



УДК 663.221/.258.45:541.532.78

Гержилова Виктория Григорьевна, д.т.н., проф., гл. научный сотрудник отдела химии и биохимии вина, hv26@mail.ru;
Червяк София Николаевна, к.т.н., н.с. отдела химии и биохимии вина, Sofi4@list.ru;
Погорелов Дмитрий Юрьевич, н.с. отдела химии и биохимии вина, pogdmi@ro.ru;
Михеева Лилия Анатольевна, м.н.с. отдела химии и биохимии вина, lili_mih@ro.ru
 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31;
Щербина Вита Анатольевна, инженер-технолог по производству белых вин, winevita@gmail.com
 ООО «ПТК «Шабо», Одесская обл., Белгород-Днестровский р-н, с. Шабо, 67770, Украина, ул. Дзержинского, 10

ВЛИЯНИЕ КАТИОНОВ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ БЕЛЫХ СТОЛОВЫХ ВИНМАТЕРИАЛОВ К КРИСТАЛЛИЧЕСКИМ ПОМУТНЕНИЯМ

Установлены зависимости значений температуры насыщения белых столовых виноматериалов по битартрату калия и тартрату кальция от молярного соотношения суммы катионов натрия и магния к кальцию, выраженные линейными уравнениями с коэффициентами детерминации 0,82 и 0,69. Определена зависимость между температурой насыщения по битартрату калия и тартрату кальция, которая выражена линейным уравнением с коэффициентом детерминации 0,61. Показано, что высокие значения молярного соотношения катионов натрия, магния к кальцию определяют их стабилизирующее действие и низкие значения величины температуры насыщения.

Ключевые слова: температура насыщения; тартрат кальция; битартрат калия; молярное соотношение; винная кислота; кристаллический осадок; электропроводность.

Gerzhikova Victoria Grigorievna, Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Research Scientist, Department of Chemistry and Biochemistry of Wine;
Cherviak Sofia Nikolaievna, Cand. Techn. Sci., Research Officer, Department of Chemistry and Biochemistry of Wine;
Pogorelov Dmitrii Yurievich, Research Officer, Department of Chemistry and Biochemistry of Wine;
Mikheieva Liliia Anatolievna, Junior Research Officer, Department of Chemistry and Biochemistry of Wine
 Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of RAS», Russia, Republic of Crimea, 298600, Yalta, 31, Kirova Str.;
Shcherbina Vita Anatolievna, Production Engineer in white wines production
 "Production and Technical Complex "Shabo" LLC, Ukraine, 67770, Odessa region, Belgorod-Dniester district, Shabo village, Dzerzhinsky st., 10

THE INFLUENCE OF CATIONS ON THE PREDICTION OF WHITE TABLE BASE WINE STABILITY TO CRYSTAL HAZE

The dependence between the temperature values under which white table wine materials are saturated with potassium bitartrate ($t_{sat}(KH\text{Tar})$) and calcium tartrate ($t_{sat}(Ca\text{Tar})$), and the molar ratio of sodium and magnesium gross cations to calcium, expressed by linear equations with determination coefficients of 0.82 and 0.69 has been ascertained. The dependence between temperature of saturation with potassium bitartrate $t_{sat}(KH\text{Tar})$ and calcium tartrate $t_{sat}(Ca\text{Tar})$, expressed by linear equations with determination coefficients of 0.61 has been defined. It has been proven that high values of the molar ratio between sodium and magnesium cations and calcium ((sodium+ magnesium)/calcium) determine their stabilizing effect and low values of the saturation temperature.

Keywords: saturation temperature; calcium tartrate; potassium bitartrate; molar ratio; tartaric acid; crystal sediment; electrical conductivity.

Важнейшим показателем качества вина является его устойчивость к помутнениям различного характера. Наибольшая доля помутнений вин отечественного производства обусловлена выпадением кристаллических осадков. В большинстве случаев дестабилизация вин кристаллического характера связана с солями винной кислоты – битартратом калия и тартратом кальция [1, 2]. Образование кристаллических помутнений в винах обусловлено нарушением их ионного равновесия, которое зависит от катионно-анионного состава, спиртуозности, значения pH, температуры [3, 4].

Вопросу прогнозирования кристаллических помутнений посвящены работы Валушко Г.Г., Тарана Н.Г., Павленко Н.М., Огородник С.Т., Рудышиной Н.М., Берга. [4-9].

В последнее время широкое распространение в аналитической практике заводских и научных лабораторий получил способ диагностики склонности к кристаллическим помутнениям на основе использования кондуктометрического метода измерения электропроводности винома-

териалов и вин до и после внесения в них битартрата калия и тартрата кальция [10]. Вместе с тем, в научной литературе имеются данные относительно влияния массовой концентрации ионов калия и кальция на результаты тестирования виноматериалов и вин на склонность к кристаллическим помутнениям. Следствием этих работ было ограничение массовой концентрации ионов кальция в столовых и крепких виноматериалах соответственно до 80 и 90 мг/дм³ [4, 11]. Данные о влиянии других регламентируемых по содержанию катионов на кристаллическую стабильность винопродукции в доступной нам литературе на текущий момент не описаны.

Целью наших исследований было изучение влияния катионов натрия и магния на температуру насыщения виноматериалов битартратом калия и тартратом кальция с целью оценки их устойчивости к кристаллическим помутнениям.

В работе использовали белые обработанные виноматериалы, полученные на предприятиях Крыма и Одесской области, в количестве 32 образцов.

В виноматериалах определяли следующие показатели: температуру насыщения по битартрату калия и тартрату кальция, объемную долю этилового спирта, массовую концентрацию винной кислоты, ионов калия, кальция, натрия, магния по общепринятым в винодельческой отрасли методам [10]. На основании полученных данных проводили расчет молярных соотношений катионов и математических зависимостей.

Значения исследуемых показателей систематизировали по температуре насыщения виноматериалов битартратом калия. Весь диапазон полученных значений был разбит на 4 поддиапазона: 5-7°C; 8-10°C; 11,2-12,6°C; 14-19,5°C соответственно. Диапазоны значений показателей и их средние величины представлены в таблице 1.

Характеризуя общую тенденцию изменения показателей по диапазонам, можно отметить, что увеличение температуры насыщения сопровождается ростом значений массовой концентрации винной кислоты, катионов калия и кальция, снижением содержания ионов натрия, магния, значе-



ния pH, молярного соотношения катионов.

Температура насыщения, обеспечивающая стабильность к калиевым помутнениям, составляет 12°C [10]. Данные, представленные в первых двух диапазонах, характеризуют продукцию как стабильную к этому виду помутнений. Третий и четвертый диапазоны, отличаются более высокими значениями $t_{нас}(KHTar)$ и прогнозируют нестабильность продукции.

Аналогичная работа была проведена с экспериментальными данными по $t_{нас}$ виноматериалов тартратом кальция, диапазоны которых был разделен на 4 поддиапазона: 5,0-8,0°C; 10,0-13,0°C; 15,0-18,8°C; 20,0-22,5°C соответственно (табл. 2).

Сопоставительный анализ экспериментальных данных показал, что увеличение температуры насыщения сопровождается повышением значений массовой концентрации винной кислоты, катионов кальция, снижением величины pH, снижением массовой концентрации катионов натрия и молярного отношения суммы катионов натрия и магния к кальцию. Диапазоны изменения и средние значения массовой концентрации ионов магния в виноматериалах были близки для всех поддиапазонов температуры насыщения по тартрату кальция. По литературным данным величина показателя $t_{нас}(CaTar)$ для стабильных виноматериалов составляет не более 20°C [10].

Математическая обработка экспериментальных данных позволила установить следующие зависимости между:

– молярным соотношением $\frac{Na^+ + Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$ и температурой насыщения виноматериалов по тартрату кальция; зависимость выражена линейным уравнением (рис. 1)

$$y = -3,797x + 26,154, R^2 = 0,6971,$$

где y – температура насыщения по тартрату кальция ($t_{нас}(CaTar)$); x – молярное отношение катионов;

– молярным соотношением $\frac{Na^+ + Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$ и температурой насыщения виноматериалов по битартрату калия; зависимость выражена уравнением вида (рис. 2)

$$y = -3,7204x + 25,4, R^2 = 0,8211,$$

где y – температура насыщения битартратом калия ($t_{нас}(KHTar)$); x – молярное отношение катионов;

– температурами насыщения виноматериалов по тартрату кальция и по битартрату калия, выраженной уравнением (рис. 3)

Таблица 1
Диапазоны варьирования значений показателей в зависимости от температуры насыщения по битартрату калия ($t_{нас}(KHTar)$)

$t_{нас}(KHTar),$ °C	Массовая концентрация					Спирт, % об.	pH	Молярное отношение $\frac{Na^+ + Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$
	г/дм ³	мг/дм ³						
		BK	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺			
5,0-7,0 5,6	1,72-2,36 2,1	454-524 499	62-94 79	31-66 49	83-105 90	10,5-12,6 11,4	3,23-3,31 3,26	2,1-4,16 2,95
8,0-10,0 9,6	1,92-3,01 2,38	410-541 489	60-81 67	30-172 72	76-122 97	9,8-13,4 11,3	3,10-3,39 3,32	2,43-5,53 4,3
11,2-12,6 11,8	2,10-2,59 2,36	460-570 516	55-94 72	43-105 71	70-105 87	10,9-11,6 11,2	3,13-3,34 3,25	2,71-4,13 3,5
14,0-19,5 18,0	1,5-5,21 4,04	450-575 517	63-129 93	12-41 23	66-96 84	10,8-14,5 11,8	2,87-3,7 3,12	1,2-3,4 2,13

Таблица 2
Диапазоны варьирования значений показателей в зависимости от температуры насыщения виноматериалов по тартрату кальция ($t_{нас}(CaTar)$)

$t_{нас}(CaTar),$ °C	Массовая концентрация					Спирт, % об.	pH	Молярное со- отношение $\frac{Na^+ + Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$
	г/дм ³	мг/дм ³						
		BK	K ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺			
5,0-8,0 6,5	1,5-3,01 2,25	421-593 486	47-94 67	30-76 50	66-109 91	9,8-14,5 11,6	3,10-3,38 3,31	2,11-4,94 3,72
10,0-13,0 11,7	2,1-2,39 2,28	490-641 541	62-80 71	34-154 77	78-107 91	10,5-12,2 11,3	3,25-3,38 3,32	2,43-5,28 4,06
15,0-18,8 16,2	2,2-5,21 2,81	410-575 516	65-129 75	14-100 62	70-122 93	10,8-11,6 11,3	2,87-3,39 3,22	1,2-4,07 2,86
20,0-22,5 21,4	2,3-5,05 3,94	450-570 502	55-118 83	12-172 59	86-96 90	10,9-11,6 11,2	2,88-3,38 3,09	1,48-5,13 2,67

трату калия, выраженной уравнением (рис. 3)

$$y = 1,081x + 0,9124, R^2 = 0,6123,$$

где x – температура насыщения по битартрату калия ($t_{нас}(KHTar)$); y – температура насыщения по тартрату кальция ($t_{нас}(CaTar)$).

Анализ линейных уравнений показывает, что температуры насыщения по битартрату калия и тартрату кальция зависят от молярного соотношения суммы катионов натрия и магния к ионам кальция.

Значению молярного соотношения катионов в виноматериалах равному 1,7 соответствует температура насыщения по битартрату калия 19°C, напротив, для величины соотношения катионов, составляющей 4,0, характерна температура насыщения 10,5°C. В отношении тартрата кальция отмечена аналогичная тенденция: температуре насыщения по тартрату кальция, равной 20°C, соответствует значение молярного соотношения катионов, составляющее 1,6; при температуре насыщения по тартрату кальция, равной 5°C, величина молярного соотношения катионов равняется 5,5.

Установленные взаимосвязи свидетельствуют об образовании в виноматериалах катионами натрия и магния смешанных солей с винной кислотой, имеющих более высокую растворимость, чем битартрат калия и тартрат кальция. Высокая массовая концентрация этих солей ингибирует кристаллообра-

зование и предотвращает формирование помутнений, вызванных виннокислотными солями калия и кальция. Вместе с тем, образование смешанных солей не блокирует процесс обработки виноматериалов холодом, так как при снижении температуры происходит вытеснение из них катионов

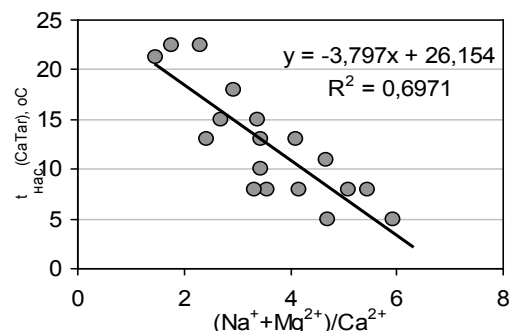


Рис. 1. Зависимость температуры насыщения по тартрату кальция от молярного соотношения катионов в виноматериалах

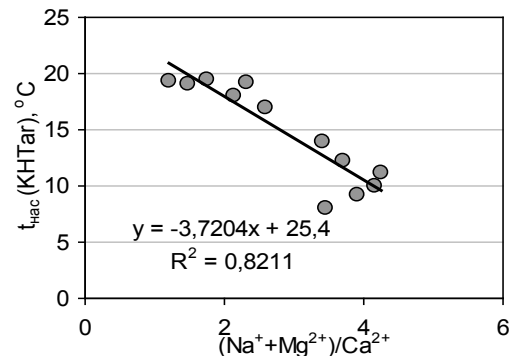


Рис. 2. Зависимость температуры насыщения по битартрату калия от молярного соотношения катионов в виноматериалах

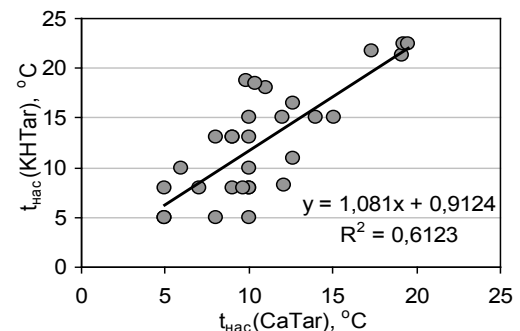


Рис. 3. Взаимосвязь показателей температуры насыщения по битартрату калия и тартрату кальция в виноматериалах



натрия и магния и замещение ионами калия и кальция, образующих нерастворимые соли с винной кислотой, выпадающие в осадок.

Таким образом, определение молярного соотношения суммы катионов натрия и магния к кальцию является дополнительным показателем эффективности технологической обработки холодом при прогнозировании стабильности виноматериалов к кристаллическим помутнениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зинченко В.И. Прогнозирование стабильности виноматериалов и вин к кальциевым помутнениям / В.И. Зинченко, Н.Г. Таран, Л.В. Гнетко // Сб. науч. тр. ИВиВ «Магарач». – 2000. – Т. 31. – С. 46-49.
2. Кишковский З.Н. Кристаллические помутнения вин и их предупреждение / З.Н. Кишковский, А.Е. Линецкая // Виноград и вино России. – 2000. – № 2. – С. 30-33.
3. Агеева Н.М. Стабилизация виноградных вин: теоретические аспекты и практические рекомендации / Агеева Н.М. – Краснодар: СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии, 2007. – 251 с.
4. Валуйко Г.Г. Стабилизация виноградных вин / Валуйко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А.; под ред. Г.Г. Валуйко. – [3-е изд.]. – Симферополь: Таврида, 2002. – 208 с. – (Серия науч.-техн. лит. по виноделию).
5. Таран Н.Г. Разработка технологии стабилизации вин против кристаллических (кальциевых) помутнений: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Таран Николай Григорьевич; Всес. науч.-иссл. ин-т виноделия и виноградарства «Магарач». – Ялта, 1985. – 23 с.
6. Павленко Н.М. Аналитический тест определения склонности вин к кристаллическим помутнениям, вызываемым битартратом калия / Н.М. Павленко, С.Т. Огородник, Н.М. Рудышина // Виноделие и виноградарство СССР. – 1986. – № 5. – С. 33-35.
7. Огородник С.Т. Оценка стабильности вин против кристаллических помутнений по содержанию калия и винной кислоты / С.Т. Огородник, Н.М. Рудышина // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1982. – № 8. – С. 29-30.
8. Рудышина Н.М. Разработка методов контроля и способа стабилизации вин против кристаллических помутнений, вызываемых битартратом калия: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / Рудышина Надежда Михайловна; Всес. науч.-иссл. ин-т виноделия и виноградарства «Магарач». – Ялта, 1985. – 21 с.
9. Berg H.W. Analytical determination of tartrate stability in wine. II. Calcium tartrate / H.W. Berg, R.M. Keefer // Am. J. Enol. Vitic. – 1959. – Vol. 10. № 3. – P. 105-109.
10. Методы технологического контроля в виноделии / [Под ред. В.Г. Гержиковой]. – [2-е изд.]. – Симферополь: Таврида, 2009. – 304 с. – (Серия науч.-техн. лит. по виноделию).
11. Линецкая А.Е. О нормировании в вине содержания кальция / А.Е. Линецкая // Виноград и вино России. – 1997. – № 4. – С. 11-12.

Поступила 22.02.2016
 ©В.Г.Гержикова, 2016
 ©С.Н.Червяк, 2016
 ©Д.Ю.Погорелов, 2016
 ©Л.А.Михеева, 2016
 ©В.А.Щербина, 2016