Полученные формулы математически описывают процесс калиевой дестабилизации вина с разных теоретических позиций. Формула (2) устанавливает зависимость температуры насыщения по битартрату калия от интегрального показателя – электропроводности, характеризующего катионно-анионный баланс исследуемых образцов вина. Формула (4) описывает влияние на значения показателя $T_{\text{нас}}$ (КНТар) основных участников процесса кристаллической дестабилизации вина – винной кислоты и калия. Между значениями $T_{\text{нас}}$ (КНТар), полученными по разным формулам, существует тесная взаимосвязь ($r = 0,99$; $R^2 = 0,98$).

Выводы

Таким образом, математически описана взаимосвязь между показанием тестов кристаллической дестабилизации вин и содержанием участников процесса, которую обуславливает массовая концентрация битартрат-ионов, зависящая от величины рН и содержания винной кислоты, при этом баланс катионов и анионов фиксируется значениями электропроводности изучаемой среды. Результаты будут использованы для усовершенствования системы диагностики вин при оценке их склонности к кристаллической калиевой дестабилизации.

Источник финансирования

Работа выполняется в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0833-2019-0024.

Financing source

The study was conducted under public assignment of the

Ministry of Education and Science of Russia
№ 0833-2019-0024.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

No declared.

Список литературы / References

- Berg H., Berg H., Keefer R. Analytical Determination of Tartrate Stability in Wine. I. Potassium Bitartrate. *American Journal Enology and Viticulture*. 1958. Vol. 9. Issue 4. pp.180-193.
- Würdig G., Müller F. Bestimmung des Sättigungstemperatur von Weinen durch Zeifähigkeitsmessung. *Weinwirtschaft*. 1980. Bd. 116. № 23. pp.720-726, 728.
- Храпов А.А., Агеева Н.М. Влияние степени дисперсности препаратов битартрата калия на эффективность их использования для стабилизации вин // Пищевая технология, 2016. № 5-6 (353-354). С. 38-41.
Khrapov A.A., Ageeva N.M. Impact of the degree of dispersion of potassium bitartrate preparations on efficiency of their use for stabilization of wines. *Food technology*. 2016. № 5-6 (353-354). pp. 38-41 (in Russian).
- Панова Э.П., Кацева Г.Н., Бурда В.С. Влияние низких температур на физико-химические свойства виноградного суслу / Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология и химия». 2010. Т. 23 (62). № 1. С. 31-34.
Panova E.P., Katceva G.N., Burda V.S. The influence of low temperatures on physico-chemical properties of must. *Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. Series: Biology and chemistry*. 2010. Vol.23 (62). № 1. pp. 31-34 (in Russian).
- Waterhouse A., Sacks G., Jeffery D. Understanding Wine Chemistry. New York, *John Wiley & Sons*. 2016. 470 p.
- Виноградов В.А., Загоруйко В.А., Кулев С.В., Чаплыгина Н.Б. Оборудование для комплексной обработки виноматериалов против коллоидных и кристаллических помутнений // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». Т. XLIV, Ялта, 2014. С. 86-92.
Vinogradov V.A., Zagorouiko V.A., Kulev S.V., Chaplygina N.B. Equipment for complex treatment of wine materials against colloidal and crystal clouds. *Collection of scientific works of NIViV "Magarach"*. Vol. XLIV. Yalta, 2014. pp. 86-92 (in Russian).
- Würdig G., Müller T., Friedrich G. Bestimmung der Weinsteinättigungstemperatur durch verbesserte Leitfähigkeitsmessung. *Die Weinwirtschaft-Technik*. 1985. №6. pp.188-201.
- Зинькевич Э.Л., Гержилова В.Г., Щербина В.А. Фактор кристаллизации как критерий определения склонности виноматериалов и вин к кристаллическим помутнениям // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 2013. № 3. С. 38-40.
Zinkevich E.L., Gerzhikova V.G., Shcherbina V.A. The crystallization factor as a criterion of determining the crystallization tendency and wine tendency for clouding of the crystalline. *Horticulture, Viticulture and Winemaking of Moldova*. 2013. № 3. pp. 38-40 (in Russian).

9. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь, Таврида. 2009. 304 с. Methods of technochemical control in winemaking / Edited by V.G. Gerzhikova. Simferopol, *Tavrida Publ.* 2009. 304 p. (in Russian).
 10. Гнилomedова Н.В., Аникина Н.С., Червяк С.Н. Дестабилизация вин. Кристаллообразование калиевых солей // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019. 21(3). С. 261-266. DOI 10.35547/iM.2019.21.3.014.
Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Chervyak S.N. Wine destabilization. Potassium salts crystal formation. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2019. 21(3). pp. 261-266. DOI 10.35547/iM.2019.21.3.014 (in Russian).
 11. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Качественный и количественный анализ // Физико-химические методы анализа. М., 1970. Т.3. 472 с.
Kreshkov A.P. Fundamentals of analytical chemistry. Qualitative and quantitative analysis. *Physical-chemical methods of analysis.* Moscow, 1970. Vol. 3. 472 p. (in Russian).
 12. Шелудько О.Н., Стрижов Н.К. Применение комплексного анализа при оценке качества винодельческой продукции / Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 5-6 (365-366). С. 116-120.
Sheludko O.N., Strizhov N.K. Application of integrated analysis in the evaluation of the quality of wine products. *News of institutes of higher education. Food Technology.* 2018. № 5-6 (365-366). pp. 116-120 (in Russian).
 13. Гержикова В.Г., Червяк С.Н., Аникина Н.С., Гнилomedова Н.В., Михеева Л.А., Ермихина М.В. К вопросу о выявлении добавок воды в столовых виноматериалах // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. № 2. С. 44-46.
Gerzhikova V.G., Chervyak S.N., Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Mikheeva L.A., Ermikhina M.V. Revisiting the issue of water detection in table wine materials. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2018. № 2. pp. 44-46 (in Russian).
 14. Гержикова В.Г., Погорелов Д.Ю., Ермихина М.В., Михеева Л.А. Модификация метода определения буферной емкости столовых виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. № 1. С. 44-46.
Gerzhikova V.G., Pogorelov D.Yu., Ermikhina M.V., Mikheeva L.A. Modification of the method for determining buffer capacity of table wine materials. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2018. № 1. pp. 44-46 (in Russian).
 15. Moreno J., Peinado R. Enological Chemistry. Buffering Capacity of Wines. London, *Academic Press.* 2012. pp. 223-251.
 16. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. *Traité d'oenologie Chimie du vin. Stabilisation et traitements.* Paris, Dunod. 2012. p. 453.
- ORCID iD
Гержикова В.Г. <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>
Аникина Н.С. <https://orcid.org/0000-0001-5282-3426>
Весютова А.В. <https://orcid.org/0000-0003-3815-5756>
Погорелов Д.Ю. <http://orcid.org/0000-0001-6388-9706>
Ермихина М.В. <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>
Рябинина О.В. <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>