

# О научно-практическом обосновании оптимальных технологических режимов обработки виноматериалов холодом

Сильвестров А.В.<sup>✉</sup>, Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А.

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

<sup>✉</sup>asilvestr12@mail.ru

**Аннотация.** Нарушение стабильности винодельческой продукции, ее товарного вида в большинстве случаев вызвано образованием кристаллических осадков. Обработка холодом является наиболее эффективным и распространенным технологическим приемом для предотвращения выпадения кристаллов в готовой продукции, однако при этом энергозатратным. Целью работы является научно-практическое обоснование оптимальных режимов обработки виноматериалов холодом для сокращения производственных затрат. Для этого проведены исследования, основанные на измерении электропроводности обрабатываемого виноматериала и определении его стабильности общепринятыми методами. Среди основных факторов, от которых зависит образование и полнота осаждения кристаллов солей винной кислоты, определяющее значение имеют вещества физико-химического состава обрабатываемого виноматериала. Поэтому виноматериал предварительно должен быть подготовлен к обработке холодом. Кроме того, эффективность обработки виноматериала холодом зависит от таких технологических режимов, как температура обработки, скорость охлаждения и продолжительность охлаждения. Установлено, что охлаждение виноматериалов до температуры близкой к точке замерзания способствует сокращению периода выдержки его в изотермических условиях. Скорость охлаждения виноматериала зависит от типа применяемого оборудования и определяет время достижения стабильности против помутнений. Исследования показали зависимость эффективности процесса достижения стабильности против кристаллических помутнений от продолжительности периода обработки с использованием контактной технологии и учетом гидродинамики проводимого процесса.

**Ключевые слова:** стабильность против помутнений; кристаллические помутнения; охлаждение; битартрат калия; массообменные процессы.

**Для цитирования:** Сильвестров А.В., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А. О научно-практическом обосновании оптимальных технологических режимов обработки виноматериалов холодом // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2023;25(2):215-220. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.016

O R I G I N A L   R E S E A R C H

## On the scientific-practical substantiation of optimal technological practices for cold treatment of base wines

Silvestrov A.V.<sup>✉</sup>, Zagorouiko V.A., Chaplygina N.B., Mishunova L.A.

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

<sup>✉</sup>asilvestr12@mail.ru

**Abstract.** Destabilization in wine products, their marketable condition in most cases is caused by the formation of crystalline precipitates. Cold treatment is the most effective and widespread, but energy-consuming technological method to prevent crystal precipitation in finished products. The purpose of the work is a scientific and practical substantiation of optimal practices for cold treatment of base wines to reduce production costs. For this purpose, the studies based on electrical conductometry of the processed base wine, and determining its stability by conventional methods were carried out. Among basic factors responsible for the formation and precipitation volume of tartaric acid salt crystals, the substances of physicochemical composition in the processed base wine are of paramount importance. That is why base wines must be preliminary prepared for cold treatment. In addition, the efficiency of base wine cold treatment depends on such technological conditions as processing temperature, cooling rate and duration. It was established that cooling of base wines to a temperature close to the freezing point helps to reduce the period of its aging in isothermal conditions. Cooling rate of base wine depends on the type of equipment used, and determines the time to achieve haze stability. Our research shows the dependence in effectiveness of achieving crystalline haze stability with the duration of treatment period using contact technology and taking into account process hydrodynamics.

**Key words:** haze stability; crystalline haze; cooling; potassium bitartrate; mass-exchange processes.

**For citation:** Silvestrov A.V., Zagorouiko V.A., Chaplygina N.B., Mishunova L.A. On the scientific-practical substantiation of optimal technological practices for cold treatment of base wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(2):215-220 DOI 10.34919/IM.2023.25.2.016 (in Russian).

### Введение

Обеспечение стабильности винодельческой продукции против различных видов помутнений, сохранение ее товарного качества, в том числе такого органолептического показателя, как прозрачность. В соответствии с ГОСТ 32030-2013 п.4.1.2 в течение срока реализации, при условиях хранения, соответ-

ствующих нормативной документации, прозрачность является одной из основных задач винодельческого производства. Исследования зарубежных и отечественных ученых показывают, что в 80% случаев нарушение розливостойкости вин вызвано образованием кристаллических осадков виннокислых солей калия и кальция и обусловлено нарушением ионного равновесия [1-12].

На основании обобщения литературных и информационных данных по технологиям массообмен-

© Сильвестров А.В., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А., 2023

ных процессов, проводимых в дисперсных средах с целью достижения стабильности винодельческой продукции против кристаллических помутнений, подтверждено, что в настоящее время наиболее перспективным и технологически наиболее приемлемым для стабилизации винодельческой продукции против помутнений является способ обработки виноматериалов холодом [13].

Этот технологический прием носит универсальный характер и используется не только для устранения избыточного содержания солей винной кислоты, вызывающих кристаллические помутнения, но и для устранения также коллоидных помутнений вин [11]. Обработка холодом способствует гармонизации и смягчению вкуса виноматериалов, интенсифицирует в них процессы, протекающие при длительной выдержке в естественных условиях. К недостаткам данного способа относится высокая стоимость выпускаемого оборудования, применяемого для этой технологической операции, и его энергоёмкость.

Согласно традиционной технологии стабилизацию виноматериалов против помутнений осуществляют в результате охлаждения в теплообменных аппаратах: столовых – до температуры минус 3 – минус 4 °С, крепленых до – минус 6 – минус 8 °С, экспозиции в изотермических условиях в течение 8–10 суток с последующей фильтрацией при температуре охлаждения.

В основу контактного способа обработки виноматериалов легло ускорение процесса роста и выделения кристаллов солей винной кислоты за счет внесения в предварительно охлажденный до температуры 0 °С – минус 3,5 °С виноматериал кристаллов битартата калия – искусственных центров кристаллизации. После перемешивания в течение нескольких часов и выдержки в течение 2-3 сут. избыточное количество битартата калия из виноматериала удаляется фильтрацией или центрифугированием.

Технология непрерывной стабилизации виноматериалов против помутнений холодом заключается в том, что виноматериал проходит весь комплекс обработок в одном цикле с коротким периодом выдержки его в изотермических условиях в течение 1,5 ÷ 2,0 ч. При этой технологии виноматериал с большой скоростью охлаждается ниже точки его замерзания. Вода, содержащаяся в виноматериале, замерзает, в результате чего в нем повышается объемная доля спирта и концентрация виннокислых солей. После замерзания 10–15 % воды образуются микрокристаллы битартата калия, которые после кратковременной выдержки виноматериала на холоде отделяются фильтрацией или центрифугированием. Данная технология («шоковое» охлаждение) требует больших затрат энергии, в то же время не обеспечивается 100 %-ный результат. Кроме того, частичное замораживание виноматериала в дальнейшем отрицательно сказывается на вкусовых показателях вина.

Сравнение технико-экономических показателей производимых установок для обработки виноматериалов холодом по вышеперечисленным технологиям

позволило выбрать в качестве направления разработки эффективной энергосберегающей установки для обработки виноматериалов против кристаллических помутнений техническое решение на базе контактного метода как менее энергоёмкого и наиболее эффективного с точки зрения производственных затрат [13].

Кроме того, на интенсификацию массообменного процесса выделения солей винной кислоты оказывает влияние выбор оптимальных технологических режимов обработки виноматериала холодом: скорости охлаждения, температуры охлаждения, времени выдержки виноматериала на холоде, а также физико-химический состав обрабатываемого виноматериала и гидродинамика проводимого процесса.

*Целью данного исследования* является научно-практическое обоснование оптимальных технологических режимов обработки виноматериалов холодом на базе изучения основных факторов, влияющих на массообменный процесс кристаллообразования битартата калия.

#### **Объекты и методы исследований**

Объектами исследования являлись образцы виноматериалов и вин, произведенных винодельческими предприятиями АО «ПАО «Массандра».

Оптимальные технологические режимы обработки виноматериалов и эффективность проводимых технологических обработок определяли по исследованию виноматериалов на стабильность к помутнениям общепринятыми методами [14], а также по показателю электропроводности виноматериалов, которая измерялась кондуктометром Mettler Toledo. Использование показателя электропроводности виноматериалов и вин позволяет прогнозировать их стабильность в отношении кристаллических помутнений.

#### **Результаты и их обсуждение**

Одним из основных факторов, от которых зависит образование и эффективное выделение кристаллов битартата, являются физико-химические показатели состава виноматериала. С учетом физико-химических показателей состава виноматериала предварительно должен быть подготовлен к обработке холодом. Из него должны быть удалены высокомолекулярные вещества, особенно относящиеся к группе защитных коллоидов, – пектины, полисахариды, а также протеины, снижающие скорость и полноту выделения кристаллов солей винной кислоты.

В технологии виноделия рекомендуются различные способы и средства для удаления части коллоидных веществ, в том числе воздействием на виноматериал физическими, химическими или биохимическими способами обработки [15]. Однако практический опыт показал, что преодолеть агрегативную неустойчивость коллоидной системы виноматериалов можно лишь путем адсорбции ионов или молекул коллоидов на частицах дисперсной среды, т.е. обработкой виноматериалов сорбентами, в том числе раствором желатина, суспензией активированного бентонита, диоксидом кремния и др. Максимальный технологический

результат можно получить при применении поточной сорбционной обработки виноматериалов на установках ВДИ-10 и ВДС-10, разработанных лабораторией технологического оборудования ФГБУН «ВНИИ-ВиВ «Магарач» РАН» [16, 17].

Исследование объема осадков, образовавшихся после снятия крепленого виноматериала («Портвейн белый Алушта») после обработки холодом показало, что в партии виноматериала, прошедшего поточно-сорбционную обработку (желатин и бентонит), осадки были хорошо сформированы, имели четкую границу с жидкой фазой, легко отделялись. В контрольной партии виноматериала, не прошедшего поточно-сорбционную обработку, при той же температуре обработки объем осадков составил 2,0 %, т.е. на порядок больше, осадки рыхлые, не имели четкой границы с жидкой фазой виноматериала, для их отделения потребовалась дополнительная технологическая операция – фильтрация через диатомитовый фильтр.

Существенное значение для достижения надежной стабильности вин и полноты выделения кристаллов битартрата калия оказывают температура и скорость охлаждения виноматериала в процессе обработки холодом.

Общепринята рекомендация о необходимости охлаждения виноматериала до температуры, близкой к точке замерзания и выдержке его при температуре, на 0,5°C превышающей температуру точки его замерзания. Поэтому оптимальная температура обработки виноматериала на практике определяется следующим образом:

$$T = \frac{\text{объемная доля этилового спирта в вине} - 1}{2}, \quad (1)$$

где T – температура обработки виноматериала, °C.

Исследования зависимости объема образующихся осадков от температуры обработки виноматериала холодом позволили установить устойчивую корреляционную связь между данными показателями. Т.е. чем ниже температура обработки виноматериала, тем больше объем образующихся осадков [2].

От температуры обработки виноматериала холо-

дом также зависит время выдержки его в изотермических условиях.

В таблице приведены результаты испытаний виноматериалов на розливостойкость в зависимости от температуры обработки.

Полученные данные свидетельствуют о прямой зависимости времени выдержки виноматериала в изотермических условиях от температуры обработки.

Не меньшее значение для сокращения времени выдержки виноматериала на холоде имеет скорость его охлаждения, которая зависит от типа и конструктивных особенностей применяемого теплообменного оборудования.

Несмотря на общепринятые рекомендации по применению в виноделии теплообменников типа «труба в трубе» с длиной труб, собранных в секции по 4 и 6 м, а также промышленное производство таких теплообменников ведущими машиностроительными фирмами, испытания в АО «ПАО «Массандра», где имеются два теплообменных аппарата с секциями труб длиной 4 м и 6 м при общей равной теплообменной поверхности 24 м<sup>2</sup>, показали более высокую эффективность при обработке виноматериалов холодом теплообменного аппарата с 4-метровыми трубами.

При обработке холодом однотипных партий виноматериала «Портвейн белый Крымский» объемом 1310 дал скорость охлаждения виноматериала в теплообменнике с длиной труб 4 м составила 0,0035 град/с, тогда как в теплообменнике с длиной труб 6 м – 0,002 град/с, т.е. более низкая.

Общее время обработки виноматериала холодом в теплообменнике с длиной труб 4 м от начальной температуры + 19,0 °C до конечной минус 8,4 °C составляет 2 ч 52 мин. А в теплообменнике с длиной труб 6 м от начальной температуры + 16,3 °C до конечной минус 8,1 °C составляет 4 ч 47 мин. В последнем случае процесс занимает на 40 % больше времени, что приводит к повышенному расходу холода и требует дополнительных затрат энергии на циркуляцию виноматериала через теплообменник. В теплообменнике с длиной труб 4 м происходит дополнительная турбулизация потока за счет большего количества

**Таблица.** Результаты испытаний виноматериалов на розливостойкость

**Table.** The results of testing base wines for wine stability after bottling

| Виноматериал               | Содержание спирта, % | Объем партии, дал | Температура обработки, °C | Электропроводность, мСм/см |         | Время выдержки в изотермических условиях, сут. |   |   |   |   |   |
|----------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|---------|--|---|---|---|---|---|
|                            |                      |                   |                           | исходн.                    | конечн. | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| «Портвейн белый Алушта»    | 18,0                 | 1300              | минус 7,0                 | 1,418                      | 1,370   | +  | + | + | - | - | - |
| «Портвейн белый Алушта»    | 18,0                 | 1300              | минус 8,0                 | 1,690                      | 1,436   | +  | + | - | - | - | - |
| «Портвейн красный Ливадия» | 19,0                 | 1185              | минус 8,3                 | 1,564                      | 1,438   | +  | + | + | - | - | - |
| «Портвейн красный Ливадия» | 19,0                 | 1150              | минус 8,8                 | 1,499                      | 1,415   | +  | + | - | - | - | - |
| «Кагор Партенит»           | 16,0                 | 1350              | минус 8,2                 | 1,483                      | 1,460   | +  | + | + | + | + | - |
| «Кагор Партенит»           | 16,0                 | 1350              | минус 8,7                 | 1,302                      | 1,269   | +  | + | + | - | - | - |

Примечание. (+) – нестабильный виноматериал; (-) – стабильный виноматериал

переточных труб, расположенных под углом 90° к направлению потока виноматериала.

На основании полученных экспериментальных данных можно рекомендовать для охлаждения виноматериалов теплообменники типа «труба в трубе» с длиной труб 4 м как более эффективные. Тем не менее коэффициент теплопередачи в нашем случае у теплообменника с длиной труб 4 м составил 435 ккал/м·ч·°С и потребовалась рециркуляция виноматериала через теплообменник до достижения им необходимой температуры.

Высокой скорости охлаждения до технологически необходимой температуры при однократном прохождении виноматериала через теплообменник можно добиться при использовании пластинчатых теплообменных аппаратов с коэффициентом теплопередачи 1800–2100 ккал/м·ч·°С [18]. При использовании пластинчатого теплообменника указанная партия виноматериала была обработана с начальной температуры +19,0 °С до конечной минус 8,4 °С за 24 мин. при однократном прохождении виноматериала через теплообменник.

Результаты проведенных исследований по достижению стабильности виноматериалов против кристаллических помутнений при обработке холодом подтвердили прямую зависимость эффективности обработки от времени выдержки виноматериалов на холоде. Так, сухой виноматериал сорта Семильон разделили на две партии – одна партия выдерживалась на холоде при температуре минус 3,5±0,5 °С в течение 9 сут. Показатель электропроводности виноматериала перед розливом составил 1,826 мСм/см, вторая партия выдерживалась на холоде при температуре минус 2,5±0,5 °С в течение 13 сут. Ее показатель электропроводности составил 1,768 мСм/см, т.е. виноматериал во втором случае оказался более стабильным к кристаллическим помутнениям.

Виноматериал «Херес Массандра» через трое суток выдержки на холоде при минус 7 °С имел показатель электропроводности 1,260 мСм/см, через пять суток этот показатель снизился до 1,237 мСм/см.

Таким образом, время выдержки виноматериала на холоде оказывает значимое влияние на его стабильность к кристаллическим помутнениям, но при увеличении времени экспозиции виноматериала на холоде резко возрастают производственные затраты на данную технологическую операцию, т.е. необходимо соблюдать условия целесообразности: получение стабильных к кристаллическим помутнениям виноматериалов при минимальных производственных затратах.

Сравнение различных по степени стабильности виноматериалов к кристаллическим помутнениям показало, что стабильные виноматериалы имеют более низкую величину электропроводности, чем нестабильные вина с аналогичными кондициями [19].

Так как наиболее энергосберегающая технология обработки виноматериалов холодом осуществляется на базе контактной технологии, т.е. внесением в предварительно охлажденный обрабатываемый виноматериал затравочных кристаллов битартрата калия,

то эффективность данного массообменного процесса – роста и выделения кристаллов винного камня будет зависеть от гидродинамики проводимого процесса, то есть равномерности и скорости распределения затравочных кристаллов во всем объеме обрабатываемого виноматериала, а также постоянной подачи новых порций виноматериала к растущим граням кристаллов винного камня. Последнее было реализовано с использованием мешалки – конвектора якорного типа, лопасти которой изогнуты по форме днища установки. Лопасти выполнены полыми, трубчатого типа с отверстиями различного диаметра по длине в нижней части. Через полость мешалки – конвектора виноматериал подается в установку под напором, способствующим подъему кристаллов битартрата калия со дна установки и образованию ими области с высокой концентрацией – подушки кристаллов, проходя через которую виноматериал равномерно контактирует с затравочными кристаллами по всему объему. От окружной скорости вращения мешалки – конвектора зависит не только эффективность перемешивания виноматериала, но и расход энергии. При перемешивании суспензий равномерное распределение частиц твердой фазы в жидкости достигается при такой частоте вращения, при которой осевая составляющая скорости потока жидкости становится равной или несколько больше скорости охлаждения частиц. При этом восходящий поток жидкости удерживает твердые частицы во взвешенном состоянии, препятствуя их осаждению. Эту определяющую частоту вращения  $n$  (в об/с) мешалки – конвектора, при которой достигается практически равномерное распределение частиц во всем объеме суспензии, определяют по формуле:

$$n = C_1 \sqrt{\frac{\Delta \rho d_r}{\rho_c}} \left( \frac{D^{x^1}}{d^{y^1}} \right), \quad (2)$$

где  $C_1$  – значение коэффициента для мешалок якорного и лопастного типа;  $\Delta \rho$  – разность плотностей частиц и среды, кг/м<sup>3</sup>;  $d_r$  – диаметр твердых частиц;  $\rho_c$  – плотность среды, кг/м<sup>3</sup>;  $D$  – внутренний диаметр аппарата, м;  $d$  – диаметр мешалки, м;  $x^1$  – показатель степени для мешалки якорного и лопастного типа;  $y^1$  – показатель степени для мешалки якорного и лопастного типа.

В нашем случае конструктивные параметры кристаллизатора выбираем из заданного объема виноматериала. Для единовременной обработки 5 м<sup>3</sup> виноматериала объем кристаллизатора равен 1,2 объема обрабатываемой партии виноматериала. Отсюда объем кристаллизатора равен 6 м<sup>3</sup>. Подставив значения диаметров кристаллизатора  $D=1,5$  м, мешалки  $d=1,45$  м и твердых частиц винного камня  $d_r \geq 110 \cdot 10^{-6}$  м, разности плотностей  $\Delta \rho = 890$  кг/м<sup>3</sup> и плотность среды  $\rho_c = 1030$  кг/м<sup>3</sup>, показателей для мешалок  $C_1=46,4$ ,  $x^1=0$ ,  $y^1=1$  в формулу 2, получим искомым значение  $n$  частоты вращения мешалки:

$$n = 4,64 \sqrt{\frac{890 \cdot 110 \cdot 10^{-6}}{1030}} \left( \frac{1}{1,45} \right) = 0,3 \text{ об/с.}$$

Таким образом, определяющая частота вращения  $n$  мешалки – конвектора в нашем случае составляет 0,3 об/с или 18,0 об/мин.

При обработке в экспериментальном кристаллизаторе партии виноматериала «Портвейн белый Су-рож» в объеме 1300 дал дозой битартрата калия из расчета 100 мг/л, вместо рекомендуемых 4 г/л, при использовании мешалки – конвектора в течение 4 ч, затем выдержки в изотермических условиях в течение 3-х сут. электропроводность виноматериала снизилась с 1,138 мСм/см до 1,065 мСм/см [15, 19]. Виноматериал прошел испытания на стабильность в заводской лаборатории ПАО «Массандра» и был стабилен к кристаллическим помутнениям.

### Выводы

Таким образом, установлены наиболее оптимальные технологические режимы обработки холодом сухих и крепленых виноматериалов:

– высокая скорость охлаждения виноматериалов (до 0,01 град/с) с использованием теплообменников пластинчатого типа;

– охлаждение виноматериала до температуры, максимально приближенной к точке замерзания, а именно: для сухих – до минус 4,0-4,5°C, для крепленых – до минус 6,0-8,5°C при однократном прохождении виноматериала через теплообменник;

– выдержка виноматериалов на холоде в течение 6-9 сут. в изотермических условиях;

– внесение в охлажденный виноматериал (перед выдержкой на холоде) затравочных кристаллов битартрата калия из расчета 100 мг/л при их равномерном распределении с помощью мешалки-конвектора;

– перед обработкой холодом обязательно удаление из виноматериалов коллоидных веществ, наибольшей эффективности в данном случае можно достичь при использовании поточно-сорбционной обработки виноматериалов.

### Источник финансирования

Работа выполняется в рамках государственного задания Минобрнауки России № FNZM-2022-0006.

### Financing source

The work was conducted under public assignment of the Ministry of Education and Science of Russia No. FNZM-2022-0006.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Валуйко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин. М: Агропромиздат. 1987:1-130.
2. Виноградов В.А., Загоруйко В.А., Кулев С.В., Чаплыгина Н.Б., Михеева Л.А. Исследование технологического процесса комплексной стабилизации виноматериалов против коллоидных и кристаллических помутнений // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». 2013;43:83-88.
3. Агеева Н.М., Таланян О.Р., Монастырский В.Ф. О стабилизации вин к кристаллическим помутнениям // Известия вузов. Пищевая технология. 1982;1:114-116.

4. Родригес-Клементе И., Корреа-Гороспе А. Структурные, морфологические и кинетические аспекты осаждения кислого тартрата кальция в винах и растворах этанола // American journal of Enol. and Vitic. 1988;39:2:169-179.
5. Кишковский З.Н., Линецкая А.Е. Кристаллические помутнения вин и их предупреждение // Виноград и вино России. 2000;2:30-32.
6. Агеева Н.М. Научно-практические рекомендации по вопросам стабилизации вина. Краснодар. 1999:1-54.
7. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. Traité d'oenologie: Chimie du vin – Stabilisation et traitements. Sé ed. Paris: Dunod. 2004;2:1-656.
8. Таран Н.Г., Зинченко В.И. Современные технологии стабилизации вин. Кишинев. 2006:1-240.
9. Пономарева И.Н., Солдатенко Е.В., Таран М.Н. Совершенство технологических приемов стабилизации белых игристых вин против кристаллических и коллоидных помутнений // Виноделие и виноградарство. 2015;6:18-20.
10. Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Червяк С.Н. Дестабилизация вин. Кристаллообразование калиевых солей // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):261-266. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.014.
11. Чурсина О.А., Загоруйко В.А. Стабилизация вин: наука и практика: монография. Симферополь: Полипринт. 2023:1-280.
12. 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.
13. Сильвестров А.В., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А., Феодосиди К.Ф. Обоснование основных направлений разработки энергосберегающей установки для обработки виноматериалов против кристаллических помутнений // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):286-296. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.013.
14. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.
15. Гержикова В.Г., Кулев С.В., Сильвестров А.В., Чаплыгина Н.Б., Михеева Л. А, Ермихина Н.В. Изменение значений физико-химических показателей при поточной обработке виноматериалов, склонных к коллоидным и кристаллическим помутнениям // Русский виноград. 2018;7:172-178.
16. Виноградов В.А., Чаплыгина Н.Б., Кулев С.В. Практическое решение проблемы стабилизации виноматериалов холодом // Виноград. 2010;9:66-69.
17. Виноградов В.А., Авидзба А.М., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Бойко Н.К., Гучаков А.М., Проботюк Н.В., Березюк В.М., Дымшевский В.В. Сокращение энергозатрат на производство «холода» в условиях НПАО «Массандра» // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». 2008;38:121-124.
18. Morando A., Tarpetto E. Gli impianti del freddo in enologia. II parte – Sistemi di refrigerazione. Vini d'Italia. Brescia, Italia. 1988;30(5):29-38.
19. Виноградов В.А., Кулев С.В., Чаплыгина Н.Б. Изменение показателя электропроводности виноматериалов при обработках // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2016;4:42-44.

### References

1. Valuiko G.G., Zinchenko V.I., Mekhuzla N.A. Stabilization of grape wines. M: Agropromizdat. 1987:1-130 (in Russian).
2. Vinogradov V.A., Zagorouiko V.A., Kuliov S.V., Chaplyghina N.B., Mikheieva L.A. A study of the technological process of complex wine material stabilization against colloidal and

- crystal clouds. *Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Works of the NIV&W Magarach*. 2013;43:83-88 (in Russian).
5. Ageeva N.M., Talanyan O.R., Monastyrsky V.F. On the stabilization of wines to crystalline haze. *University Digest. Food Technology*. 1982;1:114-116 (in Russian).
  4. Родригес-Клементе И., Корреа-Гороспе А. Структурные, морфологические и кинетические аспекты осаждения кислого тартрата кальция в винах и растворах этанола // *American journal of Enol. and Vitic*. 1988;39:2:169-179.
  5. Kishkovskiy Z.N., Linetskaya A.E. Crystalline turbidity of wines and its prevention. *Grapes and Wine of Russia*. 2000;2:30-32 (in Russian).
  6. Ageeva N.M. Scientific and practical recommendations on the stabilization of wine. Krasnodar. 1999:1-54 (in Russian).
  7. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdiou D. *Traité d'oenologie: Chimie du vin – Stabilisation et traitements*. Sé ed. Paris: Dunod. 2004;2:1-656.
  8. Taran N.G., Zinchenko V.I. Modern technologies of wine stabilization. Kishinev. 2006:1-240 (in Russian).
  9. Ponomareva I.N., Soldatenko E.V., Taran M.N. The perfection of technological methods for stabilizing white sparkling wines against crystalline and colloidal turbidity. *Winemaking and Viticulture*. 2015;6:18-20 (in Russian).
  10. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Chervyak S.N. Wine destabilization. Potassium salts crystal formation. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(3):261-266. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.014 (in Russian).
  11. Chursina O.A., Zagorouiko V.A. Wine stabilization: science and practice: a monograph. Simferopol: Polyprint. 2023:1-280 (in Russian).
  12. Gnilomedova N.V., Chervyak S.N., Vesytova 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).
  13. Silvestrov A.V., Zagorouiko V.A., Chaplygina N.B., Mishunova L.A., Feodosidi K.F. Substantiation of main directions to develop energy-saving installation for processing base wines against crystalline haze. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;24(3):286-296. DOI 10.35547/IM.2022.43.67.013 (in Russian).
  14. *Methods of technochemical control in winemaking*. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
  15. Gerzhikova V.G., Kuliov S.V., Silvestrov A.V., Chaplygina N.B., Mikheieva L.A., Ermikhina M.V. Change in the values of physicochemical parameters during continuous processing of wine materials prone to colloidal and crystalline opacities. *Russian Grapes*. 2018;7:172-178 (in Russian).
  16. Vinogradov V.A., Chaplygina N.B., Kuliov S.V. Practical solution to the problem of stabilization of wine materials with cold. *Grapes*. 2010;9:66-69 (in Russian).
  17. Vinogradov V.A., Avidzba A.M., Zagorouiko V.A., Chaplygina N.B., Boiko N.K., Guchakov A.M., Probotiouk N.V., Bereziouk V.M., Dymshvskii V.V. Reduction in energy consumption to produce cold at the FSUE PJSC "Massandra". *Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Works of the NIV&W Magarach*. 2008;38:121-124 (in Russian).
  18. Morando A., Tapetto E. *Gli impianti del freddo in enologia. II parte – Sistemi di refrigerazione*. Vini d'Italia. Brescia, Italia. 1988;30(5):29-38.
  19. Vinogradov V.A., Kulyov S.V., Chaplygina N.B. Base wine electrical conductivity index alteration in the process of treatments. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2016;4:42-44 (in Russian).

### Информация об авторах

**Антон Владимирович Сильвестров**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., заведующий лабораторией технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-mail: asilvestr12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7360-5794>;

**Виктор Афанасьевич Загоруйко**, д-р техн. наук, член-корр. НААН, гл. науч. сотр., заведующий лабораторией коньяка; e-mail: vikzag51@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>;

**Наталья Борисовна Чаплыгина**, науч. сотр. лаборатории технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-mail: 79788411864@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4416-4843>;

**Людмила Алексеевна Мишунова**, мл. науч. сотр. лаборатории технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-mail: mil\_25@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6804-8842>.

### Information about authors

**Anton V. Silvestrov**, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: asilvestr12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7360-5794>;

**Victor A. Zagorouiko**, Dr. Techn. Sci., Corresponding Member of the National Academy of Agrarian Sciences (NAAS), Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: vikzag51@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>;

**Nataliya B. Chaplygina**, Staff Scientist, Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: aurum.22@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4416-4843>;

**Lyudmila A. Mishunova**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: mil\_25@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6804-8842>.

Статья поступила в редакцию 19.05.2023, одобрена после рецензии 24.05.2023, принята к публикации 25.05.2023