

**В.А.Виноградов**, д.т.н., начальник отдела технологического оборудования,  
**В.А.Загоруйко**, д.т.н., проф., зам. директора института (виноделие), член-кор. НААН,  
**С.В.Кулёв**, к.т.н., ст.н.с. отдела технологического оборудования,  
**Н.Б.Чаплыгина**, ст.н.с. отдела технологического оборудования,  
**Л.А.Михеева**, мл.н.с. отдела химии и биохимии вина,  
Национальный институт винограда и вина «Магарач»

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ВИНМАТЕРИАЛОВ ПРОТИВ КОЛЛОИДНЫХ И КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОМУТНЕНИЙ

*Приводятся результаты исследований по поиску оптимальных режимов обработки виноматериалов для комплексной стабилизации против коллоидных и кристаллических помутнений.*

*Ключевые слова: розливостойкость, обработка холодом, стабильность, электропроводность, аппаративно-технологическая схема обработки.*

Кристалльная прозрачность винодельческой продукции наряду с органолептическими показателями ее качества определяют потребительский спрос, как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Стабильность вина – необходимое условие его реализации. Поиск оптимальных процессов стабилизации готовой продукции является одной из наиболее важных и актуальных задач отечественной винодельческой промышленности.

Согласно статистическим данным в виноделии основными дестабилизирующими факторами розлитого в бутылки вина являются соли винной кислоты – тартраты, вызывающие кристаллические помутнения вин, а также сложные комплексы высокомолекулярных веществ – белков, фенольных веществ, полисахаридов с катионами металлов, образующие коллоидные помутнения, которые по некоторым источникам составляют более 50% всех помутнений вин [1-4].

Для предупреждения кристаллических помутнений вин рекомендуются различные способы обработки виноматериалов, в том числе – ингибирование кристаллизации виннокислых солей, повышение их растворимости, а также способы, предусматривающие частичное удаление их из обрабатываемого продукта [4-6].

Однако до настоящего времени, в винодельческом производстве технологически наиболее применяемым является способ обработки виноматериалов холодом, который по своей природе лишь интенсифицирует процессы кристаллизации солей винной кислоты, которые могут происходить в вине после его розлива в бутылки.

Процесс обработки холодом основан на резком уменьшении растворимости солей винной кислоты при охлаждении виноматериала до температуры, близкой к точке замерзания и выпадении их в осадок в виде кристаллов. Считается, что без обработки виноматериалов холодом невозможно получение розливостойких вин.

Рекомендуемые технологические схемы обработки виноматериалов и вин против кристаллических помутнений предусматривают их выдержку при низкой температуре в течение длительного времени [7, 8].

На практике в производстве, осаждение тартратов и тем самым достижение гарантии, что такого

осаждения в бутылках не произойдет, добиваются, как правило, путем охлаждения виноматериала до температур, близких к точке замерзания и поддержания этих низких температур в течение 10-12 сут. в специальных термоизолированных резервуарах с рубашкой охлаждения, находящихся в свою очередь в холодильных камерах, после чего проводят фильтрацию виноматериала при низких температурах. Такие способы стабилизации виноматериалов требуют значительных затрат, обусловленных необходимостью применения дорогостоящих изотермических резервуаров с рубашками охлаждения, холодильных камер, значительных производственных площадей, высоких энергозатрат, составляющих до 60% энергопотребления всего винодельческого предприятия [9].

Поэтому при обработке виноматериалов искусственным холодом до сих пор актуальным является вопрос обеспечения надёжной стабильности получаемой продукции с минимальными экономическими затратами.

Известно, что эффективность обработки виноматериалов холодом зависит от подготовки виноматериала к обработке, его физико-химического состава, температуры обработки, скорости охлаждения, типа виноматериала.

При этом необходимо учитывать особенности механизма равновесия солей винной кислоты в винах. Виноматериал должен быть подготовлен к обработке холодом, в противном случае образующая при обработке холодом высокомолекулярными веществами виноматериала коллоидная сетка будет препятствовать росту и седиментации кристаллов солей винной кислоты.

Кроме того, наличие в виноматериале защитных коллоидов в виде пектина, полисахаридов, протеинов затрудняет стабилизацию против кристаллических помутнений. По данным Кологранде и Мадзолени, самой высокой кристаллоингибирующей активностью обладают протеины, меньшей фенольные вещества и пектины [10].

В технологии виноделия рекомендуется много способов и средств для удаления или ингибирования части коллоидов, в том числе путём воздействия на виноматериал физическими, химическими или биохимическими способами обработки [11-13]. Наиболее широко используется метод фильтра-

ния. Однако практический опыт показал, что коллоиды в кратчайшие сроки забивают фильтрующую поверхность. Преодолеть агрегативную неустойчивость коллоидной системы вина можно лишь путем адсорбции ионов или молекул на частицах дисперсной среды, т.е. путем обработки виноматериалов сорбентами. Для обработки виноматериалов используют различные вспомогательные материалы, в том числе желатин, бентонит, диоксид кремния и др. [14, 15]

Проведенные исследования по изучению влияния режимов перемешивания вносимых различных вспомогательных материалов на качество обработки свидетельствуют о том, что при обработке виноматериалов желатином существенным технологическим фактором является скорость диффузии [16]. Необходимо мгновенно обработать весь объем виноматериала, достичь заданную однородность системы до истечения времени реакции желатина с фенольными веществами, равномерно повысить его концентрацию до заданной во всем обрабатываемом объеме. При обработке виноматериалов бентонитом и другими сорбентами существенным является лишь требование к равномерному перемешиванию всего обрабатываемого объема. При существующей повсеместно на винодельческих предприятиях технологии проведения обработок виноматериалов, практически невозможно достичь мгновенного равномерного распределения реагентов сразу во всем объеме, что приводит или к местным переоклейкам, или к недоборкам виноматериала и снижает качество обработки.

Как показал практический опыт, избежать этих проблем и добиться гарантированной стабильности вина можно применением поточной обработки виноматериалов на установке марки ВДИ-10, разработанной отделом технологического оборудования НИВиВ «Магарач» [17, 18]. В установке при постоянной подаче реагентов в поток виноматериала созданы все условия для его мгновенной обработки. При соблюдении условия мгновенности и равномерности распределения реагентов по всему объему обрабатываемого виноматериала достигается стабильность винодельческой продукции на определенном периоде времени, обусловленный гарантийным сроком хранения.

Значительное влияние на процесс стабилизации вин против кристаллических помутнений оказывает температура охлаждения виноматериалов в процессе их обработки холодом. Общеизвестна рекомендация о необходимости охлаждения виноматериала до температуры, близкой к точке замерзания, выдержки виноматериала при температуре обработки необходимый период времени, не допуская повышения температуры [19]. Эмпирически температура, соответствующая температуре замерзания вина, определяется значением половины величины его спиртуозности, взятой с отрицательным знаком.

Известно, что процесс кристаллизации солей винной кислоты является диффузионным процессом. Скорость этого процесса можно значительно увеличить за счёт перевода процесса диффузии из молекулярного в конвективный. Конвективная диффузия наблюдается в жидкости при перемешивании. При этом вещество переносится не только в направлении движения потока, но и в его попе-

речном сечении. При конвективной диффузии перенос вещества осуществляется также и за счёт переноса более крупных частиц, состоящих из многих молекул. Вследствие этого скорость процесса кристаллизации вещества при конвективной диффузии во много раз превосходит скорость кристаллизации при молекулярной диффузии [20]. Согласно закону А.Н.Шукарева количество вещества  $M$  (кг), переносимого конвективной диффузией в единицу времени от поверхности раздела к ядру фазы, пропорционально площади поверхности  $F$  ( $m^2$ ) контакта фаз и разности концентрацией  $C$  ( $kg/m^3$ ) проходящего вещества:

$$M = \beta \cdot F \cdot \Delta C,$$

где  $\beta$  – коэффициент массоотдачи, характеризующий перенос вещества конвективным и диффузионным потоками одновременно,  $kg/c$ .

Для интенсификации процесса обработки виноматериалов холодом в разработанных в НИВиВ «Магарач» кристаллизаторах используется мешалка-конвектор для контакта затравочных кристаллов битартрата калия с виноматериалом.

*Целью настоящей работы* явились исследования по уточнению оптимальных режимов обработки виноматериалов холодом. В задачи экспериментальной работы входили исследования динамики выпадения виннокислых соединений и коллоидных веществ в процессе комплексной обработки виноматериала, основанные на кондуктометрическом методе контроля, определение количества выпавшего после обработки осадка и оценка стабильности обработанного виноматериала.

Исследования проводили в производственных условиях в цехе выдержки и обработки виноматериалов ГК НПАО «Массандра». Физико-химические показатели виноматериалов определяли по общепринятым аттестованным в аналитической лаборатории методом [21]. Испытания виноматериала на розливостойкость проводились в соответствии с «Методами технологического контроля в виноделии» совместно с заводской лабораторией ГК НПАО «Массандра». Качество обработки виноматериалов определяли по изменению электропроводности. Электропроводность виноматериалов измеряли с помощью стационарного кондуктометра Seven Easy S-3 (Испания).

Оклею виноматериалов проводили поточным методом во время перекачки дозирующей установкой ВДИ-10. В поток виноматериала последовательно вводили раствор желатина ( $10-20$  мг/ $dm^3$ ) и суспензию активированного бентонита ( $200$  мг/ $dm^3$ ). Раствор желатина готовили по стандартной методике. Суспензия активированного бентонита готовилась «холодным» способом на установке УСБ-0,5. Осветление виноматериала осуществлялось в течение суток, после чего проводили фильтрование его на намывном фильтре фирмы «Padovan» (Италия) через целлюлозу марок F-25, F-40 (Германия). Далее виноматериал, охлажденный в трубчатом теплообменном аппарате, поступал в изотермические резервуары для выдержки его на холоде, в течение 6-12 сут. в зависимости от типа виноматериала. После этого проводили его фильтрование при температуре обработки с использованием фильтр-пресса через фильтр-картон марки КФМ (Беларусь), S20-NT, ST-3N (Чехия). На каждом этапе обработок отбирали образцы и проводили их тестирование по стан-

дартной методике на кондуктометре «Seven Easy».

На первом этапе исследования последовательно определяли электропроводность виноматериалов на различных стадиях технологической обработки виноматериалов после: обработки желатином и бентонитом; после фильтрования виноматериалов на целлюлозе марок F-25, F-40; обработки виноматериалов холодом с выдержкой и последующим холодным фильтрованием. Полученные данные приведены в табл. 1.

Анализ данных, представленных в табл. 1. свидетельствует, что после обработки виноматериала сорбентами и фильтрования, электропроводность виноматериала возросла в среднем на  $80 \mu\text{S}/\text{см}$ , что свидетельствует об удалении части коллоидных веществ. После обработки виноматериалов холодом и последующей холодной фильтрации – электропроводность падала на  $150-170 \mu\text{S}/\text{см}$ .

Обработка виноматериалов холодом без предварительного удаления коллоидов, практически не изменяла значение показателя электропроводности.

На следующем этапе исследований проводили уточнение оптимальных режимов обработки виноматериалов согласно схеме постановки экспериментов (рис.1).

Анализ полученных данных показывает, что при охлаждении крепленых виноматериалов типа Портвейна до температуры минус  $8,0 \pm 8,5^\circ\text{C}$  после предварительной обработки их с целью удаления защитных коллоидов и внесения затравочных кристаллов битартрата калия из расчёта  $100 \text{ мг}/\text{дм}^3$  в охлаждённый виноматериал, стабильность виноматериалов в отношении кристаллических помутнений наступает после 2 сут. выдержки на холоде и фильтровании при температуре охлаждения. При этом значение электропроводности виноматериала снижается на  $80 \div 140 \mu\text{S}/\text{см}$ . Образующиеся при выдержке виноматериала на холоде осадки плотные, имеют четкую границу раздела с виноматериалом, легко утилизируются и составляют  $0,2\%$  (3 дал) от общего количества виноматериала (1300 дал).

При охлаждении виноматериала, обработанного подобным образом до температуры минус  $7,0-7,5^\circ\text{C}$ , стабильность наступает после 5-6 сут. выдержки на холоде и фильтрации при температуре обработки. Образующиеся осадки также плотные, легко утилизируемые и составляют  $0,2\%$ .

При обработке холодом виноматериалов до температуры минус  $7,5^\circ\text{C}$  без предварительного удаления защитных коллоидов стабильность наступает через  $10 \div 12$  сут. выдержки на холоде. При этом образующиеся осадки имеют рыхлую структуру. Их объем составляет  $1,15\%$  (15 дал) от общего количества обработанного виноматериала (1300 дал).

Таблица 1

Показатели электропроводности виноматериалов

Наименование образца виноматериала	Значение показателя электропроводности, $\mu\text{S}/\text{см}$			
	исходный образец	после обработки желатином и бентонитом	после фильтрования на целлюлозе F-25, F-40	после обработки холодом и холодного фильтрования
1. Портвейн белый Алушта	1406,0	1534,0	1539,0	1315,0
2. Портвейн розовый Алушта	1699,0	1807,0	1791,0	1553,0
3. Портвейн красный Алушта	1268,0	1276,0	1309,0	1262,0
4. Портвейн красный Южнобережный	1139,0	1310,0	1316,0	1198,0
5. Портвейн белый Крымский	1264,0	1327,0	1352,0	1206,0
6. Портвейн красный Крымский «Массандра»	1374,0	1397,0	1408,0	1250,0
7. Кагор «Партенит»	1287,0	1322,0	1325,0	1219,0
8. Мадера Крымская	1561,0	1602,0	1672,0	1385,0
9. Кокур полусладкий	1531,0	1610,0	1614,0	1474,0
10. Поручик Голицын	1380,0	1480,0	1486,0	1257,0
11. Портвейн белый Сурож	1381,0	1504,0	1509,0	1250,0

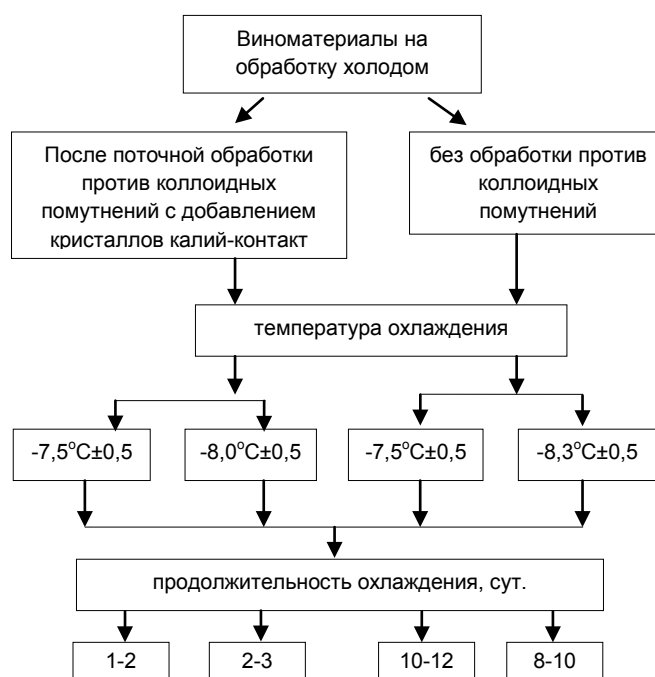


Рис. 1. Схема постановки экспериментов

При охлаждении крепленых виноматериалов до температуры минус  $8,5^\circ\text{C}$  без предварительного снятия защитных коллоидов стабильность в отношении кристаллических помутнений наступает через 8 сут. выдержки на холоде.

Проведены исследования по определению зависимости объема образующихся осадков от температуры обработки виноматериалов холодом. Установлено, что между данными показателями существует тесная корреляционная зависимость. Коэффициент корреляции между температурой обработки крепленых виноматериалов холодом  $T$  (минус  $^\circ\text{C}$ ) и объемом образующихся осадков  $V$  (дал)  $r = -0,9799$ . Уравнение регрессии между данными показателя-

ми имеет вид:

$$V = 86,14 - 9,71T; R^2 = 0,96.$$

Таким образом, оптимальным режимом обработки крепленых вино-материалов холодом, по нашим дан-ным, является: охлаждение вино-материалов до температуры минус 8,3-8,5°C; последующая выдержка на холоде в течение 2-х сут. с предвари-тельным удалением защитных колло-идов с помощью поточной обработки сорбентами (желатин и бентонит), а также введением в охлажденный ви-номатериал центров кристаллизации в виде битартрата калия.

Результаты испытаний винома-териалов на розливостойкость приве-дены в табл. 2.

Технологический процесс ком-плексной стабилизации вин против коллоидных и кристаллических помут-нений проводили согласно разработан-ной аппаратно-технологической схе-ме (рис. 2).

Результаты определения физико-химического состава виноматериалов, прошедших комплексную обработку против коллоидных и кристалличе-ских помутнений в производственных условиях, приведены в табл. 3.

Как видно из данных табл.3 после комплексной обработки виноmateri-алы стабильны к коллоидным и кри-сталлическим помутнениям.

Проведённые исследования пока-зали эффективность поточной обра-ботки виноматериалов против колло-идных и кристаллических помутнений с помощью специально разработанно-го оборудования.

В результате проведённых иссле-дований установлено, что для дости-жения стабильности вин к помутне-ниям коллоидной природы и кристал-лическим помутнениям необходимо готовить виноматериалы к обработке холодом. Для этого непосредственно перед обработкой холодом необходи-мо обрабатывать его минимальными (в разы) по сравнению с общепринятыми дозами сорбентов - раствором желати-на и суспензией активированного бен-тонита в потоке на специальном обо-рудовании – установке ВДИ-10. Для повышения эффективности обработ-ки виноматериалов и снижения объ-ёма образующихся осадков коллоидно-химические и структурно-механические свойства бентонита не-обходимо увеличивать за счёт механической акти-визации на установке УСБ-0,5. Для интенсифика-ции процесса обработки виноматериалов холодом необходимо использовать мешалку-конвектор для контакта затравочных кристаллов битартрата ка-лия с виноматериалом.

Данная технология комплексной стабилизации вин против коллоидных и кристаллических помутне-

Таблица 2

## Результаты испытаний виноматериалов на розливостойкость

Образец виноматериала – Портвейн белый Алушта	Склонность к помутнениям*	
	коллоидным	кристаллическим
Контроль	нерозливостойкий (+)	нерозливостойкий (+)
После оклейки желатином и бентонитом	нерозливостойкий (+)	нерозливостойкий (+)
После оклейки и фильтрации на намыв- ном фильтре через целлюлозу F-25, F-45 (Германия)	нерозливостойкий (+)	нерозливостойкий (+)
После оклейки, обработки холодом, выдержки в течение 2 суток и холодного фильтрования	стабилен (-)	стабилен (-)

Примечание: \*(+) – склонен; \*(-) – не склонен.

Таблица 3

## Влияние комплексной обработки виноматериалов на их физико-химические показатели качества

№ п/п	Показатели	Образец виноматериала					
		Портвейн Розовый		Портвейн Крас- ный		Мускат Розовый	
		исхо- дный	после об- работки	исхо- дный	после об- работки	исхо- дный	после об- работки
1	Исходная мутность, ф.е.	5,8	0,6	2,0	2,0	2,2	0,3
2	Объемная доля эти- лового спирта, % об.	17,0	17,1	16,9	16,8	16,0	15,9
<i>Тест на обратимые коллоидные помутнения</i>							
3	Тест с охлаждением	30,0	0,9	110,9	0,7	8,5	4,0
4	Тест с нагреванием и охлаждением	18,8	0,8	21,4	0,6	0,2	0,2
<i>Тест на кристаллические помутнения</i>							
	Существующий	+	-	+	-	+	-
<i>Массовая концентрация</i>							
5	инвертного сахара, г/100 г	6,4	6,3	6,0	5,9	14,8	14,7
6	общего экстракта, г/дм <sup>3</sup>	81,3	80,0	77,6	76,2	166,2	162,6
7	приведенного экстракта, г/дм <sup>3</sup>	17,3	17,0	17,6	17,2	18,2	17,9
8	титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	4,9	4,7	5,7	5,5	5,9	5,7
9	винной кислоты, г/ дм <sup>3</sup>	1,9	1,6	2,3	2,1	1,9	1,5
10	кальция, мг/дм <sup>3</sup>	75	75	66	63	125	121
11	калия, мг/дм <sup>3</sup>	537	470	590	490	710	620
12	Фенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup> :						
	сумма	762	733	1134	1081	790	775
	мономерных форм	356	387	565	558	405	414
	полимерных форм	406	346	568	523	385	361
	доля полимерных форм, %	53,2	47,2	50,1	48,3	48,7	46,6
13	pH	3,40	3,39	3,38	3,36	3,45	3,40

Примечание: (+) – нестабильное; (-) – стабильное.

ний внедрена в ГК НПАО «Массандра» и рекомен-дована для использования на винодельческих пред-приятиях. Объем виноматериалов, обработанных по схеме комплексной обработки в 2012 г. в ГК НПАО «Массандра», составил 150 тыс. дал.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валушко Г.Г., Зинченко В.И., Мехуза Н.А. Стабилизация виноградных вин. – М.: Агропромиздат, 1987. - 130 с.
2. Агеева Н.М., Таланян О.Р., Монастырский В.Ф. О стабилизации вин к кристаллическим помутнениям // Изве-

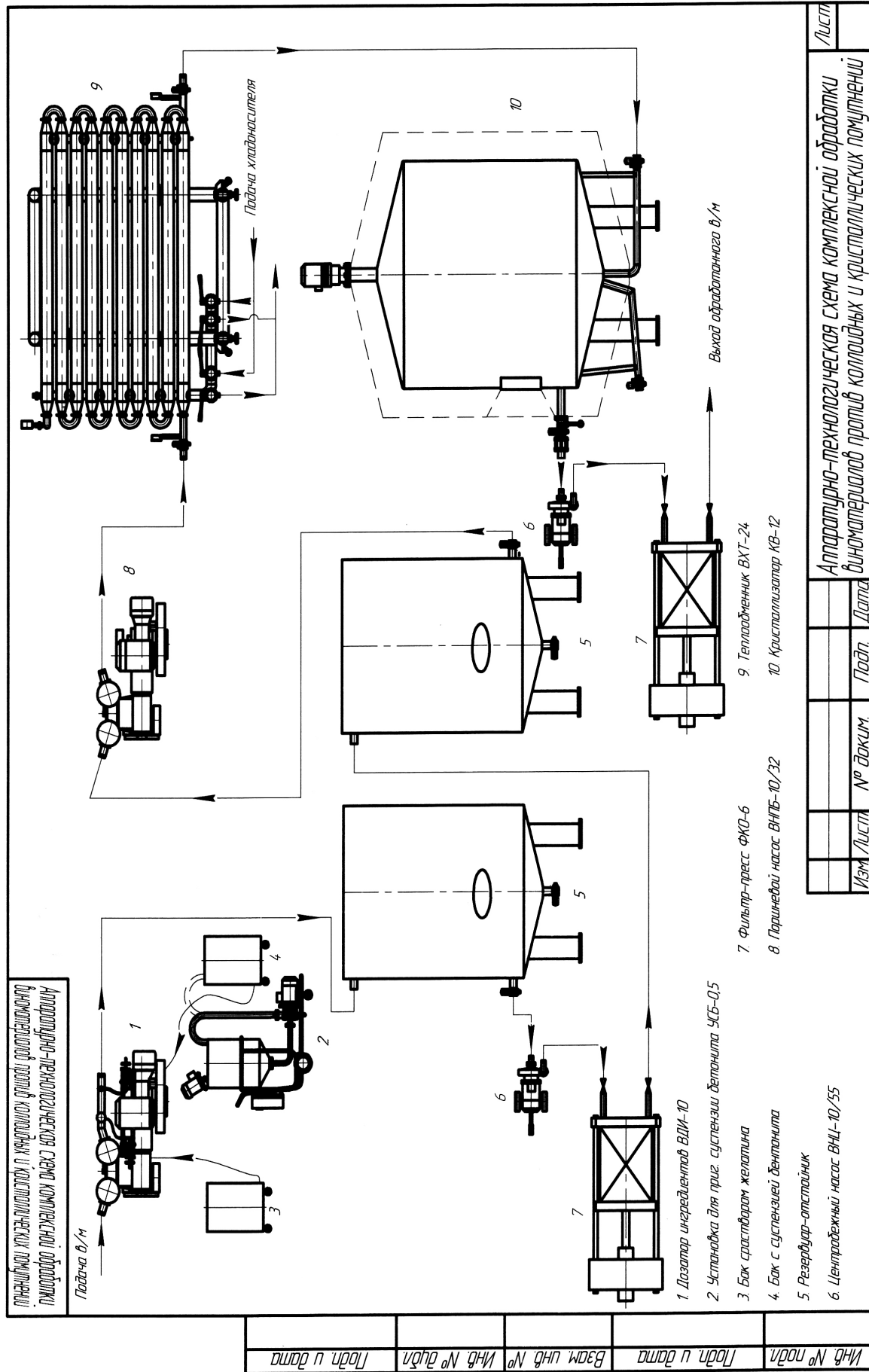


Рис.2. Аппаратно-технологическая схема комплексной стабилизации виноматериалов против коллоидных и кристаллических помутнений.

- стия вузов. Пищевая технология – 1982. - №1. - С.114-116.
3. Датунашвили Е.Н., Миндадзе Р.К., Миндадзе Т.Э. Стабилизация вин к коллоидным помутнениям // Виноделие и виноградарство СССР - 1982. - №1. - С.38-40.
4. Таран Н.Г., Зинченко В.И. Современные технологии стабилизации вин.- Кишинев: НИВиВ Республики Молдова, 2006. - 340 с.
5. Линецкая А.Е. Рациональные методы стабилизации вин // Виноград и вино России. – 2001. - №3. - С.30-32.
6. Кишковский Э.Н., Линецкая А.Е. Кристаллические помутнения вин и их предупреждение // Виноград и вино России. - 2000. - №2. - С.30-32.
7. Справочник по виноделию. Изд. 3-е, перераб. и доп. / Под ред. Г.Г. Валушко, В.Т. Косюры. - Симферополь: «Таврида», 2005. - 589 с.
8. Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности / Под ред. Валушко Г.Г. - М: Агропромиздат, 1985. - 511 с.
9. Kohler N., Miltenberger R. Kristallbildung in Wein // Bayer Landwirt. - 1981. - №3. - S.55-69.
10. Кологранде О., Мадзолени В. Использование холода для стабилизации вин к выпадению битартрата калия // Industrie delle. Bevande. - 1984. - 13. - № 6. - С.459.
11. Толстенко Д.П. Разработка методики определения оптимальной схемы обработки белых столовых виноделий: автореф. дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук: спец. 05.18.07 «Технология продуктов брожения». – Ялта, 2002. - 18 с.
12. Усселио-Томассет Л. Помутнения физико-химического характера. Их предупреждение и устранение // Технологические процессы в виноделии – Кишинев: Штиинца, 1991. – С.147-152.
13. Датунашвили Е.Н., Павленко Н.М., Маликова В.Я. Влияние технологических обработок на стойкость их к коллоидным помутнениям. - Симферополь: Таврида, 1971. - 56 с.
14. Загоруйко В.А. Создание препаратов диоксида кремния и разработка технологий их использования в производстве вин, соков и напитков: дис. на соискание учёной степени докт. техн. наук: 05.18.07: «Технология продуктов брожения, алкогольных и безалкогольных напитков». – Ялта, 1990. – 58 с.
15. Чурсина О.А. Развитие научных основ технологии коллоидной стабилизации вин: автореф. дис. на соискание учёной степени докт. техн. наук: спец. 05.18.05 «Технология сахаристых веществ и продуктов брожения». - Ялта, 2012. - 43 с.
16. Дёмин Д.П. Совершенствование технологии стабилизации марочных вин: автореф. дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук: спец. 05.18.07 «Технология продуктов брожения, алкогольных и безалкогольных напитков».- Ялта, 1985. - 25 с.
17. Кульов С.В., Садлаев О.О. Установка для дозирования ингредиентов при обработке сула и виноделий // Аграрная наука - производству. - 2009. - №1.- С.31.
18. Виноградов В.А., Чаплыгина Н.Б., Кулёв С.В. Практическое решение проблемы стабилизации виноделий холодом // Виноград. - 2010. - №9 (32). - С.66-69.
19. Сокращение энергозатрат на производство «холода» в условиях НПАО «Массандра» / Виноградов В.А., Авидзба А.М., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Бойко Н.К., Гучаков А.М., Проботюк Н.В., Березюк М.В., Дымшевский В.В. // Сб. научн. тр. НИВиВ «Магарач». - Т. XXXVIII. - 2008. - С.121-124.
20. Стабников В.Н., Баранцев В.И. Процессы и аппараты пищевых производств. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 328 с.
21. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. – Симферополь: Таврида, 2009. - 304 с.

Поступила 18.02.2013  
 ©В.А.Виноградов, 2013  
 ©В.А.Загоруйко, 2013  
 ©С.В.Кулёв, 2013  
 ©Н.Б.Чаплыгина, 2013  
 ©Л.А.Михеева, 2013