

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ОКЛАФОР Габриэль Ифеаний

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВИННОГО КАМНЯ
В ВИНОГРАДНОМ СОКЕ С ПОМОЩЬЮ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Специальность 05.18.13 - технология
консервированных пищевых продуктов

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1993

АВ 28844

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Флауменбаум Б.Л.

Научный консультант - кандидат технических наук, старший научный сотрудник Касьянов Г.И.

Официальные оппоненты - доктор химических наук, профессор Еребин Ю.Л.

- кандидат технических наук Горковлук Н.П.

Ведущая организация - Одесский консервный завод им. В.И. Ленина

Защита состоится "29" декабря 1993 года в 10³⁰ часов на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова по адресу: 270039, Украина, г. Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

Автореферат разослан "29" ноября 1993 г.

Ученый секретарь
д.т.н., профессор



Егоров Е.В.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00802884 (U)

І. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Важное значение в экономике большинства стран мира отводится развитию рациональных способов переработки и хранения сельскохозяйственного сырья, т.к. это определяет жизненный уровень и состояние здоровья населения. Особенно это относится к консервированным пищевым продуктам из плодов и ягод, в частности к сокам, потребление которых во всем мире имеет устойчивую тенденцию к росту, что объясняется их приятными органолептическими качествами, высоким содержанием витаминов и других биологически активных веществ.

В числе этой продукции видное место занимает виноградный сок (ВС), как один из наиболее широкоупотребляемых в большинстве стран. Однако существующая технология ВС до сих пор не отработана надлежащим образом и не всегда гарантирует получение готовой продукции, стабильной в течение необходимого срока хранения. Основная трудность, осложняющая получение этого продукта, заключается в том, что в процессе хранения ВС из него выпадает кристаллический осадок винного камня, представляющий собой преимущественно кислую калиевую соль винной кислоты с небольшой примесью среднего виннокислого кальция. Несмотря на то, что винный камень (ВК) не только совершенно безвреден, но и весьма полезен для здоровья, наличие осадка существенно ухудшает внешний вид продукта и вызывает к нему предубеждение потребителя.

Проблемой детартрации ВС специалисты многих стран мира занимаются уже свыше 60 лет. Однако, несмотря на то, что к настоящему времени разработано много различных способов стабилизации ВС против кристаллических помутнений, поиск новых эффективных способов, особенно с использованием дешевых, доступных и безвредных, не изменяющих натуральные свойства ВС, остается актуальной проблемой.

В связи с этим особый интерес вызывает идея ускорения выпадения тартратов из ВС путем внесения в него в качестве центров кристаллизации ВК диоксида углерода (ДУ) в твердом или жидком виде. Выполняя функцию детартрации, ДУ легко может быть удален в газообразном виде из сока путем испарения и после регенерации может повторно использоваться в процессе.

Цель и задачи исследования. Цель исследования - изыскание способов интенсификации выпадения из ВС кристаллических осадков тартратов с помощью твердого или жидкого ДУ.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие основные задачи исследования:

1. Исследовать кинетику кристаллизации тартратов из модельных растворов ВК и ВС при совместном воздействии твердого ДУ и лактата кальция (ЛК) при обычной температуре хранения.

2. Выяснить влияние температуры на процесс кристаллизации ВК из модельных растворов и ВС при обработке твердым ДУ.

3. Определить влияние давления углекислого газа в закрытых сосудах с модельными растворами ВК на кинетику его кристаллизации.

4. Изыскать возможность оптимизации процесса детартрации ВС методом математического планирования эксперимента.

5. Исследовать кинетику кристаллизации ВК из модельных растворов и ВС при обработке ДУ в условиях давления, соответствующего его фазовому превращению из газообразной формы в жидкую.

6. Изучить кристаллооптические и рентгеноструктурные характеристики кристаллических осадков, выпадающих из модельных растворов ВК и ВС при различных условиях детартрации.

7. Выяснить влияние детартрации с помощью ДУ на физико-химические показатели виноградного сока.

8. Разработать устройство для осуществления детартрации ВС с помощью жидкого ДУ, пригодное в производственных условиях.

9. Разработать технологический узел в схеме получения стабилизированного против кристаллических помутнений виноградного сока с применением в качестве детартрирующего агента диоксида углерода.

Научная новизна. Установлено, что предупредить кристаллические помутнения в натуральном ВС можно путем его обработки с помощью твердого либо жидкого ДУ, который может играть роль центров кристаллизации тартратов и способствовать интенсификации процесса кристаллизации ВК и его быстрому выпадению в осадок.

Изучена кинетика кристаллизации ВК из ВС и модельных растворов при внесении твердого и жидкого ДУ, а также при комбинированной обработке твердой углекислотой совместно с ЛК. Определенные в результате этого изучения закономерности кристаллизации битартрата калия позволили научно обосновать продолжительность процесса детартрации с помощью ДУ, гарантирующую стабильность готового продукта против кристаллических помутнений.

С помощью методов рентгеноструктурного анализа и кристаллооптических исследований экспериментально доказано, что осадки, выпадающие при обработке ВС диоксидом углерода, представляют собой практически чистые орторомбические кристаллы битартрата калия и, следовательно, предложенный способ детартрации не влияет на минеральный состав продукта.

С помощью метода математического планирования эксперимента, осуществленного по программе крутого восхождения, проведена оптимизация процесса детартрации ВС с применением твердого ДУ, в результате чего были определены значения таких параметров, как массовая доля вносимого в сок ДУ, время выдержки, температура процесса и исходное содержание в соке ВК, которые обеспечивают максимальный эффект предлагаемой обработки.

Практическая ценность работы. Разработан способ предупреждения кристаллических помутнений в натуральном ВС с применением дешевого, доступного и безвредного агента - диоксида углерода.

Научно обоснованы и испытаны в лабораторных условиях на полупромышленной установке основные технологические параметры процесса детартрации (количество вносимого ДУ, время выдержки, температура сока, давление углекислого газа над поверхностью сока) с помощью CO_2 , гарантирующие стабильность готовой продукции против кристаллических помутнений.

Определено, что с практической точки зрения детартрацию ВС предпочтительнее проводить с использованием ДУ в жидкой форме. В этом виде его удобнее дозировать в сок, обеспечить его интенсивное перемешивание и охлаждение и, в конечном итоге, благодаря увеличению числа центров кристаллизации, ускорить процесс осаждения винного камня.

Детартрация ВС с применением ДУ обеспечивает получение более натурального продукта, чем в случае проведения химической детартрации (использование лактата кальция, глюконата кальция и др.), поскольку процесс кристаллизации протекает без замены естественной винной кислоты на молочную.

Для проведения процесса детартрации с помощью жидкого ДУ в производственных условиях были разработаны специальная установка и устройство, оригинальность конструкции и практическая ценность которых подтверждена положительным решением Российского патентного ведомства на выдачу авторских свидетельств по двум заявкам (№ 92-011613/13/057816 от 14.12.92 и № 5044344/13/025665 от 27.05.92).

Разработана технологическая схема производства детартрированного натурального ВС, включающая процесс удаления ВК обработкой жидким ДУ в предложенном нами специальном узле.

Предлагаемая схема и устройство могут давать значительный экономический и экологический эффект, т.к. жидкий ДУ, кроме функции детартрирующего агента, одновременно является и хладогентом, обеспечивая снижение температуры сока до значений, близких к опти-

мальным для кристаллизации ВК, и, кроме того, обработанный CO_2 в газообразном виде полностью удаляется из сока и после регенерации повторно используется в процессе, образуя замкнутый технологический цикл.

Апробация работы. Материалы исследований были доложены на 52-й научной конференции ОТИП им. М.В.Ломоносова (г.Одесса, 1993), научной конференции КТИП (г. Киев, 1993).

По материалам диссертации получено 2 положительных решения Российского патентного ведомства на выдачу авторских свидетельств.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы и приложений.

Работа изложена на 115 страницах машинописного текста, содержит 43 рисунка и 15 таблиц. Список литературы включает 110 наименований, из них 12 иностранных авторов.

На защиту выносятся:

- новый способ предупреждения кристаллических отложений в натуральном ВС путем проведения детартрации с помощью ДУ;
- экспериментальные данные по определению кинетики процесса кристаллизации винного камня при обработке модельных растворов и ВС твердым и жидким ДУ, а также комбинированным способом (твердый ДУ и ЛК) при различных условиях;
- параметры оптимизации процесса детартрации ВС с помощью твердого ДУ, определенные методом математического планирования эксперимента;
- кристаллооптические и рентгеноструктурные характеристики осадков тартратов, выпадающих из образцов ВС при различных вариантах его обработки с помощью ДУ;
- технологическая схема производства стабилизированного против кристаллических помутнений ВС, а также устройство и установка для проведения детартрации в промышленных условиях.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, приведена общая характеристика работы.

В первой главе представлен аналитический обзор мировой научно-технической литературы, посвященной особенностям консервирования ВС, связанным с наличием в его химическом составе тартратов и возникновением кристаллических помутнений. Приведено описание многочисленных способов детартрации ВС с указанием положительных и отрицательных моментов в предложенных ранее технологиях.

Во второй главе изложены сведения об объектах исследования и методах проведения экспериментов.

Объект исследования - виноградный сок сорта Лидия с массовым содержанием винного камня, доведенным до 1 %, и модельный раствор (1 %) химически чистого ВК.

Приведена характеристика и способ получения твердого и жидкого диоксида углерода.

При изучении осадков ВК и физико-химических показателей образцов ВС были использованы современные методы - рентгеноструктурный анализ, кристаллооптические определения, хроматография, специальные методы химического анализа и др.

Массовое определение битартрата калия проводили по методу Берто и Флерье, основанному на осаждении соли спирто-эфирной смеси с последующим титрованием растворенного осадка едким натром.

Тартрат кальция определяли манганометрическим методом, разработанным *Peau de St Gilles* в модификации проф. Б.Л.Лауменбаума.

Третья глава посвящена изучению кинетики кристаллизации ВК из модельных растворов и ВС при внесении ДУ в различных условиях.

При обработке лакататом кальция (рис. 1) уже в первые 2-4 часа происходит осаждение подавляющего количества (> 80 %) тартратов. Однако полное выпадение кристаллов завершается постепенно в течение нескольких суток. Более интенсивное (на 6-10 %) выпадение ВК происходит при комбинированной обработке ЛК и твердым ДУ.

Следует отметить, что кинетика детартрации модельных растворов ВК и ВС осветленного, в принципе, протекает аналогично, а отличие заключается лишь в том, что интенсивность выпадения ВК в соке на 3-4 % меньше, чем в модельном растворе, т.к. наличие в соке защитных коллоидов препятствует процессу седиментации. Это подтверждается также и тем, что в случае неосветленного ВС интенсивность выпадения ВК была еще на 7-9 % меньше в сравнении с модельным раствором.

Внесение в модельные растворы и ВС твердого ДУ также дает ощутимый эффект ускорения процесса детартрации, хотя и меньший, чем при использовании ЛК (рис. 2). В частности, в течение 1 часа удалось удалить из осветленного ВС 32 % ВК, в то время как из контрольного образца выпало только 20 % тартратов.

Представленные на рис. 1 и 2 данные свидетельствуют о том, что при обработке твердым ДУ процесс детартрации наиболее интенсивно протекает в первые 2 часа.

Результаты по выяснению влияния температуры на эффективность

детартрации при обработке твердым ДУ (рис. 3) позволяют сделать вывод, что снижение температуры обработки сока с 20 до 5 °С дает возможность интенсифицировать процесс кристаллизации ВК в I, 7-1, 9 раза в зависимости от характера образца.

Нами были проведены также эксперименты, ставившие своей целью выяснение целесообразности использования избыточного давления газообразного CO_2 при осуществлении детартрации ВС твердым ДУ в герметизированном детартраторе. Полученные результаты показали, что создание газовой подушки с давлением 1 мПа обеспечивает интенсификацию процесса детартрации, в среднем, на 5 %, а, следовательно, это целесообразно для использования в производственных условиях и, кроме того, создает предпосылки для вторичного использования CO_2 , что весьма актуально в экологическом отношении.

Обобщая данные рис. 1 - 3, следует отметить, что хотя использование для детартрации ЛК чистого либо в комбинации с твердым ДУ дает хороший эффект, имеются также и определенные недостатки, обусловленные свойствами кальциевой соли молочной кислоты. В частности, химическая реакция в ВС с участием ЛК и сопутствующая ей кристаллизация ВК протекают сравнительно долго, что требует продолжительной выдержки сока, т.к. в противном случае имеется опасность возникновения кристаллических помутнений в готовом продукте. Кроме того, при использовании ЛК изменяется химическая природа натурального ВС. Кристаллооптические и рентгеноструктурные исследования показали также, что в составе осадка, выпадающего при внесении ЛК, преобладают крупные кристаллы тартрата кальция, в то время как в случае использования ДУ осадок состоит, преимущественно, из бихартрата калия - основного соединения ВК.

В связи с вышесказанным мы апробировали для детартрации ВС также ДУ в жидкой форме (рис. 4). Эксперименты по обработке жидким ДУ осуществляли на специальной лабораторной установке (ВНИИЖП, г. Видное, Московская обл.), представляющей собой систему агрегатов, основными элементами которой являются детартратор, конденсатор и углекислотный баллон. ВС либо модельный раствор ВК помещали в детартратор и герметизировали агрегат, затем с помощью газообразного ДУ поднимали в системе давление до 6 мПа и подавали жидкий ДУ, наслаивая его на поверхность обрабатываемой жидкости. Подача жидкого ДУ осуществлялась в течение 8 мин, а скорость введения агента была отрегулирована из расчета 100 см^3 жидкого CO_2 на 1 дм^3 ВС либо модельного раствора (т.е. 10 %). Во время подачи жидкого ДУ происходило снижение температуры обрабатываемой жидкости, т.к. ДУ

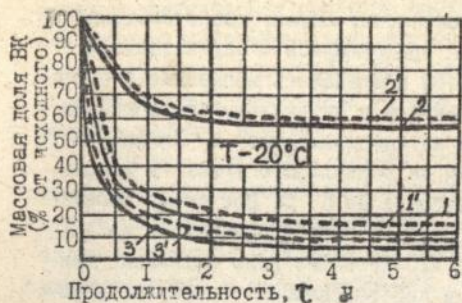


Рис. 1. Кинетика дедартерации модельного раствора лактата кальция и осветленного ВС при различных обработках:

1. Лактат кальция (модельный р-р)
- 1'. Лактат кальция (BC)
2. Диоксид углерода твердый (модельный раствор)
- 2'. Диоксид углерода твердый (BC) - 4%
3. Лактат кальция и диоксид углерода твердый (модельный р-р) - 4%
- 3'. Лактат кальция и диоксид углерода твердый (BC) - 4%.



Рис. 2. Кинетика дедартерации модельного раствора лактата кальция и осветленного ВС при обработке диоксидом углерода твердым (4%):
1 - контроль (BC); 1' - контроль (модельный раствор); 2 - BC; 2' - модельный раствор



Рис. 3. Влияние температуры на кинетику дедартерации модельного раствора лактата кальция и осветленного ВС при обработке диоксидом углерода твердым (4%):

- 1 - модельный раствор, 20 °C.
- 1' - BC, 20°C
- 2 - модельный раствор, 5 °C
- 2' - BC, 5°C.

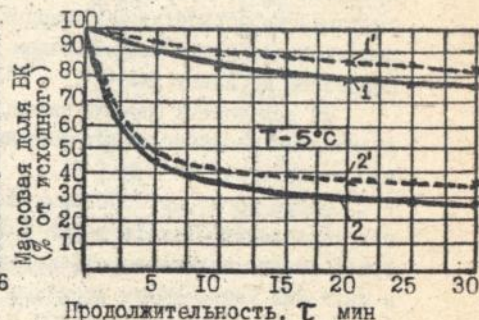


Рис. 4. Кинетика дедартерации модельного раствора лактата кальция и осветленного ВС при обработке диоксидом углерода жидким (10%):

- 1 - контроль (модельный раствор)
- 1' - контроль (BC)
- 2 - модельный раствор
- 2' - BC

является также и эффективным хладогентом. Затем, после введения необходимого объема ДУ, его подача прекращалась и осуществлялся постепенный сброс давления. При этом наблюдалось испарение и бурное вскипание жидкого CO_2 , сопровождаемое интенсивным поглощением тепла из обрабатываемой жидкости, а, следовательно, и снижением его температуры, снижение давления до нормального уровня и понижение температуры обрабатываемой жидкости до 5°C . При этом, собственно, и наблюдалась детартрация, т.к. в обрабатываемой жидкости образующиеся кристаллики твердого ДУ, играющие роль затравки для ВК, являлись одновременно центрами кристаллизации тартратов, ускоряя процесс их седиментации. Положительное влияние на кинетику детартрации оказывает также и интенсивное перемешивание жидкости, происходящее в процессе обработки жидким ДУ, что способствовало равномерному распределению центров кристаллизации в обрабатываемом объеме, формированию большого числа этих центров, образованию сравнительно мелких кристаллов, что, в совокупности, значительно ускоряет детартрацию (рис. 4). Использование жидкого ДУ позволило за 30 мин удалить $\sim 70\%$ ВК, а это более чем в 2 раза превышает результат, достигнутый при применении твердого CO_2 , что позволяет сделать вывод о том, что для процесса детартрации ВС практически более целесообразно проводить его обработку ДУ в жидкой форме.

С целью определения численных значений параметров проведения процесса кристаллизации ВК из ВС, обеспечивающих максимальную эффективность обработки ВС твердым ДУ, нами осуществлена оптимизация вышеуказанного процесса методом математического планирования эксперимента по плану ПИЗ-2⁴.

Из полученных данных видно, что обработка ДУ наиболее эффективна для высококислотных сортов винограда, отличающихся повышенным содержанием ВК ($> 1\%$).

Кроме того, на основании анализа совместного влияния различных технологических факторов был получен теоретический вывод о том, что для повышения эффективности детартрации следует стремиться к снижению температуры процесса (оптимум - 5°C), увеличению объема вводимого ДУ (оптимум - $0,107 \text{ г/см}^3$) и сокращению продолжительности процесса.

Полученный в результате обработки жидким ДУ сок был подвергнут различным физико-химическим исследованиям, которые показали (табл. I), что содержание ВК уменьшилось более чем в 3 раза, а остаточное количество углекислоты ($0,05 \text{ г/дм}^3$) в ВС находится на таком уровне, что никоим образом не в состоянии повлиять на кислот-

ность и органические свойства продукта. Это свидетельствует о том, что разработанный нами способ обеспечивает снижение содержания тартратов в нестабильном соке до безопасного в отношении кристаллических помутнений уровня и в то же время не загрязняет продукт рабочим агентом.

При этом активная кислотность ВС практически не претерпела изменений, а титруемая кислотность слегка понизилась (на 0,07%), что обусловлено, преимущественно, удалением кислого виннокислого калия и частично соосаждением свободных органических кислот, содержание которых также несколько уменьшилось. Следует отметить, что соотношение основных кислот ВС — яблочной и винной осталось после обработки практически прежним, а следовательно данная технология почти не влияет на первоначальную природу органических кислот натурального виноградного сока.

Таблица I

Физико-химические показатели осветленного виноградного сока (контроль) и обработанного жидким диоксидом углерода

№ пп	Показатели	Разм.	Обработан.	Исх. сок
1.	Сухие вещества	%	19,5	18,8
2.	Плотность	г/см ³	1,080	1,078
3.	Относительная вязкость	с.пуаз.	2,01	1,95
4.	Общие коллоиды	%	0,8	1,1
5.	pH	с/р	2,90	2,95
6.	Кислотность (в пересчете на винную)	г/дм ³	0,77	0,84
7.	Яблочная кислота	г/дм ³	0,49	0,54
8.	Винная кислота	г/дм ³	0,22	0,24
9.	Винный камень	г/дм ³	3,1	10,0
10.	Содержание спирта	г/дм ³	0,031	0,030
11.	Число аромата	с/р	2,0	2,5
12.	Редуцирующие сахара	г/дм ³	18,1	17,6
13.	Пектиновые вещества	%	0,34	0,36
14.	Полифенольные вещества	%	0,042	0,054
15.	Содержание CO ₂	г/дм ³	0,100	0,05

Примечание: При числе измерений $n = 3$ и вероятности $p = 0,95$ границы доверительного интервала погрешности среднего значения относительно содержания определяемых компонентов (%) = 0,05-5, 5-10, 10-20 составляли, соответственно, $\pm 0,05$; $\pm 0,3$; $\pm 0,5$.

Что касается других компонентов ВК, то изменение в сторону уменьшения содержания наблюдалось в случае коллоидов и таких биополимеров, как пектиновые и полифенольные вещества, которые могут

флокулировать в процессе седиментации ВК. Кроме того, происходит также определенная потеря ароматических веществ (25 %), которые теряются с током газообразного CO_2 .

В то же время барботирование через обрабатываемую жидкость ДУ приводит к улетучиванию части влаги, что сопровождается увеличением содержания сумм сухих веществ (на 0,7 %) и редуцирующих сахаров (на 0,5 %). Одновременно наблюдалось небольшое возрастание плотности и вязкости.

Рентгеноструктурные и кристаллооптические исследования кристаллического осадка, выпадающего при обработке сока ДУ, показали, что последний представляет собой мелкодисперсные однородные орторомбические кристаллы с нормальной либо незначительно повышенной интенсивностью рефлексов, соответствующих однофазному веществу — битарtrate калия. Следует отметить, что агрегат осадка характеризовался определенной морфологической неоднородностью (таблетчатые, длинностолбчатые формы, полисинтетическое двойникование и др.).

Проведенные исследования могут свидетельствовать также о том, что предлагаемый способ детартрации не приводит к образованию новых соединений, выпадающих в осадок совместно с ВК, не изменяет существенно химический состав сока, а следовательно в этом плане нет никаких препятствий для его широкого внедрения в производство консервированного ВС.

В четвертой главе приведены разработки по техническому оформлению процесса детартрации ВС жидким CO_2 .

В частности, дано описание конструктивных особенностей и принципа работы установки для стабилизации ВС против выпадения кристаллического осадка ВК, которую можно использовать в промышленных условиях (получено положительное решение Российской патентной экспертизы). Данная установка позволяет совместить все технологические операции по стабилизации ВС в одной позиции оборудования, основными частями которого являются смеситель, теплообменник, сепаратор и емкости для исходного, обработанного ВС и ВК. При этом жидкий ДУ используется в качестве кристаллической затравки и хладогента.

Функционирование установки сводится к тому, что ВС подадут в перфорированный барабан и одновременно из баллона через дозатор под давлением поступает жидкий ДУ и смешивается с соком. Протекая через специальные сопла, ДУ подвергается адиабатному расширению, что сопровождается падением давления, частичным испарением жидкого ДУ и переходом оставшейся части в твердую фазу, а это способствует

интенсивному охлаждению ВС и образованию в нем центров кристаллизации ВК на частичках твердого ДУ.

Вращением барабана обеспечивается равномерное распределение ВС в канале и интенсификация теплообменных процессов. Сепарация стабилизированного ВС от осадка ВК происходит в поле центробежных сил при противоположном вращении двух барабанов. Стабилизированный ВС после фильтрации пористым барабаном от твердой фазы поступает в емкость для готового продукта.

В этой же главе приведено описание устройства для детартрации ВС, на которое также было получено положительное решение Российского патентного ведомства. Работа устройства, как и вышеописанной установки, предполагает использование в качестве рабочего агента жидкого ДУ. К числу конструктивных достоинств установки относится возможность осуществления непосредственного теплообмена между ВС и жидким ДУ, выполняющим роль хладоагента, что обеспечивает низкую энергоемкость и высокий КПД. Дополнительная экономия энергии происходит за счет вращения жидким ДУ вала с мешалкой. Устройство обладает повышенной надежностью работы ввиду отсутствия несимметричных нагрузок на вал и обеспечивает большую поверхность контакта детартрирующего агента и ВС за счет барботирования жидкого CO_2 через мешалку из пористого материала.

Кроме того, предлагаемая конструкция вала с мешалкой позволяет снимать и транспортировать их к следующей емкости и, таким образом, проводить детартрацию ВС в нескольких емкостях с помощью лишь одного комплекса указанного узла.

Устройство обеспечивает высокую эффективность детартрации ВС, т.к. вводимый ДУ снижает температуру среды до значений, способствующих быстрой кристаллизации ВК, а наличие дополнительных сопел в мешалке позволяет активно вемучивать кристаллы осадка ВК со дна, инициировать их постоянное циркулирование в объеме сока, что создает большое число центров кристаллизации.

На рис. 5 приведена принципиальная технологическая схема производства ВС, стабилизированного против кристаллических помутнений, обусловленных выпадением ВК, с помощью обработки жидким ДУ в разработанной нами установке для детартрации. Подробное аппаратное оформление приведенных на схеме стадий процесса дано в диссертационной работе.

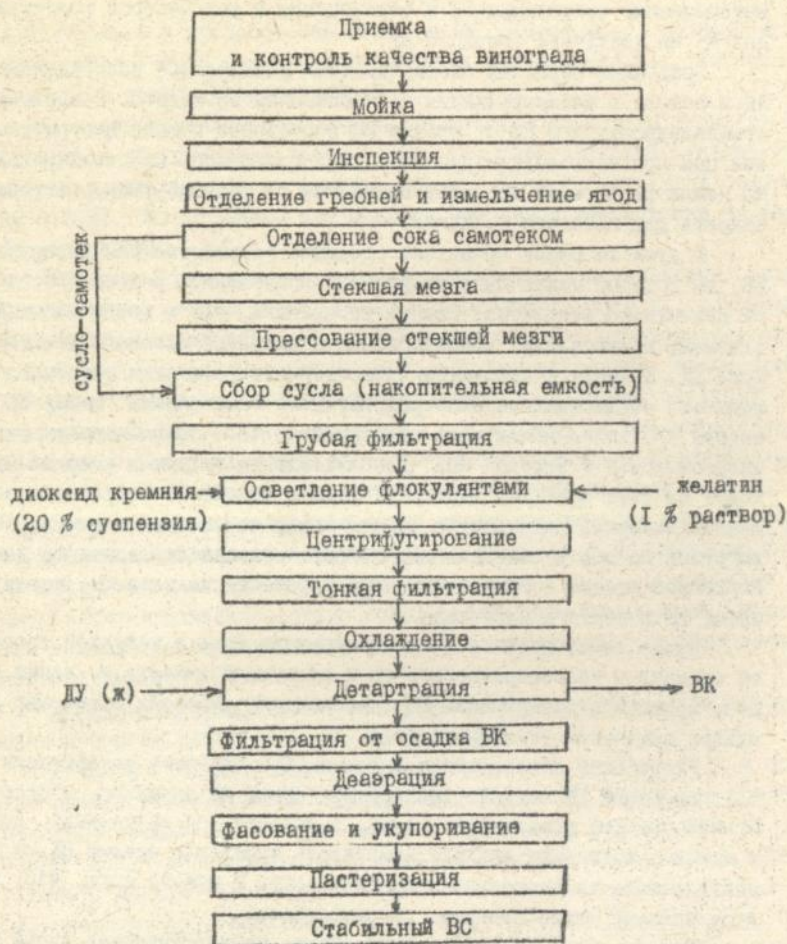


Рис. 5. Технологическая схема производства стабилизированного от кристаллических помутнений виноградного сока.

Выводы

1. Кинетика процесса кристаллизации ВК из его модельных растворов и виноградного сока при воздействии ДУ в твердом и жидком состоянии, а также при комбинированной обработке твердым ДУ и ЛК показывает эффективность этих методов обработки. Во всех случаях ДУ способствует, хотя и в разной степени, интенсификации процесса детартрации благодаря образованию множества центров кристаллизации виннокислых солей.

2. Наибольшую степень детартрации ($> 80\%$) обеспечивает при определенных условиях (комнатная температура, суточная выдержка) комбинированная обработка ЛК и ДУ в твердой форме. Однако длительность такой обработки еще довольно высока.

3. ДУ в жидком состоянии является более эффективным методом осаждения ВК, чем в твердом. Степень удаления ВК в первом случае достигает 70% , в то время как его выпадение при тех же условиях в случае твердого ДУ (температура $+5^{\circ}\text{C}$, время обработки 30 мин) составляет 60% .

4. Резко возрастает эффективность удаления ВК при обработке ВС твердым ДУ при пониженных температурах. Снижение температуры обработки с $+20$ до $+5^{\circ}\text{C}$ позволяет интенсифицировать скорость кристаллизации ВК в 1,8–2 раза.

5. Создание давления углекислого газа в герметической емкости в процессе технологической обработки несколько ускоряет процесс детартрации. Это обстоятельство свидетельствует о целесообразности использования газовой подушки при реализации процесса в производственных условиях.

6. Оптимизация процесса кристаллизации ВК в ВС при обработке ДУ по программе крутого восхождения показывает, что наиболее эффективно процесс протекает в соках, полученных из высококислотных сортов винограда, содержащих около или более 1% ВК.

7. Обработка ВС жидким ДУ с целью осаждения ВК обладает следующими технологическими достоинствами: процесс происходит при интенсивном самопроизвольном перемешивании и охлаждении сока. Весьма удачно осуществляется внесение и дозирование жидкого ДУ из баллона с CO_2 , количество которого составляет около 10% к обрабатываемому соку. Выполнивший свою функцию детартратора, превратившийся в газообразную форму ДУ, регенерируется и повторно используется в производственном цикле.

АВ 28.844

8. Применительно к м... разработаны защищенные пат... могут быть использованы в... стабильного ВС. Узел процесса детартрации ВС с помощью жидкого ДУ состоит из баллона с жидким CO_2 , конденсатора, работающего под давлением 6 МПа, и детартратора с емкостью для обработки - ваемого сока.

9. Кристаллографическими и рентгеноструктурными исследованиями идентифицированы осадки, образующиеся при обработке ВС диоксидом углерода, установлено, что они представляют собой орторомбические кристаллы битартрата калия и не содержат каких либо посторонних соединений.

10. Существенных изменений химического состава ВС после обработки ДУ не наблюдается, за исключением снижения первоначального содержания ВК примерно в 3 раза.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Флауменбаум Б.Л., Касьянов Г.И., Окафор Г.И. Использование твердой двуокиси углерода для ускорения кристаллизации винного камня в виноградном соке //Тез. докл. 53-й научной конф. ОТИШ им.М.В. Ломоносова.- Одесса.- 1993.- с. 70.

2. Квасенков О.И., Андропова О.И., Флауменбаум Б.Л., Окафор Г.И., Касьянов Г.И. Устройство для стабилизации соков : вин охлаждением //Положит. реш. Рос. патент. ведомства по заявке № 92-011613/13/057816 от 14.12.92.

3. Квасенков О.И., Окафор Г.И., Касьянов Г.И., Флауменбаум Б.Л. Установка для стабилизации соков и вин //Положит. реш. Рос. патент. ведомства по заявке № 5044344/13 (035665) от 27.05.92.

4. Флауменбаум Б.Л., Касьянов Г.И., Окафор Г.И. Интенсификация процессу кристаллизации винного камня внесенная затравки вуглекислотного снега //Тези доп. міжнародної технічної конф. КТІХП: Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК.- Київ.- КТІХП, 1993.- С. 244.

5. Касьянов Г.И., Курбанов Н.А., Флауменбаум Б.Л., Окафор Г.И. Физические и химические методы интенсификации удаления тартратов из виноградного сока /Пищевая промышленность, 1993, № 10, С. 16-17.