

УДК 663.263.2

UDC 663.263.2

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-206-216

DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-206-216

**ТЕРМОКСИД-3А
ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ВИН
К КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ
ПОМУТНЕНИЯМ**

**THERMOXID-3A
FOR STABILIZATION
OF WINES TO CRYSTAL
TURBID**

Агеева Наталья Михайловна
д-р техн. наук, профессор
главный научный сотрудник
научного центра «Виноделие»
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Ageyeva Natalia Mikhailovna
Dr. Sci. Tech., Professor
Chief Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: ageyeva@inbox.ru

Марковский Михаил Григорьевич
канд. техн. наук,
старший научный сотрудник
научного центра «Виноделие»
e-mail: info@markovsky.ru

Markovskiy Mikhail Grigorievich
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: info@markovsky.ru

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

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

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

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

Кристаллические помутнения вин по-прежнему широко распространены, несмотря на наличие различных способов и технологий их профилактики и устранения. Поэтому исследования, посвящённые этому вопросу, всегда являются актуальным научным направлением. В данной работе представлены экспериментальные данные, свидетельствующие о целесообразности применения сорбентов марки Термоксид-3А в H^+ -форме для регулирования концентрации катионов калия и кальция в винах, профилактики и устранения кристаллических (тарtratных) помутнений в готовой продукции. В процессе проведённых нами исследований установлено, что применение Термоксид-3А в H^+ -форме в динамическом режиме обработки виноматериалов обеспечивает снижение концентрации всех изучаемых элементов – калия, натрия, магния и кальция – при первом контакте вина

Crystal turbid of wines is still widespread, despite the presence of various methods and technologies for their prevention and elimination. Therefore, studies on this issue are always relevant direction of research: this work presents the experimental data indicating the feasibility of using Thermoxide-3A sorbents in the H^+ form to control the concentration of potassium and calcium cations in the wines, and to prevent and eliminate crystal (tartrate) turbid. It was established that the use of Thermoxide-3A in the H^+ -form in the dynamic processing mode of wine materials ensures a decrease in the concentration of all studied elements – potassium, sodium, magnesium, and calcium — during the first contact of wine with a sorbent. It is shown when passing a 10-fold amount of wine,

с сорбентом. Показано, что при пропускании 10-кратного количества вина концентрация катиона калия в средней пробе была значительно меньше рекомендуемых значений. Величина рН уменьшилась, особенно в начале обработки; по мере пропускания вина через сорбент значение рН возросло несущественно и после пропускания 10-кратного объёма вина рН оставалась ниже исходного значения. Отмечено увеличение массовой концентрации титруемых кислот в изучаемых виноматериалах. Применение сорбента марки Термоксид-3А в H^+ -форме не приводит к ухудшению качества всех исследованных напитков: наблюдалось лишь небольшое проявление резкости, что, скорее всего, связано с небольшим увеличением кислотности. Результаты исследования доказано, что применение сорбента Термоксид 3А в Na^+ -форме нецелесообразно: оно способствует более чем десятикратному увеличению концентрации катиона натрия, снижению интенсивности окраски красных вин и появлению у них нехарактерных тонов во вкусе вин.

Ключевые слова: БЕЛЫЕ И КРАСНЫЕ ВИНА, ПОМУТНЕНИЕ, ФОРМЫ ТЕРМОКСИДА-3А, КАТИОНЫ К, Na, Ca, Mg

the concentration of potassium cation in the average sample was significantly less than the recommended values. The pH value decreased especially at the beginning of treatment; as the wine was passed through the sorbent, the pH increased insignificantly and after passing a 10-fold volume of wine the pH remained below the initial value. An increase in the mass concentration of titratable acids was noted in the studied wine materials. The use of the sorbent of the Thermoxide-3A brand in the H^+ form does not lead to a deterioration in the quality of all drinks studied: a slight manifestation of sharpness was observed, which is highly likely associated with a slight increase in acidity. It is proved by results of research that the use of the sorbent of Thermoxide 3A in the Na^+ form does not recommend: it contributes to a more than tenfold increase in the concentration of sodium cation, to decrease in the color intensity of red wines, and the appearance of uncharacteristic tones in the taste of wines.

Key words: WHITE AND RED WINES, TURBID, TERMOXIDE-3A FORMS, CATIONS OF K, Na, Ca, Mg

Введение. Кристаллические помутнения виноградных вин являются наиболее распространённым видом нарушения розливостойкости винодельческой продукции, несмотря на наличие множества возможностей их профилактики и устранения. Существующие способы борьбы с образованием и выпадением кристаллических (тарtratных) осадков можно разделить на две группы:

– снижение избыточной концентрации катионов калия и кальция, провоцирующих образование в вине нерастворимых солей; это обработка холодом при температуре, близкой к точке замерзания [1-4], природными ионообменниками-цеолитами (клиноптилолит) [5-7];

– использование защитных коллоидов – препаратов на основе метавинной кислоты, способствующих удержанию солей калия и кальция в растворе длительный период времени, применение гумицеллюлозы и карбоксиметилцеллюлозы, связывающих соли калия и кальция в прочные комплексы [8-11].

Производителями оборудования выпускаются аппараты серии «Кристалл стоп», производящие настройку и обработку вина холодом в автоматическом режиме по величине электропроводности. Разработаны технологии, основанные на применении обратного осмоса, электродиализа [12-14], при этом предпочтение отдаётся комплексным технологиям, включающим искусственное введение в обрабатываемое вино центров зародышеобразования с последующими обработками [15-17].

Однако рекомендуемое оборудование, как правило, имеет высокую цену, и далеко не все предприятия, особенно небольшие и фермерские хозяйства, имеют возможности его приобретения. В связи с этим поиск новых путей профилактики кристаллических помутнений, является актуальной задачей отрасли.

В 90-е годы прошлого века проводились исследования влияния сорбента марки Термоксид-3А на профилактику и устранение кристаллических помутнений [18-21]. Сорбент проявил высокую селективную способность к катионам калия и кальция. Однако исследования и промышленная апробация проведены в недостаточном объёме в связи с резким изменением экономической и политической ситуации в стране.

Представленные в статье исследования проведены по договору с Акционерным обществом Производственно-научная фирма «Термоксид» (АО ПНФ «Термоксид») – производителем сорбентов марки Термоксид для профилактики и устранения кристаллических помутнений.

Цель работы – оценить целесообразность применения сорбентов марки Термоксид для обработки винопродукции в динамическом режиме для регулирования концентрации катионов щелочных и щелочноземельных элементов (калия, кальция, магния, натрия) для профилактики и устранения кристаллических помутнений.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований использовали белые и красные столовые виноматериалы, устойчивые к коллоидным помутнениям. Для обработки применяли сорбенты марки Термоксид –

Термоксид-3А, Н⁺-форма; Термоксид 3А, Na⁺-форма (2,1 мг-экв/г). Эксперименты проводили на лабораторной установке, включающей цилиндрический резервуар-колонку (далее колонку) ёмкостью 0,5 л, заполненную сорбентом в количестве 50 г. Обработанный виноматериал подавали в колонку «снизу – вверх» со средней скоростью 3 колоночных объёма в час.

Концентрацию щелочных и щелочноземельных элементов – калий, натрий, кальций и магний – определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель 105Р» (Люмэкс, Россия, Санкт-Петербург). Основные физико-химические показатели определяли по методикам действующих ГОСТ.

Обсуждение результатов. В таблице 1 представлены экспериментальные данные об изменении концентрации катионов щелочных и щелочноземельных элементов в белом столовом виноматериале в процессе контакта с сорбентами Термоксид в Н⁺ и Na⁺-формах.

Проведённые исследования показали, что при обработке белого столового вина сорбентом марки Термоксид-3А в Н⁺-форме:

– наблюдается значительное снижение концентрации всех изучаемых элементов – калия, натрия, магния и кальция – при первом контакте вина с сорбентом; при пропускании 10-кратного количества вина концентрация катиона калия в средней пробе была значительно меньше рекомендуемых значений, следовательно, сорбент не выработал свой ресурс и может быть использован для дальнейших обработок;

– массовая концентрация кальция существенно снизилась уже в начале обработки и продолжала оставаться низкой по завершению пропускания 10-кратного объёма вина;

– концентрация натрия и магния также существенно уменьшалась в начале контакта вина с сорбентом и продолжала оставаться на низком уровне в течение всего периода обработки;

– благодаря ионному обмену между сорбентом и вином, величина рН уменьшилась, особенно в начале обработки; по мере пропускания вина через

сорбент значение рН возросло несущественно и после пропускания 10-кратного объема вина оставалось ниже исходного значения; этот факт является положительным, так как снижение рН является важным фактором устойчивости вин против помутнений различной природы;

– отмечено увеличение массовой концентрации титруемых кислот, особенно в начальный период обработки вина сорбентом: в средней пробе, в сравнении с контролем, титруемая кислотность вина была выше исходной на 0,5 г/дм³, в органолептической оценке вина проявилась негармоничная и резкая кислотность.

Таблица 1 – Изменение концентрации катионов и кислотности белого столового вина в результате обработки сорбентом марки Термоксид-3А

Вариант	Объем обработанного вина, мл	Катион, мг/дм ³				рН	Титруем. кислотность, г/дм ³
		калий	натрий	магний	кальций		
Контроль		503	50	59	67	3,3	7,62
Термоксид-3А, Н ⁺ -форма							
1	-	78	22	17	28	2,85	8,78
2	600	90	16	15	18	2,90	8,67
3	900	104	17	16	17	2,90	8,56
4	1200	98	15	15	16	2,95	8,45
5	1500	104	16	15	16	2,95	8,37
6	1800	117	19	16	18	3,00	8,21
7	2100	136	21	18	19	3,05	8,06
8	2400	116	18	18	21	3,05	7,94
9	2700	116	21	15	16	3,10	7,90
10	3000	124	21	15	16	3,10	7,90
В средней пробе		112	19	16	18	3,00	8,13
Термоксид-3А, Na ⁺ -форма (2,1 мг-экв/г), партия 106							
1	300	175	655	35	45	4,25	5,52
2	600	144	617	25	32	4,25	5,88
3	900	167	671	26	27	4,20	6,26
4	1200	179	698	27	25	4,15	6,28
5	1500	179	702	27	25	4,05	6,24
6	1800	183	684	24	24	3,95	6,72
7	2100	178	748	24	24	3,95	6,78
8	2400	178	700	24	24	3,95	7,02
9	2700	180	693	26	26	3,95	7,32
10	3000	179	598	26	26	3,95	7,32
В средней пробе		176	678	24	26	4,07	6,22

При использовании сорбента марки Термоксид-3А в Na^+ -форме:

– наблюдалось существенное увеличение (в 10 раз) концентрации катиона натрия, причём с увеличением продолжительности контакта вина с сорбентом концентрация натрия увеличилась, достигнув наибольшего значения к завершению пропускания всего объёма вина; в настоящее время наличие натрия в вине регламентируется документами Международной организации винограда и вина (OVI): его допустимая концентрация не должна превышать 60 мг/дм^3 ;

– в результате обработки заметно возрастает величина рН: с 3,3 в контроле до 4,07 в средней пробе обработанного вина; известно, что при таких величинах рН вино склонно ко всем известным видам помутнений;

– в средней пробе значительно (на 1,5 г) снизилась массовая концентрация титруемых кислот, а во вкусе вина отмечалось появление солоноватости и мыльных тонов; наибольшее снижение титруемой кислотности (на 2,1 г) было в начале контакта сорбента и вина; полученные результаты позволяют считать, что сорбент марки Термоксид-3А в Na^+ -форме может быть использован для регулирования (снижения) кислотности вина;

– массовая концентрация калия и кальция уменьшалась, и по окончании пропускания 10-кратного объёма вина она оставалась в допустимых пределах.

Аналогичные исследования проведены с красным столовым виноматериалом (табл. 2). Анализ экспериментальных данных свидетельствует об аналогичной тенденции в изменении концентрации катионов металлов:

– при использовании сорбента марки Термоксид-3А в H^+ -форме значительно снижается концентрация всех исследованных щелочных и щёлочноземельных элементов; увеличивается (в среднем на $1,6 \text{ г/дм}^3$) массовая концентрация титруемых кислот; снижается величина рН;

– при использовании сорбента в Na^+ -форме значительно возросла концентрация катионов натрия, увеличилась величина рН, снизилась (но в меньшей степени в сравнении с H^+ - формой) концентрация катионов калия, магния

и кальция, а также массовая концентрация титруемых кислот. В среднем обработка красного виноматериала протекала иначе в сравнении с белым: скорость потока была меньше, что связано с действием фенольных соединений.

Для обработки красных вин Na⁺-форма сорбента марки Термоксид-3А неприемлема: увеличение рН приводило к снижению устойчивости фенольных соединений, особенно антоцианов (красящих веществ) и это вызвало образование осадков и снижение интенсивности окраски.

Таблица 2 – Изменение концентрации катионов и кислотности красного столового вина в результате обработки сорбентом марки Термоксид-3А

Вариант	Катион, мг/дм ³				рН	Титруем. кислотность, г/дм ³
	калий	натрий	магний	кальций		
Контроль	799	15	97	73	3,44	5,22
Термоксид-3А, H ⁺ -форма						
1	243	11	43	43	2,78	6,44
2	150	7	26	37	2,84	6,40
3	156	7	32	26	2,84	6,40
4	161	7	25	25	2,90	6,46
5	175	7	25	20	2,96	6,64
6	187	9	32	20	3,06	6,84
7	199	9	35	27	3,12	6,94
8	259	10	36	29	3,24	7,12
9	339	11	46	31	3,40	7,28
10	418	13	51	33	3,44	7,32
В средней пробе	311	9	36	27	3,24	6,88
Термоксид-3А, Na ⁺ -форма						
1	286	527	52	27	4,3	3,84
2	280	538	52	26	4,3	3,67
3	256	568	47	26	4,4	3,38
4	272	605	45	25	4,5	3,44
5	284	627	45	24	4,5	3,58
6	288	647	41	24	4,3	4,02
7	296	623	38	24	4,2	4,44
8	294	598	33	26	4,2	4,86
9	312	535	33	29	4,2	5,20
10	322	517	31	31	4,0	5,70
В средней пробе	264	384	38	27	4,3	4,34

В таблице 3 представлены экспериментальные данные о влиянии сорбентов марки Термоксид-3А на органолептическую характеристику белого и красного столовых вин.

Таблица 3 – Органолептические показатели вин

Обработка	Органолептическая характеристика	Оценка, балл
Белый столовый виноматериал Алиготе		
1. До обработки	Прозрачная жидкость светло-соломенного цвета; яркий цветочный аромат с тонами цветов акации и липы; вкус полный, гармоничный, чистый.	8,4
2. Обработка сорбентом марки Термоксид-3А в H ⁺ -форме	Прозрачная жидкость светло-соломенного цвета; яркий цветочный аромат с тонами цветов акации и липы; вкус полный, гармоничный, чистый, но послевкусие резковато.	8,3
3. Обработка сорбентом марки Термоксид-3А в Na ⁺ -форме (1,0 мг-экв/г)	Прозрачная жидкость светло-соломенного цвета; яркий цветочный аромат с тонами цветов акации и липы; вкус полный, разлаженный с солоноватым послевкусием.	8,0
Красный столовый виноматериал Саперави		
1. До обработки	Темно-рубиновая окраска, в аромате тона паслёна, сухофруктов; вкус сложный, гармоничный с преобладанием сливочно-шоколадных оттенков.	8,7
2. Обработка сорбентом марки Термоксид-3А в H ⁺ -форме	Темно-рубиновая окраска, в аромате тона паслёна, сухофруктов; вкус сложный, гармоничный с преобладанием сливочно-шоколадных оттенков, в послевкусии – резковат, выделяется терпкость.	8,6
3. Обработка сорбентом марки Термоксид-3А в Na ⁺ -форме (1,0 мг-экв/г)	Окраска менее интенсивная, появились сизые оттенки; аромат чистый, сортовой, во вкусе – разлаженность, солоноватость, мыльные тона.	8,2

Представленные в таблице 3 экспериментальные данные свидетельствуют о том, что применение сорбента марки Термоксид-3А в H⁺-форме не приводит к ухудшению органолептических достоинств исследованных вин: наблюдалось небольшое проявление резкости, что скорее всего, связано с небольшим увеличением кислотности.

Применение сорбента марки Термоксид-3А в Na⁺-форме не оказало существенного влияния на цвет и аромат белого столового вина, однако во вкусе

появились нехарактерные солоновато-мыльные тона. При обработке красного столового вина сорбентом марки Термоксид-3А в Na^+ -форме ухудшилась окраска, во вкусе появились посторонние тона.

Все вышеперечисленные образцы вин были протестированы на склонность к помутнениям путём длительного хранения в провокационных условиях: комнатная температура, освещённое место. В результате проведённых исследований установлено:

– контрольный образец белого столового вина помутнел через 3,5 месяца хранения: образовались кристаллические осадки винного камня; образец с применением сорбента марки Термоксид-3А в H^+ -форме продолжает оставаться стабильным уже более 6-и месяцев;

– контрольный образец красного столового вина помутнел через 2,5 месяца хранения: образовались осадки полифенолов и винного камня; образец с применением сорбента марки Термоксид-3А в H^+ -форме продолжает оставаться стабильным уже более 6-и месяцев.

Выводы. Проведённый комплекс исследований свидетельствует о целесообразности применения сорбента марки Термоксид-3А в H^+ -форме для обработки винодельческой продукции в целях профилактики и устранения кристаллических помутнений.

Литература

1. Валуйко Г.Г. Технология виноградных вин. Симферополь: Таврида, 2001. 624 с.
2. Валуйко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин против помутнений. Ялта: Таврида, 2003. 215 с.
3. Зинченко В.И., Таран Н.Г. О нормировании содержания ионов кальция в столовых и шампанских виноматериалах // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1990. № 7. С. 37-40.
4. Blackburn D., C.DiManno. New choice for tartaric stability. Practical Winemaking Januare/Februare. 2004: p. 70–74.
5. Стабилизация вин к кристаллическим помутнениям с помощью природных цеолитов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Кудряшов Николай Александрович. Краснодар, 1990. 25 с.
6. Таран Н.Г., Зинченко В.И. Современные технологии стабилизации вин. Кишинев, 2006. 240 с.

7. Зинченко В.И., Загоруйко В.А., Таран Н.Г. Стабилизация вин против кальциевых кристаллических помутнений // Достижения науки и техники АПК. 1989. № 7. С. 34-36.
8. Постная А.Н., Измайлов Д.Н., Абашкина М.П. Стабилизация вин к кальциевым кристаллическим помутнениям // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1981. №7. С. 36-39.
9. Ribreau-Gayon P. Traita d'oenologie. T. 2: Chimie du vin – Stabilisation et traitements / P. Ribreau-Gayon, D. Dubourdieu, D. Doneche // S йdition. – 2004. – P.S66.
10. Wilson W. W. Light scattering as a diagnostic for protein crystal growth - a practical approach. J. Struct. Biol. 2003, 142, 56–65
11. Peter P. Lankhorst, Benjamin Voogt, Remco Tuinier, Blandine Lefol Patrice Pellerin, and Cristiana Virone // Prevention of Tartrate Crystallization in Wine by Hydrocolloids: The Mechanism Studied by Dynamic Light Scattering // Journal of Agricultural and Food Chemistry.-2017.p.265-272 DOI: 10.1021/acs.jafc.7b01854
12. Walker R., Blackmore D. Potassium concentration and pH inter-relationships in grape juice and wine of Chardonnay and Shiraz from a range of rootstocks in different environments. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2012. Vol. 18, Issue 2. pp. 183-193. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2012.00189.
13. Bach M.-P., Scholten G., Friedrich G. Tartrat stabilization with electro dialysis in comparison to the contact process. Wein-Wiss. 54(4).1999, p. 143-156.
14. Bertrand Robillard Analyses comparées des différentes solutions de stabilisation tartrique : du froid à la CMC// Institut œnologique de Champagne, EPERNAY, 2010.
15. Corti S.V., Paladino, S.C. Tartaric stabilization of wines: Comparison between electro dialysis and cold by contact. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 201648(1). pp. 225-238.
16. 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
17. Longo E., Rossetti F., Merkyte V., Obiedzińska, A., Boselli E. Selective binding of potassium and calcium ions to novelcyclicproanthocyanidins in wine by HPLC-HRMS. Rapid Communications in Mass Spectrometry, 2018. 32(18). pp. 1637-1642. Reads. DOI: 10.1002/rcm.8221
18. Стабилизация вин к кальциевым кристаллическим помутнениям / Н.Г. Таран, В.И. Зинченко, Л.М. Шарыгин, С.А. Боровков // Тр. науч. центра виноградарства и виноделия. Т.2. – книга 3. Ялта, 2000. С. 87-90.
19. Зинченко В.И., Таран Н.Г., Гнетько Л.В. Использование сорбента «Термоксид ЗА» для деметаллизации вин // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдовы. 1992. № 3-4. С. 23-25.
20. Таран Н.Г. Обоснование и разработка поточных технологий стабилизации вин против физико-химических помутнений: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.07 / Таран Николай Георгиевич. Кишинев, 1994. 44 с.
21. Зинченко В.И., Таран Н.Г., Шарыгин М.Л. Стабилизация вин при кристаллических и металлических помутнениях в поточных режимах // Виноградарство и виноделие в Молдове. 2004. № 4. С.17-22

References

1. Valujko G.G. Tekhnologiya vinogradnyh vin. Simferopol': Tavrida, 2001. 624 s.
2. Valujko G.G., Zinchenko V.I., Mekhuzla N.A. Stabilizaciya vinogradnyh vin protiv pomutnenij. Yalta: Tavrida, 2003. 215 s.
3. Zinchenko V.I., Taran N.G. O normirovanii sodержaniya ionov kal'ciya v stolovyh i shampanskikh vinomaterialah // Sadovodstvo, vinogradarstvo i vinodelie Moldavii. 1990. № 7. S. 37-40.

4. Blackburn D., C.DiManno. New choice for tartaric stability. Practical Winemaking Januare/Februare. 2004: p. 70–74.
5. Stabilizaciya vin k kristallicheskim pomutnениyam s pomoshch'yu prirodnyh ceolitov: avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk / Kudryashov Nikoloj Aleksandrovich. Krasnodar, 1990. 25 s.
6. Taran N.G., Zinchenko V.I. Sovremennyye tekhnologii stabilizacii vin. Kishinev, 2006. 240 s.
7. Zinchenko V.I., Zagorujko V.A., Taran N.G. Stabilizaciya vin protiv kal'cievyh kristallicheskih pomutnениj // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 1989. № 7. S. 34-36.
8. Postnaya A.N., Izmajlov D.N., Abashkina M.P. Stabilizaciya vin k kal'cievym kristallicheskim pomutnениyam // Sadovodstvo, vinogradarstvo i vinodelie Moldavii. 1981. №7. S. 36-39.
9. Ribrneau-Gayon P. Traita d'oenologie. T. 2: Chimie du vin – Stabilisation et traitements / P. Ribrneau-Gayon, D. Dubourdieu, D. Doneche // S jdition. – 2004. – P.S66.
10. Wilson W. W. Light scattering as a diagnostic for protein crystal growth - a practical approach. J. Struct. Biol. 2003, 142, 56–65
11. Peter P. Lankhorst, Benjamin Voogt, Remco Tuinier, Blandine Lefol Patrice Pellerin, and Cristiana Virone // Prevention of Tartrate Crystallization in Wine by Hydrocolloids: The Mechanism Studied by Dynamic Light Scattering // Journal of Agricultural and Food Chemistry.-2017.r.265-272 DOI: 10.1021/acs.jafc.7b01854
12. Walker R., Blackmore D. Potassium concentration and pH inter-relationships in grape juice and wine of Chardonnay and Shiraz from a range of rootstocks in different environments. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2012. Vol. 18, Issue 2. rr. 183-193. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2012.00189.
13. Bach M.-P., Scholten G., Friedrich G. Tartrat stabilization with electro dialysis in comparison to the contact process. Wein-Wiss. 54(4).1999, p. 143-156.
14. Bertrand Robillard Analyses comparées des différentes solutions de stabilisation tartrique : du froid à la CMC// Institut œnologique de Champagne, EPERNAY, 2010.
15. Corti S.V., Paladino, S.C. Tartaric stabilization of wines: Comparison between electro dialysis and cold by contact. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 201648(1). pp. 225-238.
16. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Chervyak S.N. Destabilizaciya vin. Kristalloobrazovanie kalievyyh solej // Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie. 2019; 21(3). S. 261-266. DOI 10.35547/iM.2019.21.3.014
17. Longo E., Rossetti F., Merkyte V., Obiedzińska, A., Boselli E. Selective binding of potassium and calcium ions to novelcyclicproanthocyanidins in wine by HPLC-HRMS. Rapid Communications in Mass Spectrometry, 2018. 32(18). rr. 1637-1642. Reads. DOI: 10.1002/rcm.8221
18. Stabilizaciya vin k kal'cievym kristallicheskim pomutnениyam / N. G. Taran, V.I. Zinchenko, L.M. Sharygin, S.A. Borovkov // Tr. nauch. centra vinogradarstva i vinodeliya. T.2. – kniga 3. Yalta, 2000. S. 87-90.
19. Zinchenko V.I., Taran N.G., Gnet'ko L.V. Ispol'zovanie sorbenta «Termoksid ZA» dlya demetallizacii vin // Sadovodstvo, vinogradarstvo i vinodelie Moldovy. 1992. № 3-4. S. 23-25.
20. Taran N.G. Obosnovanie i razrabotka potochnyh tekhnologij stabilizacii vin protiv fiziko-himicheskikh pomutnениj: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk : 05.18.07 / Taran Nikolaj Georgievich. Kishinev, 1994. 44 s.
21. Zinchenko V.I., Taran N.G., Sharygin M.L. Stabilizaciya vin pri kristallicheskih i metallicheskih pomutnениyah v potochnyh rezhimah // Vinogradarstvo i vinodelie v Moldove. 2004. № 4. S.17-22