

Автореф
к 36

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

КЕРИМОВ НАДИР ТОФИГ ОГЛЫ

УДК 664.85.037.5

ЗАМОРАЖИВАНИЕ ВИНОГРАДА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ
ОБЕЗВОЖИВАНИЕМ

Специальность 05.18.13 – технология консервированных
пищевых продуктов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса – 1989

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

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Фельдман А.Л.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Кудряшова А.А.,
кандидат технических наук,
доцент Бровченко А.А.

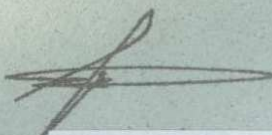
Ведущая организация - Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт продуктов детского питания и систем управления Агропромышленного комплекса консервной промышленности "Консервпромкомплекс" (г.Одесса).

Защита состоится "9" июня 1989 г. в "12³⁰" часов на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова по адресу: 270039, г.Одесса, ул. Свердлова, 112.

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

Автореферат разослан "6" мая 1989 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук,
доцент

 Е.Г.КРОТОВ

ОНАХТ 20.07.12
Замораживание виногр



v016577

Актуальность работы. Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986–1990 годы и на период до 2000 года, принятыми XXVI съездом КПСС, предусмотрены крупные меры по расширению производства и повышению качества замороженной плодово-ягодной продукции.

Многие исследователи пришли к выводу, что качество быстрозамороженных продуктов выше медленнозамороженных. Однако, для интенсификации процесса требуются значительные удельные энергозатраты, уменьшить которые можно, применяя предварительное подсушивание сырья. Удаление влаги на 25–30 % способствует сокращению длительности процесса замораживания в два раза.

Традиционные методы тепловой сушки растительного сырья не являются оптимальным решением вопроса, т.к. влекут за собой необратимые изменения структуры биомембран химического состава клетки, что неизбежно приводит к ухудшению качества продукции.

При осмотическом обезвоживании плодов и ягод удаление влаги происходит без изменения ее агрегатного состояния, это благотворно отражается на качестве обезвоженной продукции.

В литературе мало уделено внимания данным, характеризующим сочетание замораживания винограда с его предварительным осмотическим обезвоживанием. Однако, эти методы консервирования являются перспективными, т.к. они, основываясь на принципе анабиоза, оказывают минимальное консервирующее воздействие на ягоды и являются важным резервом в расширении ассортимента продуктов, длительно сохраняющих высокую пищевую ценность. Актуальность настоящей работы определяется необходимостью разработки нового направления консервирования винограда – в обезвоженном быстрозамороженном виде.

Цели и задачи работы. Целью работы является разработка технологии, основанной на повышении эффекта влияния консервирующего воздействия холода на качество винограда в процессе хранения. Подходя к решению задачи, избрали путь снижения энергозатрат при быстром замораживании сырья – предварительное осмотическое обезвоживание, обеспечивающее сохранение его высокой пищевой ценности. При применении предварительного осмотического обезвоживания и дальнейшего замораживания стояли задачи исследования факторов, влияющих на эти процессы, изучение характера массообмена, динамики биохимических, физико-химических, микробиологических и органолептических показателей, разработки на научной основе рациональной технологии, внедрения ее в промышленность.

Научная новизна работы. Состоит в том, что впервые проведено

CV 016577 ✓

детальное научное исследование сочетания замораживания винограда с предварительным осмотическим обезвоживанием. Предложенный нами способ замораживания приводит к сокращению его продолжительности, положительный эффект влияния технологической обработки на пищевую ценность обусловлен значительным ингибированием оксидоредуктаз перед замораживанием, что благоприятствует лучшему сохранению лабильных компонентов сырья. Получены данные по биохимическим и органолептическим показателям винограда на протяжении 9-ти месяцев хранения.

Практическая ценность работы. Предложенный нами метод - комплекс предварительного воздействия высоких концентраций осмотически активных веществ и замораживания винограда по сравнению с другими традиционными методами имеет следующие преимущества: увеличивает производительность скороморозильного оборудования, уменьшает объем замороженного винограда и сокращает в связи с этим расходы при хранении и транспортировке, снижает удельные трудозатраты на единицу замороженного продукта, способствует получению хозяйством дополнительной денежной прибыли. Производственное испытание предложенного нами метода проводилось на Геокчайском пищевом комбинате, Бакинском консервном заводе Азербайджанской ССР.

Экономическая эффективность при использовании разработанной технологии производства обезвоженного замороженного винограда составляет 30,93 руб. на единицу продукции.

Апробация работы. Результаты работы доложены на научно-технических конференциях Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова (1983-1988 гг.) и Азербайджанского технологического института (1983-1988 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 3-х глав с разделами, выводов, списка использованной литературы и приложения. Работа изложена на 135 стр. машинописного текста, включает 27 таблиц, 26 рисунка. Список литературы из 159 источников, в том числе 38 иностранных.

На защиту выносятся:

- оптимальные параметры процесса осмотического обезвоживания винограда в растворах сорбита и сахарозы;
- результаты исследования процесса замораживания винограда;
- результаты исследования биохимического состава винограда сорта Табризи, Карабурну, Корна нягра и Молдова;
- анализ динамики химического состава свежего и обезвоженного винограда в процессе замораживания и хранения в течение 9 месяцев;

— технология замораживания винограда с предварительным осмотическим обезвоживанием.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности работы. Первая глава посвящена обзору литературы. Рассматривается биохимическая характеристика винограда, современная технология замораживания и сушки растительных объектов, обезвоживание плодов и ягод осмотическим путем, замораживание плодов с предварительным обезвоживанием, преимущества и недостатки применяемых методов замораживания.

На основании обобщения литературных данных намечены цели и определены задачи работы.

Во второй главе указаны объекты исследования, приведены методы техно-химических, биохимических и физико-химических, сенсорных и микробиологических исследований. Интегральный показатель качества рассчитывали с помощью ЕС ЭВМ 1035, программу составили на языке P/L -I.

Наряду со стандартными методами в работе использовали тонкослойную хроматографию, спектрофотометрию, спектральный анализ, фотометрию, аминоканализатор и др.

Процесс осмотического обезвоживания винограда проводили в растворах сорбита и сахарозы разной концентрации, варьируя температурный уровень. Соотношение между ягодами и растворами составляло 1:4. Перед обезвоживанием проводили кратковременное бланширование в 0,5-1,0 %-ном кипящем растворе NaOH в течение 10+25 с. Через определенные промежутки времени аликвотную часть винограда вынимали из раствора, промывали в воде с температурой 80+90 °С примерно 30 с, обсушивали, определяли влагосодержание и продолжительность сушки. По изменению сухих веществ (ΔS) устанавливали массовую долю сорбита и сахарозы, проникающих в плодовую ткань:

$$K = \Delta S \cdot 100 / P_0 ;$$

где P_0 — масса ягод до обезвоживания.

Процесс замораживания винограда проводили в холодильнике марки "GRELAND" (ГДР) при температуре -28 °С + -30 °С. Скорость циркуляции воздуха в камере 5 м/с. Навески винограда (свежие и обезвоженные) были помещены на противни из нержавеющей стали слоями 5+6 см. Замораживание считали законченным при достижении в центре слоя температуры -18 °С. Изменение температуры в ягодах осуществляли термопарами хромель-копаль с помощью прибора КСП-4. Скорость воздуха измеряли индукционным анемометром АРИ-49.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения влияния концентрации растворов сахарозы и сорбита на кинетику осмотического обезвоживания процесс проводили при температуре $20\pm 22^\circ\text{C}$, варьируя концентрацию растворов (50 %, 60 %, 70 %, 72 %). С увеличением концентрации растворов продолжительность процесса сокращается. Повышение концентрации раствора сорбита от 70 % до 72 % и сахарозы от 72 % до 75 % практически не приводит к интенсификации процесса. Поэтому 72+75 %-ный раствор сахарозы и 70+72 %-ный сорбита являются наиболее приемлемыми для проведения интенсивного осмотического обезвоживания винограда.

Изучение влияния температуры раствора на скорость обезвоживания показывает, что с повышением температуры скорость возрастает. Однако, в пределах $40\pm 43^\circ\text{C}$ интенсивность ее увеличивается незначительно. При температуре свыше $40\pm 43^\circ\text{C}$ заметно интенсифицируются нежелательные массообменные процессы. На основании полученных данных нами выбран температурный уровень проведения обезвоживания темноокрашенных сортов винограда при $35\pm 38^\circ\text{C}$ и для светлых — при $40\pm 43^\circ\text{C}$.

Исследованы особенности процесса массообмена при осмотическом обезвоживании винограда. В процессе выдержки ягод в растворах сорбита и сахара высокой концентрации вместе с водой из клетки в окружающий раствор переходит ряд водорастворимых веществ (органических кислот, витамина С и других компонентов). Другой поток веществ (сахароза и сорбит) направлен в противоположную сторону — из окружающего раствора в ягоды. При этом основные изменения состава и свойств происходят в течение первых 8–12 часов выдержки ягод в растворах. За это время заметно (50+70 %) ~~и~~ активизируются окислительные ферменты ягод. Причем инактивация ферментов не зависит от природы используемого раствора.

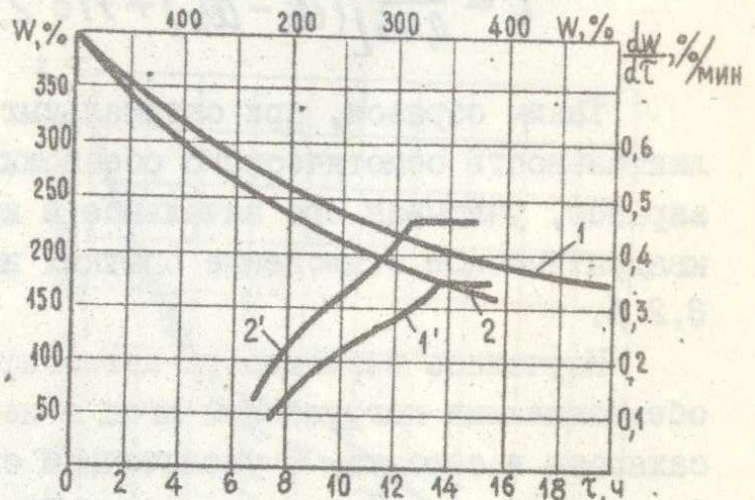
Динамика влагосодержания, активности окислительных ферментов и других массообменных процессов характеризуется снижением их интенсивности после достижения влагосодержания ягод $170\pm 180\%$. Эти данные служат научным обоснованием целесообразности завершения процесса осмотического обезвоживания перед замораживанием при достижении влагосодержания $170\pm 180\%$.

Проведено обоснование выбора природы растворов для осмотического обезвоживания. Интенсивность осмотического обезвоживания винограда 72–75 %-ным раствором сахарозы и 70–72 %-ным раствором сорбита почти идентична. Ягоды после обезвоживания в растворе смеси сорбита и сахарозы (при соотношении 1:1) имеют приятный вкус. Однако, как 70–72 %-ный раствор сорбита, так и 72–75 %-ный раствор их смеси

при случайном снижении температуры легко кристаллизуются в оборудовании и трубопроводах. Полученные данные показывают, что целесообразно проводить осмотическое обезвоживание винограда в 75 %-ном растворе сахарозы.

Осуществлен расчет продолжительности осмотического обезвоживания. Для расчета продолжительности процесса обезвоживания нами построены кривые при оптимальных температурных условиях. На рис. I представлены кривые осмотического обезвоживания винограда.

Рис. I. Изменение влагосодержания и скорости осмотического обезвоживания винограда:
 I — изменение влагосодержания при 35+38 °С; 2 — то же, при 40+43 °С; I' — изменение скорости обезвоживания при 35+38 °С; 2' — то же, при 40+43 °С.



Из этих данных следует, что продолжительность периода постоянной скорости сушки зависит от температуры раствора, которая при повышении температуры увеличивается. Очевидно, это связано с увеличением коэффициента диффузии раствора.

Для расчета продолжительности осмотического обезвоживания винограда использовали метод проведенной скорости сушки Г.К.Филоненко. При этом продолжительность сушки во 2-ом периоде может быть рассчитана по уравнению:

$$\tau = \frac{1}{\beta} \left[(w_1 - w_k) + A \int_{w_2}^{w_k} \frac{dw}{(w - w_p)^m} + \beta (w_k - w_2) \right] \quad (1)$$

где A, β, m — постоянные коэффициенты, не зависящие от влагосодержания материала.

Анализируя полученные данные, определяли критическое влагосодержание ($w_k = 340\%$). Равновесное влагосодержание (w_p) рассчитывали используя уравнение баланса сухих веществ. Например, для винограда сорта Карабурну $w_p = 67\%$. Для винограда $m = 1$. Поэтому при $m = 1$ уравнение (1) принимает вид:

$$\tau = \frac{1}{\beta} \left[(w_1 - w_k) + A \cdot 2.3 \lg \frac{w_k - w_p}{w_2 - w_p} + \beta (w_k - w_2) \right] \quad (2)$$

Найдены коэффициенты A и β ; $A = 716$; $\beta = -2$.

Следовательно, при частичном осмотическом обезвоживании урав-

нение продолжительности процесса при оптимальных интервалах температуры раствора будет иметь следующий вид:

при $t_{раст} = 35+38 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\tau = \frac{1}{0,33} \left[(w_1 - w_k) + 716 \cdot 2,3 \lg \frac{w_k - w_p}{w_2 - w_p} - 2(w_k - w_2) \right] \quad (3)$$

при $t_{раст} = 40+43 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\tau = \frac{1}{0,46} \left[(w_1 - w_k) + 716 \cdot 2,3 \lg \frac{w_k - w_p}{w_2 - w_p} - 2(w_k - w_2) \right] \quad (4)$$

Таким образом, при оптимальных температурных интервалах продолжительность осмотического обезвоживания винограда можно рассчитать заранее, учитывая его начальное и конечное влагосодержание. Среднеквадратическое отклонение опытных и расчетных значений не превышало 8,2 %.

Изучалась возможность интенсификации процесса осмотического обезвоживания погружением ягод в непрерывно циркулирующий раствор сахарозы и сорбита. С увеличением скорости циркуляции усиливается интенсивность процесса, которая максимальна для обоих растворов при скорости 1,0+1,5 кг/м²/с.

Исследовался выход обезвоженного винограда в результате применения высоких концентраций осмотически деятельных веществ. Установлено, что этот показатель почти не зависит от выбранного нами одного из двух температурных интервалов и природы растворов.

При обработке полученных данных методом наименьших квадратов установлена следующая зависимость между выходом обезвоженного продукта и изменением влагосодержания:

$$B = A \left[1 - 0,00165 (W_H - W_K) \right], \% \quad (5)$$

Таким образом, при определенных количествах винограда (А), зная начальное (W_H) и конечное (W_K) влагосодержание ягод при осмотическом обезвоживании, можно рассчитать выход обезвоженного продукта (В). Среднеквадратическое отклонение расчетных и экспериментальных значений выхода обезвоженного продукта не превышает 7,8 %.

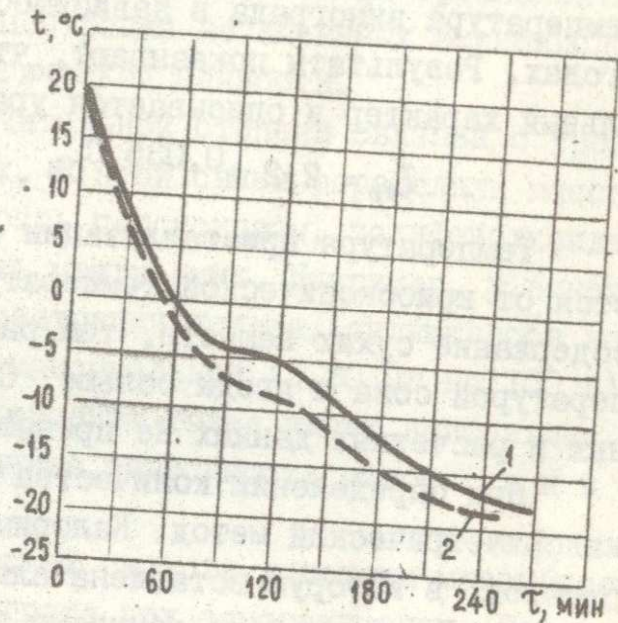
Для установления изменений микрофлоры винограда в процессе переработки изучали влияние каждой технологической операции (в том числе, осмотического обезвоживания) на качественный и количественный состав микрофлоры ягод винограда. Результаты микробиологического анализа обезвоженного винограда показывают, что растворы сахарозы и сорбита идентично действуют на микрофлору ягод. Кратковремен-

ная бланшировка и осмотическое обезвоживание губительно влияют на бактерии и микромицеты.

Исследование процесса замораживания осмотически обезвоженного винограда

В сравнительном аспекте исследовали процесс замораживания осмотически обезвоженного и свежего винограда. По результатам построили кривые замораживания (рис. 2), исходя из которых можно сделать вывод, что предварительное осмотическое обезвоживание позволяет сократить продолжительность замораживания на $20 \pm 25\%$.

Рис. 2. Изменение температуры винограда сорта Табризи при замораживании:
1 - свежий, 2 - обезвоженный



В работе проведено исследование процесса кристаллообразования при замораживании. Для этого готовили срезы ягод замороженного винограда, свежего и осмотически обезвоженного, и затем исследовали их с помощью микроскопа "Zeol-50". Кратность увеличения срезов составляла 100.

Исследование срезов показывает, что при замораживании при температуре -20°C как в свежем, так и в осмотически обезвоженном винограде происходит образование кристаллов льда игольчатой формы. С понижением температуры от -20°C до -30°C часть игольчатых кристаллов переходит в дендритную форму.

Основываясь на работах А.М.Бражникова, мы проводили количественную оценку процесса кристаллообразования по следующей формуле:

$$R_c = L / \sqrt{\frac{\pi}{F_{кр}} F_{кр}}$$

(6)

где R_c — коэффициент сложности рисунка;
 L — суммарная длина границы кристаллов льда в площади исследуемого кадра;
 Π — количество кристаллов льда в исследуемом кадре;
 $F_{кз}$ — площадь кадра исследуемого образца;
 $F_{кр}$ — суммарная площадь кристаллов льда в исследуемом кадре.

В результате установлено, что для свежемороженого винограда $R_c = 1,66$ и обезвоженного замороженного $R_c = 1,38$. Эти данные служат в пользу проведения замораживания при возможно более низких температурах, до $-28 \div -30^\circ\text{C}$.

Для проведения инженерных расчетов нами изучена криоскопическая температура винограда в зависимости от концентрации сухих веществ в ягодах. Результаты показывают, что эта зависимость носит экспоненциальный характер и описывается уравнением:

$$t_{кр} = 2,2 e^{0,035 C_{св}} \quad (7)$$

Температура кристаллизации обезвоженных ягод винограда отличается от криоскопической температуры виноградного сока, — чем выше содержание сухих веществ, тем расхождение между криоскопической температурой сока и ягоды больше. Среднеквадратическое отклонение опытных и расчетных данных не превышает 7,6 %.

При определении количества кристаллизованной влаги использовали калориметрический метод. Калориметром служил сосуд Дьюара с закрытой пробкой, в которую вставлена алюминиевая мешалка и термометр Бэкмена, градуированный по обычному термометру. Полученные данные показывают, что у обезвоженного замороженного винограда при температуре -18°C количество кристаллизованной влаги несколько ниже, чем у свежего.

Влияние технологической обработки на биохимическую характеристику винограда

Различные группы полисахаридов, аминокислотный состав ягод винограда в некоторых сортах практически не изучен, мы исследовали массовую долю указанных веществ в ягодах (на сухую массу).

В частности, суммарная концентрация пектиновых веществ в ягодах исследованных сортов колеблется в пределах $0,80 \div 1,40$ % на сухую массу, они представлены протопектином и растворимыми в воде формами, достигая до 89 % и 20 % соответственно.

Полифенольные вещества состоят почти исключительно из фенол-карбоновых кислот — хлорогеновой, кофейной, феруловой и α -ок-

сибензолдегидом. У различных сортов винограда массовая доля полифенолов отличается — у темноокрашенных сортов выше ($1,003 \pm 0,065$), чем у белых ($0,490 \pm 0,784$ %). Темноокрашенные ягоды аккумулируют больше катехинов.

Исследования аминокислотного состава винограда показали, что в сортовом разрезе наблюдается различная способность к биосинтезу и аккумулярованию аминокислот, которая является максимальной у сорта Табризи ($4167,0 \cdot 10^{-3}$ %) и минимальной у ягод Молдова ($2683,8 \cdot 10^{-3}$ %). Наибольшей концентрацией незаменимых аминокислот отличается сорт Табризи, который содержит $1283,8 \cdot 10^{-3}$ %, что намного выше, чем у других сортов. Наличие в большом количестве лейцина и тирозина у сортов Табризи и Корна нягра сказывается на их высоких органолептических свойствах, а повышенная концентрация незаменимых аминокислот свидетельствует о высокой биологической ценности.

Активность ферментов в значительной степени связана с уровнем макро- и микроэлементов в ягодах. В этой связи определили массовую долю зольных элементов и активность пероксидазы, полифенолксидазы и каталазы. Установлена взаимосвязь между ними. Например, у винограда сорта Корна нягра и Молдова концентрация железа, являющегося кофактором пероксидазы, является максимальной ($3,80$ мг на 100 г) и, одновременно, активность этого фермента также имеет наибольшие показатели ($2,38$ и $22,20$). Аналогичная зависимость относится и к остальным сортам.

Изучали изменение биохимических свойств и потери массы свежего и осмотически обезвоженного винограда при замораживании. Потери массы составляют $0,78 \pm 1,08$ % и происходят в основном в результате испарения влаги, причем в обезвоженных ягодах они больше ($1,04 \pm 1,08$ %), чем в свежих ($0,78 \pm 0,86$ %). Видимо, этому способствует кратковременное бланширование в щелочной среде перед обезвоживанием.

Исследование биохимических показателей всех исследованных сортов свежего и осмотически обезвоженного винограда проводили до и после замораживания. Замораживание свежего винограда приводит к снижению массовой доли сухих веществ и редуцирующих сахаров на $1,01 \pm 1,78$ % и $0,74 \pm 3,45$ % соответственно в связи с расходом моносахаридов в процессе дыхания, который особенно интенсивно протекает на первых стадиях.

При замораживании свежего винограда повышается уровень титруемой кислотности в ягодах на $0,19 \pm 0,48$ % за счет первичного окисления сахаров, а также кислот, образующихся при гидролизе пектиновых веществ. В отличие от свежих в предварительно обезвоженных ягодах

не наблюдается снижение массовой доли редуцирующих сахаров и накопление кислот. Динамику сухих веществ и углеводов можно объяснить уменьшением активности ферментов после осмотического обезвоживания, а также усушкой при замораживании.

Исследования полифенолов при замораживании показывают их потери, которые резко возрастают у свежемороженого винограда в результате значительного окисления.

Деструкция катехинов у свежемороженого винограда достигает 80 %. Известно, что полифенолы с низким R_f легче подвергаются окислению. У винограда катехины отличаются более низкими показателями R_f в сравнении с хлорогеновой и кофейной кислотами (0,74+0,81) и окисляются они в первую очередь.

Изучение качественного состава органических кислот винограда показало, что массовая доля их после замораживания значительно увеличивается, за исключением яблочной, молочной и янтарной. Дисбаланс можно объяснить состоянием мембранных кооперативных систем, которые обеспечивают окисление сахаров и направленность дальнейших метаболических путей в цикле Кребса.

Уровень аминокислот винограда уменьшается после замораживания. Можно считать, что это связано с повреждением поверхности мембран и изменением средства ферментов к субстрату. Снижение деструкции аминокислот в обезвоженнозамороженных образцах по сравнению со свежемороженными говорит о денатурации и инактивации ферментов, осуществляющих дезаминирование.

Анализ динамики химического состава винограда в процессе хранения проводили для образцов сразу после замораживания и после 3,6 и 9 месяцев хранения.

При хранении в ягодах свежемороженных и обезвоженнозамороженных уменьшалась массовая доля сухих веществ. Однако степень снижения этих показателей во втором случае меньше, чем в первом и составляет 5,0+7,8 % и 1,3+2,1 %.

Концентрация общего сахара также снижалась через 9 месяцев хранения по-разному. Для винограда свежемороженого потери составили 3,9+6,1 %, обезвоженнозамороженного - 0,9+1,6 %.

Органические кислоты разрушаются, однако деструкция их протекает неоднозначно для винограда, подготовленного для замораживания в свежем либо обезвоженном состоянии. Так, в свежемороженом потери при хранении в течение 9 месяцев составляют 6,9+9,6 %, в осмотически обезвоженном - 5,1+6,6 %.

В винограде, хранившемся по разработанной технологии, после 9

месяцев хранения резко снижаются потери биофлавоноидов, после хранения потери суммарных, связанных и свободных форм полифенолов в обезвоженнозамороженных ниже, чем в свежзамороженных ягодах.

Математическая модель качества обезвоженного замороженного винограда

Математическая обработка результатов показывает, что интегральный показатель качества осмотически обезвоженного замороженного винограда выше (1,418+1,851), чем свежзамороженного (0,774+0,807), что говорит в пользу разработанной технологии.

Промышленные испытания. В производственных условиях на Геокчайском пищевом комбинате, подведомственном "Азериттифагу", проведено замораживание винограда по разработанной нами технологии. Экономический эффект на 1 тонну замороженного винограда от внедрения предлагаемой технологии составил 30,93 руб., а годовой экономический эффект - 1546,5 руб.

Изучена возможность применения сушеного винограда с повышенной влажностью в кондитерской промышленности и организациях общественного питания.

ВЫВОДЫ

1. Изучено влияние концентрации растворов сахарозы и сорбита на процесс осмотического обезвоживания винограда; установлено, что с увеличением концентрации растворов сокращается продолжительность процесса. Наиболее приемлемым для проведения интенсивного осмотического обезвоживания винограда являются 72+75 %-ный раствор сахарозы и 70+72 %-ный раствор сорбита.

2. Исследование кинетики осмотически обезвоженного винограда при различных температурах растворов дало возможность установить, что с повышением температуры скорость процесса возрастает. Повышение температуры от 40+43 °С до 45+48 °С незначительно увеличивает интенсивность обезвоживания, а при температуре свыше 40+43 °С заметно интенсифицируются нежелательные массообменные процессы. Установлено, что оптимальная температура растворов является для темноокрашенных сортов винограда 35+38 °С и для светлых - 40+43 °С.

3. Определены основные закономерности кинетики процесса обезвоживания винограда. Экспериментальные данные обработаны методом приведенной скорости сушки Г.К.Филоненко. Найдем коэффициенты $A = 716$ и $\beta = -2$. Получены уравнения (3) и (4) для определения продолжительности обезвоживания и зависимости от температуры.

4. Изучены массообменные процессы при осмотическом обезвоживании. При этом основные изменения концентрации органических кислот, аскорбиновой кислоты, сахарозы, сорбита, окислительных ферментов (50÷70 %) год происходят в течение первых 8÷12 часов выдержки в растворах. Динамика массообменных процессов и активности окислительных ферментов (каталазы, пероксидазы и полифенолоксидазы) характеризуется снижением их интенсивности после достижения влагосодержания ягод 170÷180 %.

5. Исследовано изменение качественного и количественного состава микрофлоры винограда при технологических операциях. Кратковременная бланшировка (10÷25 с) в растворе $NaOH$ и осмотическое обезвоживание губительно влияют на микрофлору ягод.

6. При замораживании винограда с помощью микроскопирования изучен процесс кристаллообразования. Исследованный процесс показывает, что замораживание при температуре $-20^{\circ}C$ как в свежем, так и осмотически обезвоженном винограде происходит образование кристалла льда игольчатой формы и с понижением температуры от $-20^{\circ}C$ до $-30^{\circ}C$ часть игольчатых кристаллов переходит в дендритную форму.

7. Изучена криоскопическая температура винограда в зависимости от концентрации сухих веществ в ягодах. Выведено уравнение (7), позволяющее рассчитать криоскопическую температуру винограда.

8. При замораживании определена продолжительность процесса для обезвоженного и свежего винограда. Установлено, что обезвоживание сухих веществ позволяет сократить продолжительность процесса на 20÷25 %.

9. Изучена биохимическая характеристика исследованных сортов (Табриз, Карабурну, Корна нягра и Молдова) винограда по комплексу показателей. Полифенольные вещества представлены почти исключительно фенолкарбоновыми кислотами — хлорогеновой, кофейной, феруловой и α -оксибензолальдегидом. У темноокрашенных сортов концентрация полифенолов (1,003÷1,065 %) выше, чем у белых (0,430÷0,784 %). Темноокрашенные ягоды аккумулируют больше катехинов.

Наибольшей массовой долей незаменимых аминокислот отличается сорт Табризи, который содержит $1283 \cdot 10^{-3}$ %, что намного выше, чем у других сортов. Наличие в большом количестве лейцина и тирозина у сортов Табризи и Корна нягра сказывается на их высоких органолептических свойствах и биологической ценности.

Установлена взаимосвязь активных ферментов (полифенолоксидазы, пероксидазы и каталазы) и концентраций макро- и микроэлементов в ягодах. В сортах с высокой концентрацией железа наблюдается наибо-

льшая активность пероксидазы, с максимальной массовой долей меди – наибольшая активность полифенолоксидазы.

10. Установлено, что длительное холодильное хранение (9 месяцев) винограда при температуре -18 ± 1 °С сопровождается уменьшением в ягодах массовой доли сухих веществ, сахаров, органических кислот и полифенолов. Степень деструкции лабильных компонентов в обезвоженных образцах меньше, чем в свежих.

Математическая обработка результатов показывает, что интегральный показатель качества осмотически обезвоженного замороженного винограда (1,418±1,851) выше, чем свежемороженого (0,774±0,807).

11. Дегустационная оценка опытных образцов замороженного винограда с предварительным осмотическим обезвоживанием, изготовленных по разработанной нами технологии, показывает, что их сенсорные достоинства позволяют их отнести к продуктам, длительно сохраняющим высокую пищевую ценность, в связи с чем они являются перспективными и представляют интерес для кондитерской, консервной и других отраслей пищевой промышленности.

12. Полученные результаты апробированы на Геокчайском пищевом комбинате, подведомственном Союзу потребительских Обществ Азербайджанской ССР. Выработано 50 т замороженного винограда с предварительным осмотическим обезвоживанием. В результате внедрения новой технологии экономический эффект в расчете на 1 т замороженного винограда составил 30,93 руб. Годовой экономический эффект составил 1546,5 руб.

13. Разработана нормативно-техническая документация (ТУ 10 Аз.ССР 26-88) на опытную партию обезвоженного быстрозамороженного винограда и утверждено в установленном порядке Госагропромом Аз.ССР.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Керимов Н.Т. Математическое описание процесса осмотического обезвоживания винограда. – Баку, 1985. – 3 с. – (Информ.листок. / АзНИИНТИ. Сер. "Пищ. пром-ть", № 16).

2. Керимов Н.Т. Замораживание винограда с предварительным частичным обезвоживанием // Вест. с.-х. науки Азерб. ССР. – 1985, № 5. – С. 89-92.

3. Фельдман А.Л., Гришин М.А., Керимов Н.Т. Продолжительность осмотического обезвоживания винограда // Актуальные проблемы использования сырья и повышения качества продукции в пищевой промышленности: Тр. / Аз.ТИ, Кировобад, 1986. – С. 27-30.

4. Худавердиев Ф.Б., Керимов Н.Т. Расчет выхода полупродукта при осмотическом обезвоживании винограда // Материалы межресп. науч. конф. "Прогрессивная техника и технология в пищевой промышленности".

