

Совершенствование методологии диагностики кристаллической стабильности вин

Аникина Н.С.[✉], Гержилова В.Г., Гнилomedова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Слaстья Е.А., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Олейникова В.А.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

[✉] hv26@mail.ru

Аннотация. Одним из критериев качества готовой винопродукции является ее внешний вид, отсутствие каких-либо посторонних включений и осадка. Проведение технологических мероприятий по обеспечению кристаллической стабильности вин не всегда эффективно из-за несовершенной системы оценки их потенциальной способности к образованию виннокислых солей. Цель работы – обоснование элементов методологии диагностики вин на склонность к кристаллической дестабилизации. В работе исследовались обработанные и необработанные виноматериалы из винограда технических сортов, в том числе из ампелографической коллекции «Магарач», готовая продукция, модельные образцы. В образцах определяли профиль органических кислот, pH, содержание калия, кальция, тесты на склонность к кристаллическим помутнениям (с внесением затравки солей винной кислоты, температура насыщения битаратом калия и тартратом кальция). Массовую концентрацию форм винной кислоты устанавливали расчетным путем по формулам зависимости степени диссоциации органических кислот от pH. Изучено влияние технологического цикла производства вин на их склонность к кристаллической дестабилизации на всех контрольных точках технологического цикла в системе «виноград-сусло-виноматериал-вино». Проведена дифференциация технологических приемов производства по их влиянию на кристаллическую стабильность вин. Сформулированы интегральные показатели кристаллической стабильности вин: экспресс-тесты, критерии, основные и производные параметры процесса. Обоснована система диагностики: нормативно-методическая база, векторы испытаний, интегральные показатели и их значения, обеспечивающие устойчивость вин к кристаллическим помутнениям, применение которой обеспечит сохранение товарного вида готовой продукции и повышение сроков ее стабильности.

Ключевые слова: винная кислота; калий; кальций; кристаллическая дестабилизация; температура насыщения; pH; технологическая обработка виноматериалов.

Для цитирования: Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Гнилomedова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Слaстья Е.А., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Олейникова В.А. Совершенствование методологии диагностики кристаллической стабильности вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):71-76. DOI 10.35547/IM.2022.66.46.011

Improvement in the methodology of diagnosing crystalline stability of wines

Anikina N.S.[✉], Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Cherviakov S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Riabinina O.V., Oleinikova V.A.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

[✉] hv26@mail.ru

Abstract. One of quality criteria of the finished wine products is their visual appearance, the absence of any impurities and sediment. Taking of technological measures to ensure crystalline stability of wines is not always effective due to an imperfect system for assessing their potential ability to form tartrate salts. The purpose of the work was to substantiate methodology elements of diagnosing wines for a tendency to crystalline destabilization. The work studied the processed and unprocessed base wines of wine grape varieties, including those from the Magarach Ampelographic Collection, finished products and model samples. The profile of organic acids, pH, content of potassium and calcium, tests for the tendency to crystalline haze (with tartaric acid salts inoculation, saturation temperature with potassium bitartrate and calcium tartrate) were determined in the samples. Mass concentration of tartaric acid forms was calculated using formulas for dependence of dissociation degree of organic acids on pH. The effect of technological cycle of wine production on their tendency to crystalline destabilization at all control points of technological cycle in the system "grapes-must-base wine-wine" was studied. The differentiation of technological methods of production according to their effect on crystalline stability of wines was carried out. Integral indicators of crystalline stability of wines were defined: rapid tests, criteria, basic and derived parameters of the process. The system of diagnostics was substantiated: regulatory-methodological base, test vectors, integral indicators and their values, which ensure the resistance of wines to crystalline haze. Its use will ensure to preserve market condition of the finished product and increase the terms of stability.

Key words: tartaric acid; potassium; calcium; crystalline destabilization; saturation temperature; pH; technological processing of base wines.

For citation: Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Cherviakov S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Riabinina O.V., Oleinikova V.A. Improvement in the methodology of diagnosing crystalline stability of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):71-76 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.66.46.011

Введение

Необходимость реализации фундаментальных исследований в направлении совершенствования и развития методологической базы для мониторинга свойств и характеристик винодельческой продукции заложена в «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». Обязательным требованием к качеству вина является сохранение товарного вида продукции в течение гарантированных сроков хранения, что предполагает отсутствие какого-либо осадка. Изменение климатических условий, наблюдаемое за последнее время, расширение сырьевой базы, внедрение новых приемов возделывания винограда и технологии его переработки, использование современных вспомогательных материалов для виноделия влияют на коллоидный и минеральный состав вин, в результате чего методы диагностики вин на склонность к помутнениям физико-химического характера становятся недостаточно эффективными [1].

Появление кристаллических осадков достаточно характерно для вин разных типов. Высокое содержание винной кислоты, калия, кальция инициирует дестабилизацию системы вина. Катионы натрия и магния проявляют солевой эффект и в некоторой степени препятствуют формированию кристаллов. К протекторам кристаллообразования относятся высокомолекулярные компоненты виноградного и дрожжевого происхождения, а также вспомогательные препараты на основе полисахаридов [2-5]. Выявленные закономерности процесса кристаллической дестабилизации вин основаны на балансе битартрат- (HT^-) и тартрат-ионов (T^{2-}) и катионов калия и кальция, который регулируется рН среды; взаимосвязь между показаниями тестов и содержанием участников процесса описана математически [6]. Технологические мероприятия для обеспечения кристаллической стабильности вин предполагают физические методы воздействия, комплексные схемы обработки, внесение ингибиторов кристаллообразования перед розливом готовой продукции [7-11].

Отсутствие системного подхода к оценке кристаллической стабильности, основанной на особенностях катионно-анионного состава отечественных вин, затрудняет диагностику склонности виноматериалов к помутнениям физико-химического характера.

Цель исследований – обоснование основных элементов методологии диагностики вин на склонность к кристаллической дестабилизации.

Материалы и методы исследования

Схема эксперимента предусматривала следующее:

– приготовление виноматериалов из винограда технических сортов, в том числе из ампелографической коллекции «Магарач», с использованием штамма дрожжей I-527 из «Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач», их обработка и закладка на контрольное хранение;

– аналитические исследования модельных образцов, а также обработанных и необработанных виноматериалов, производственных образцов виноматериалов и готовой продукции, стабильных и неста-

бильных к кристаллическим помутнениям;

– обобщение данных и их математическая обработка.

В исследуемых объектах определяли энохимические показатели, основанные на принципах: ВЭЖХ (профиль органических кислот, сахаров, содержание этилового спирта, глицерина); потенциометрии (рН, буферная емкость, содержание титруемых кислот); кондуктометрии (электропроводность); титриметрии (массовая концентрация калия, кальция). Образцы протестированы на склонность к кристаллическим помутнениям (с внесением затравки солей винной кислоты), определение температуры насыщения ($T_{\text{нас}}$, °C) битартратом калия (КНТ) и тартратом кальция (СаТ) [12]. Массовую концентрацию форм винной кислоты устанавливали расчетным путем по формулам зависимости степени диссоциации органических кислот от рН [13, 14].

Во всех опытах проводили аналитическую оценку образцов в процессе хранения. Осадок в бутылке оценивали визуально при просмотре в проходящем луче света щелевого фонаря. Исследование морфологии и химического состава кристаллических осадков проводили методами световой микроскопии (Микмед-5, производство АО «ЛОМО», Россия) и сканирующей электронной микроскопии с интегрированным энергодисперсионным рентгеновским спектрометром (PHENOMproX, производство «Phenom-World B.V.», Нидерланды). Качественное определение катиона в составе осадка проводили в соответствии с общепринятой методикой [12].

Всего было исследовано 847 образцов виноматериалов и готовой продукции из 12 сортов винограда, 30 модельных систем на винной основе, 80 образцов винных осадков.

По результатам экспериментальных данных рассчитывали следующие соотношения значений показателей: винной кислоты (ВК) к рН (ВК/рН), битартратной формы (HT^-) к катиону калия ($\text{HT}^-/\text{K}^+/\text{pH}$), тартратной формы (T^{2-}) к катиону кальция ($\text{T}^{2-}/\text{Ca}^{2+}/\text{pH}$), а также (HT^-/K^+) и ($\text{T}^{2-}/\text{Ca}^{2+}$). Полученные данные обрабатывались в программной среде Excel MS Office.

Результаты и обсуждение

Для разработки системы диагностики кристаллической дестабилизации необходимо было оценить воздействие основных технологических факторов на формирование способности системы вина к кристаллообразованию и выявить роль производственных приемов в обеспечении ее устойчивости к формированию виннокислых солей калия и кальция.

Изучение влияния этапов технологического цикла производства вин на их склонность к кристаллической дестабилизации проводили на всех реперных точках в системе «виноград-сусло-виноматериал-вино» (табл.1). Критерием оценки воздействия приема на объект исследования являлись тесты на склонность к образованию солей винной кислоты – температура насыщения битартратом калия и тартратом кальция. Снижение значений тестов свидетельствует об уменьшении склонности к кристаллической дестабилизации образцов. Изучение динамики тестов на всех

этапах технологического процесса позволило провести дифференцирование технологических приемов по их воздействию на сложную компонентную систему вина.

Наиболее существенным технологическим фактором, определяющим стабильность готовой продукции к кристаллообразованию, является обработка виноматериалов, в том числе холодом и электродиализом [15-17]. Образцы белых виноматериалов, обработанные в условиях производства указанными способами, были проанализированы по физико-химическим показателям (рис. 1). В образцах зафиксирована температура насыщения битартратом калия ниже 12 °С, что совпадает с фактической стабильностью вин при данной температуре хранения.

Обработка виноматериалов холодом с последующей фильтрацией приводит к кристаллической стабилизации образца за счет удаления калия (Δ 124 мг/л) и кальция (Δ 23 мг/л) в виде виннокислых солей. Применение электродиализа обеспечивает более эффективное удаление калия (Δ 152 мг/л). Следует отметить, что электродиализ в большей степени влияет на систему вина, что обуславливает значительное снижение значений буферной емкости, электропроводности, содержания титруемых кислот и винной кислоты. При этом обработка виноматериалов электродиализом послужила причиной низких значений содержания приведенного экстракта (менее 16,0 г/л) и буферной емкости (30 ммоль-экв/л), выходящих за пределы, установленные для подлинных вин [12].

Для характеристики потенциальной способности среды вина к образованию солей винной кислоты, которая фиксируется кондуктометрически в ходе тестирования образцов, были рассчитаны различные соотношения основных параметров процесса. Математическая обработка данных позволила выявить показатели, которые тесно взаимосвязаны с величиной тестов на кристаллическую стабильность вин: соотношение массовой концентрации битартратной формы винной кислоты и катионов калия (HT^-/K^+), соотношение массовой концентрации тартратной формы винной кислоты и катионов кальция ($\text{T}^{2-}/\text{Ca}^{2+}$, рис. 2).

Установленные зависимости описываются следу-

Таблица 1. Влияние технологических приемов производства вин на температуру насыщения битартратом калия и тартратом кальция
Table 1. The effect of technological methods of wine production on the temperature of saturation with potassium bitartrate and calcium tartrate

Технологический прием	$T_{\text{нас}}$ (КНТ), °С	Тенденции показателя*	$T_{\text{нас}}$ (СаТ), °С	Тенденции показателя
<i>Переработка винограда</i>				
Дробление винограда, получение сусла	24,5		20,8	
Осветление сусла отстаиванием при 20°С	22,8		18,8	
Осветление сусла отстаиванием сусла при 10°С	23,2	↔	19,5	↔
Осветление сусла с ферментным препаратом при 20°С	22,6	↓	16,1	↓
Обработка сусла желатином и бентонитом	20,2	↓	17,1	↓
Обработка сусла желатином, бентонитом и холодом	17,4	↓	18,0	↓
<i>Брожение</i>				
Брожение белого сусла при комнатной температуре	14,8		17,2	
Брожение белого сусла при 7 °С	15,8		16,6	
Брожение белого сусла при 18 °С	15,4		17,0	
Брожение белого сусла при 24 °С	14,9		16,9	
Брожение белого сусла при 30 °С	15,7	↔	16,8	↔
Брожение красного сусла при комнатной температуре	18,6		19,4	
Брожение красной мезги	20,6		19,9	
Брожение красной мезги + ферментный препарат	19,4		19,6	
<i>Технологическая обработка</i>				
Обработка виноматериалов сухих до/после	19,3/15,8	↓	17,9/15,1	↓
Обработка виноматериалов ликерных до/после	14,3/11,7	↓	16,1/13,6	↓
Розлив вина в бутылку	9-10 °С	↓	14,4	↓

Примечание: * ↓ – приводит к снижению; ↔ – не оказывает существенного влияния

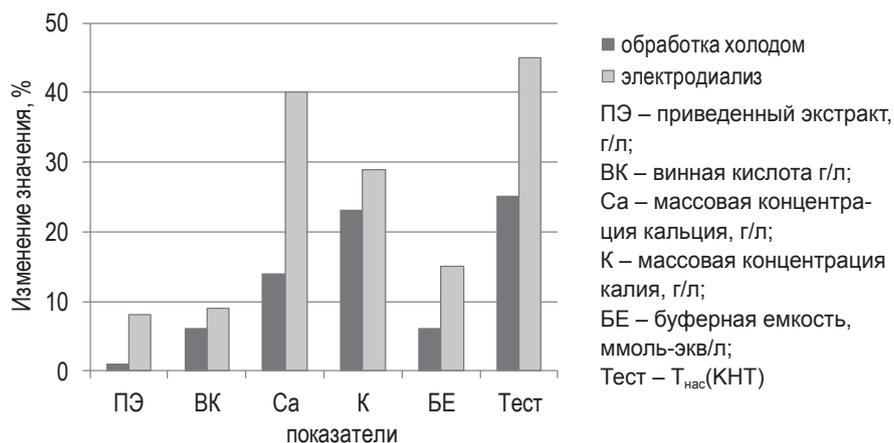


Рис. 1. Влияние способов кристаллической стабилизации вин на энохимические показатели образцов

Fig. 1. The effect of methods of crystalline stabilization of wines on enochemical parameters of samples

ющими уравнениями регрессии с высокими коэффициентами корреляции ($r = 0,94-0,96$):

$$Y_1 = 5,95 + 8,14 \cdot X_1,$$

$$Y_2 = -7,4 + 48 \cdot X_2,$$

где Y_1 – температура насыщения битартратом калия, °С; Y_2 – температура насыщения тартратом кальция, °С; X_1 – значение соотношения HT^-/K^+ ; X_2 – значение со-

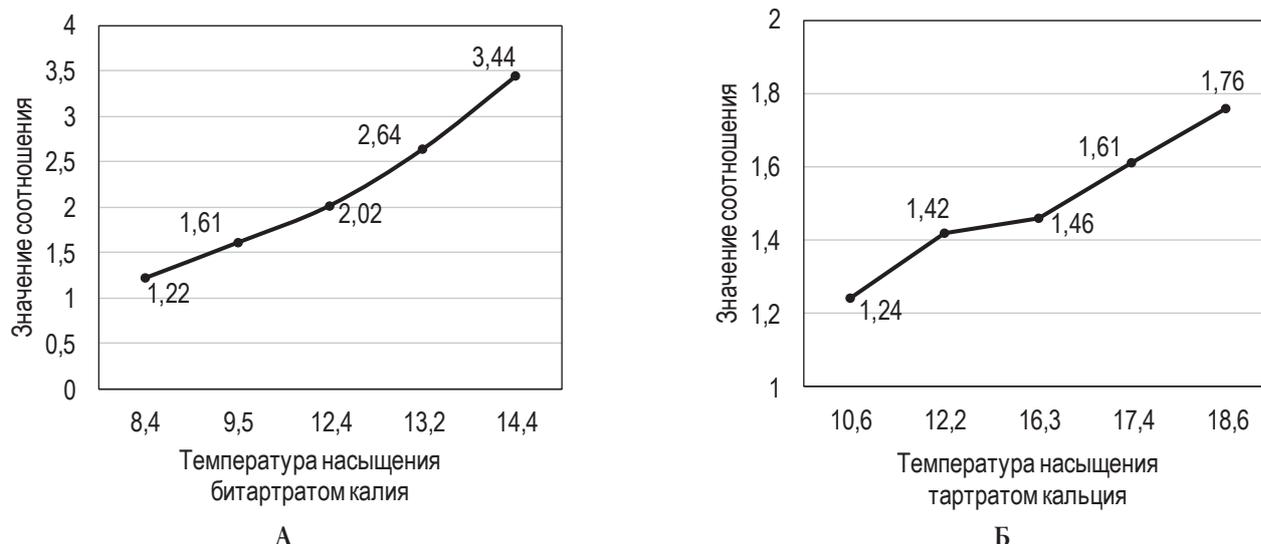


Рис. 2. Влияние расчетных соотношений на значение температуры насыщения (А – HT^-/K^+ , Б – $\text{Tar}^{2-}/\text{Ca}^{2+}$)
Fig. 2. The effect of calculation ratios on the saturation temperature value (А – HT^-/K^+ , Б – $\text{Tar}^{2-}/\text{Ca}^{2+}$)

отношения $\text{T}^{2-}/\text{Ca}^{2+}$.

Обобщение результатов исследований 2019-2021 гг. позволило сформулировать элементы системы диагностики кристаллической стабильности вин (табл.2):

- экспресс-тесты (температура насыщения битартратом калия и тартратом кальция);
- основные параметры процесса (рН, массовая концентрация винной кислоты, калия и кальция);
- производные параметры процесса (содержание тартратной и битартратной форм винной кислоты);
- критерии стабильности (отношение массовых концентраций битартратной формы винной кислоты и калия, тартратной формы винной кислоты и кальция).

Значения экспресс-тестов свидетельствуют о способности испытуемого образца сохранять устойчивость к образованию битартратных и тартратных солей. Основные параметры процесса фиксируют вариативность содержания винной кислоты, калия и кальция в условиях рН винной среды, создающей предпосылки для кристаллообразования.

Производные параметры процесса базируются на конкретных значениях рН, обуславливающих наличие активных форм винной кислоты, взаимодействующих с катионами калия и кальция. Баланс катионов и анионов, обеспечивающий стабильность вин к помутнениям кристаллического характера, заложен в основу критериев стабильности.

Определены векторы в системе диагностики кристаллических помутнений (рис. 3): выявление причин, обусловивших дестабилизацию вина; оценка склонности виноматериалов к кристаллообразованию; проверка эффективности обработки виноматериалов против кристаллических помутнений.

Первое направление предполагает диагностику осадка и солей винной кислоты визуальным и инструментальными методами. Второе включает в себя определение основных критериев и производных параметров процесса, критериев стабильности. Эффективность обработки оценивается по показаниям

Таблица 2. Интегральные показатели кристаллической стабильности вин
Table 2. Integral indicators of crystalline stability of wines

Показатель	Диапазон варьирования показателя	
	стабильность к выпадению КНТ	стабильность к выпадению CaT
Экспресс-тест (КНТ/CaT)	8,8-12,5	9,0-17,6
<i>Основные параметры процесса</i>		
рН	3,15-3,29	2,95-3,33
Массовая концентрация, г/л		
Винной кислоты	1,08-2,16	1,11-2,65
Калия	0,443-0,773	–
Кальция	–	0,050-0,095
<i>Производные параметры процесса</i>		
Массовая концентрация форм винной кислоты, г/л		
Битартратной	0,634-1,180	–
Тартратной	–	0,068-0,239
Критерии стабильности		
Битартратная форма винной кислоты/калий	0,88-2,66	–
Тартратная форма винной кислоты/кальций	–	0,91-2,76

тестов – температуре насыщения битартратом калия и тартратом кальция. Все направления методически обеспечены разработанными нами стандартами организации (СТО) и являются составными блоками общего алгоритма, положенного в основу «Методических рекомендаций по диагностике кристаллической стабильности вин» (РД 01580301.004 – 2021), которые внедрены на производственной базе АО «Золотое поле», Республика Крым.

Таким образом, проведена дифференциация технологических приемов производства по их влиянию на кристаллическую стабильность вин; обоснованы элементы системы диагностики кристаллической стабильности вин: нормативно-методическая база, векторы испытаний, интегральные показатели и их зна-



Рис. 3. Основные направления диагностики вин
Fig. 3. Basic directions of wine diagnostics

чения, обеспечивающие устойчивость вин к кристаллическим помутнениям, применение которой обеспечит сохранение товарного вида готовой продукции и повышение сроков ее стабильности.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № FEUU-2019-0024.

Financing source

The study was conducted under public assignment No. FEUU-2019-0024.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Лиховской В.В., Загоруйко В.А. Актуальные направления исследований в виноделии. Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2020;27:86-96.
2. Cabrita M.J., Garcia R., Catarino S. Recent developments in wine tartaric stabilization (book chapter). Recent Advances in Wine Stabilization and Conservation Technologies. Nova Science Publishers. 2016:49-63.
3. Cosme F., Vilela A., Jordão A.M. The role of tartaric acid in grapes and wines (book chapter). Advances in Chemistry Research. 2017;40:198-216.
4. Longo E., Rossetti F., Merkyte V., Obiedzińska A., Boselli E. Selective binding of potassium and calcium ions to novel cyclic proanthocyanidins in wine by HPLC-HRMS. Rapid Communications in Mass Spectrometry. 2018;32(18):1637-1642. Reads. doi: 10.1002/rcm.8221.
5. Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Червяк С.Н. Дестабилизация вин. Кристаллообразование калиевых солей // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):261-264. doi 10.35547/iM.2019.21.3.014.
6. Гержикова В.Г., Аникина Н.С., Весютова А.В., Ермихина М.В., Рябинина О.В. Изучение взаимосвязей участ-

ников кристаллообразования в столовых винах. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):272-276. doi: 10.35547/iM.2020.22.3.0 (in Russian).

7. Henriques P., Alves A.M.B, Rodrigues M., Geraldes V. Controlled freeze-thawing test to determine the degree of deionization required for tartaric stabilization of wines by electro dialysis. Food Chemistry. 2019;278:84-91.

8. Martínez-Pérez Maria Pilar, Bautista-Ortín Ana Belén, Durant Valerie and Gómez-Plaza Encarna. Article Evaluating Alternatives to Cold Stabilization in Wineries: The Use of Carboxymethyl Cellulose, Potassium Polyaspartate, Electro dialysis and Ion Exchange Resins. Foods. 2020;9:1275. doi:10.3390/foods9091275.

9. Толоконникова Д.А., Зинькевич Э.Л. Стабилизация вин против кристаллических помутнений с использованием карбоксиметилцеллюлозы. Образование. Наука. Производство-2020. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. 2020:181-185.

10. Ding H, Hou R, Li Y, Zhang B, Zhao B, Liu K. Effect of different carboxymethyl cellulose structure parameters on tartrates stability of red wine: viscosity and degree of substitution. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2020;37(7):1099-1109. doi: 10.1080/19440049.2020.1755062. Epub 2020 Apr 29.

11. Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Весютова А.В. Физические способы стабилизации вин против кристаллических помутнений. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):277-282. doi: 10.35547/iM.2020.22.3.018.

12. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. [2-е изд]. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.

13. Основы аналитической химии. В двух томах. Том 1 / Под ред. Золотова Ю.А. 6-е изд. М.: ИЦ «Академия». 2014:1-391.

14. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: «Химия». 1989:1-448.

15. Kherici S., Benouali D., Benyetou, M., Ghidossi, R., Lacampagne S., Mietton-Peuchot M. Study of Potassium Hydrogen Tartrate Unseeded Batch Crystallization for Traying Optimum Cooling Mode. Oriental Journal of Chemistry. 2015;31(1):249-255. DOI:10.13005/ojc/310127.

16. Bipolar electro dialysis membranes (COEI-1-MEMBIP: 2011). URL:https://www.oiv.int. Oenological Codex: Products used in oenology (per code sheet) (date of application 20.01.2022).

17. Henriques P., Geraldes V., Alves A.M., Rodrigues M. Wine tartaric stabilization by electro dialysis. Water consumption reduction and development of a new test to determine the deionization degree to impose to electro dialysis. URL: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997258037/Extended%20Abstract.pdf (date of application: 05.05.2019).

References

1. Likhovskoi V.V., Zagorouiko V.A. Main directions of research in the winemaking. Scientific works of the North Caucasian federal scientific center of gardening, viticulture, winemaking. 2020;27:86-96 (in Russian).
2. Cabrita M.J., Garcia R., Catarino S. Recent developments in wine tartaric stabilization (book chapter). Recent Advances in Wine Stabilization and Conservation Technologies. Nova Science Publishers. 2016:49-63.

3. Cosme F., Vilela A., Jordão A.M. The role of tartaric acid in grapes and wines (book chapter). *Advances in Chemistry Research*. 2017;40:198-216.
4. Longo E., Rossetti F., Merkyte V., Obiedzińska A., Boselli E. Selective binding of potassium and calcium ions to novel cyclic proanthocyanidins in wine by HPLC-HRMS. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2018;32(18):1637-1642. Reads. doi: 10.1002/rcm.8221.
5. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Chervyak S.N. Wine destabilization. Potassium salts crystal formation. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(3):261-264. doi 10.35547/iM.2019.21.3.014 (in Russian).
6. Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Vesuyutova A.V., Ermikhina M.V., Riabinina O.V. Study of the relationships between the builders of crystal formation in table wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(3):272-276. doi: 10.35547/IM.2020.22.3.0 (in Russian).
7. Henriques P., Alves A.M.B, Rodrigues M., Geraldès V. Controlled freeze-thawing test to determine the degree of deionization required for tartaric stabilization of wines by electro dialysis. *Food Chemistry*. 2019;278:84-91.
8. Martínez-Pérez María Pilar, Bautista-Ortín Ana Belén, Durant Valerie and Gómez-Plaza Encarna. Article Evaluating Alternatives to Cold Stabilization in Wineries: The Use of Carboxymethyl Cellulose, Potassium Polyspartate, Electro dialysis and Ion Exchange Resins. *Foods*. 2020;9:1275. doi:10.3390/foods9091275.
9. Tolokonnikova D.A., Zinkevich E.L. Stabilization of wines against crystalline haze using carboxymethylcellulose. In the collection: Education. The Science. Production-2020. Collection of scientific papers based on materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. 2020:181-185 (in Russian).
10. Ding H, Hou R, Li Y, Zhang B, Zhao B, Liu K. Effect of different carboxymethyl cellulose structure parameters on tartrates stability of red wine: viscosity and degree of substitution. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2020;37(7):1099-1109. doi: 10.1080/19440049.2020.1755062. Epub 2020 Apr 29.
11. Gnilomedova N.V., Chervyak S.N., Vesuyutova A.V. Physical methods for wine stabilization against crystalline haze. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(3):277-282. doi: 10.35547/IM.2020.22.3.018 (in Russian).
12. Methods of technochemical control in winemaking. Ed. by Gerzhikova V.G. 2nd ed. Simferopol: Taurida. 2009:1-304 (in Russian).
13. Fundamentals of analytical chemistry. In two volumes. Volume 1. Ed. by Zolotov Yu.A. 6th ed. M.: IC Academy. 2014:1-391 (in Russian).
14. Lurie Yu.Yu. Handbook of analytical chemistry. M.: Chemistry. 1989:1-448 (in Russian).
15. Kherici S., Benouali D., Benyetou, M., Ghidossi, R., Lacampagne S., Mietton-Peuchot M. Study of Potassium Hydrogen Tartrate Unseeded Batch Crystallization for Tracking Optimum Cooling Mode. *Oriental Journal of Chemistry*. 2015;31(1):249-255. DOI:10.13005/ojc/310127.
16. Bipolar electro dialysis membranes (COEI-1-MEMBIP: 2011). URL: <https://www.oiv.int>. Oenological Codex: Products used in oenology (per code sheet) (date of application 20.01.2022).
17. Henriques P., Geraldès V., Alves A.M., Rodrigues M. Wine tartaric stabilization by electro dialysis. Water consumption reduction and development of a new test to determine the deionization degree to impose to electro dialysis. URL: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997258037/Extended%20Abstract.pdf> (date of application: 05.05.2019).

Информация об авторах

Надежда Станиславовна Аникина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина; e-мэйл: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5682-3426>;

Виктория Григорьевна Гержицова, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>;

Нонна Владимировна Гнилomedова, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: 231462@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1784-2370>;

Антонина Валерьевна Весютова, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: foxt.80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3815-5756>;

София Николаевна Червяк, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: sof4@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9551-7448>;

Евгений Анатольевич Сластиа, канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: phyton.crimea@gmail.com; orcid.org/0000-0002-6750-9587;

Марианна Вадимовна Ермихина, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: mariannaermikhina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>;

Ольга Викторовна Рябинина, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: olgar@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>;

Вероника Анатольевна Олейникова, инженер лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: veronika_olejnikova@bk.ru; <https://orsid.org/0000-0002-0252-8904>.

Information about authors

Nadezhda S. Anikina, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5682-3426>;

Victoria G. Gerzhikova, Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>;

Nonna V. Gnilomedova, Cand. Techn. Sci., Assistant Professor, Leading Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: 231462@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1784-2370>;

Antonina V. Vesuyutova, Cand. Techn. Sci., Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: foxt.80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3815-5756>;

Sofia N. Cherviakov, Cand. Techn. Sci., Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: sof4@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9551-7448>;

Evgeniy A. Slastya, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: phyton.crimea@gmail.com; orcid.org/0000-0002-6750-9587;

Marianna V. Ermikhina, Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: mariannaermikhina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>;

Olga V. Riabinina, Junior Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: olgar@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>;

Veronica A. Oleinikova, Engineer of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: veronika_olejnikova@bk.ru; <https://orsid.org/0000-0002-0252-8904>.

Статья поступила в редакцию 10.02.2022, одобрена после рецензии 24.02.2022, принята к публикации 10.03.2022