

УДК 634.862, 664.8.031

UDC 634.862, 664.8.031

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ ВИНОГРАДА**

### **MODERN TECHNOLOGIES FOR GRAPE STORING**

Горлов Сергей Михайлович  
к.т.н., доцент,  
РИНЦ SPIN-код: 5082-8400,  
Scopus ID: 57201882927  
[gorlov76@list.ru](mailto:gorlov76@list.ru)

Gorlov Sergey Mikhailovich  
Cand.Tech.Sci, docent  
RSCI SPIN-code: 5082-8400,  
Scopus ID: 57201882927,  
[gorlov76@list.ru](mailto:gorlov76@list.ru)

Тягущева Анна Анатольевна  
младший научный сотрудник,  
РИНЦ SPIN-код:1383-5147,  
[777Any777@mail.ru](mailto:777Any777@mail.ru)

Tiagusheva Anna Anatolievna  
junior researcher,  
RSCI SPIN-code: 1383-5147,  
[777Any777@mail.ru](mailto:777Any777@mail.ru)

Яцушко Екатерина Сергеевна  
аспирант,  
РИНЦ SPIN-код: 5181-4660,  
[esy555@mail.ru](mailto:esy555@mail.ru)

Yatsushko Ekaterina Sergievna  
Post-graduate,  
RSCI SPIN-code: 5181-4660,  
[esy555@mail.ru](mailto:esy555@mail.ru)

Карпенко Екатерина Николаевна  
аспирант,  
РИНЦ SPIN-код: 4044-4193,  
[katrinakarpenko93@gmail.com](mailto:katrinakarpenko93@gmail.com)  
*Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия*

Karpenko Ekaterina Nikolaevna  
Post-graduate  
RSCI SPIN-code: 4044-4193,  
[katrinakarpenko93@gmail.com](mailto:katrinakarpenko93@gmail.com)  
*Krasnodar Research Institute of Agricultural Products Storage and Processing – Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russia*

В статье проведён обзор современных технологий хранения винограда. Основным инструментом, обеспечивающим стабилизацию качества винограда в процессе транспортировки и хранения, является использование сернистого ангидрида – газа, обладающего свойствами, которые позволяют ингибировать не ферментативное потемнение, снизить активность ферментов, эффективно контролировать развитие *Botrytis cinerea* и действующего как антиоксидант. При этом, особое внимание исследователи уделяют контролю скорости высвобождения  $SO_2$ , так как важно на первом этапе хранения обеспечить поступление его значительного количества в течение короткого периода времени, что позволяет устранить споры *Botrytis*, присутствующие на поверхности ягод и стабилизировать повреждения, образовавшиеся во время транспортировки и фасовки; на втором этапе необходимо обеспечить постоянное поступление минимального количества  $SO_2$ , обеспечивающие контроль развития микробиологической порчи в течение длительного времени хранения. Сохранить показатели качества винограда в процессе хранения позволяет использование модифицированной газовой среды, создаваемой

The article gives a review of modern technologies of storage of grapes. The main tool for stabilizing the quality of grapes during transportation and storage is the use of sulfur dioxide ( $SO_2$ ), a gas that has properties that can inhibit non-enzymatic darkening, reduce the activity of enzymes, effectively control the development of *Botrytis cinerea* (a phytopathogen that causes gray rot) and acts as an antioxidant. Researchers pay particular attention to control the release rate of  $SO_2$ , as it is important in the first stage storage to ensure supply of significant quantities of  $SO_2$  for a short period of time, which eliminates *Botrytis* spores that are present on the surface of berries and to stabilize the damages formed during transport and filling; the second step is to ensure a steady supply of the minimum quantity of the  $SO_2$ , to ensure the control of microbiological spoilage. For a long storage time. To preserve the quality indicators of grapes during storage, it is possible to use a modified gas environment created in various ways, including through special types of packaging; forced saturation of the environment with gases such as oxygen, ozone or carbon dioxide. At the same time, to enhance the effect can additionally apply fungicides, antifungal ear Anti-mold®, etc. There are known technologies for

различными способами, в том числе за счет особых видов упаковки; принудительного насыщения среды такими газами как кислород, озон или углекислый газ. При этом, для усиления эффекта могут дополнительно применяться фунгициды, антигрибковые вкладыши Anti-mold® и т.д. Известны технологии комплексной обработки столового винограда для борьбы с послеуборочной микробиологической порчей, предусматривающие на первом этапе обработку озоном или диоксидом серы с последующей обработкой распылением *Muscodor albus*. Альтернативой применению  $SO_2$  является использование эфирных масел и гипобарических методов обработки, обеспечивающих минимальное воздействие на окружающую среду. Положительные результаты при хранении обеспечивает применение ультрафиолетового излучения. Проведенный анализ современных технологий представляет интерес для практических работников и исследователей, разрабатывающих технологии хранения винограда

Ключевые слова: ВИНОГРАД, ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ, ОБРАБОТКА СЕРНИСТЫМ АНГИДРИДОМ, МОДИФИЦИРОВАННАЯ ГАЗОВАЯ СРЕДА, УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

complex processing of table grapes to combat post-harvest microbiological spoilage, which provide for the first stage of treatment with ozone or sulfur dioxide followed by spray treatment with *Muscodor albus*. An alternative to the use of  $SO_2$  is the use of essential oils and hypobaric treatment methods that ensure minimal environmental impact. Positive results during storage are provided by the use of medium-range ultraviolet radiation (UV-B) or short-wave radiation (UV-C), which positively affect the transcription of biosynthetic genes, providing an increase in the content of phenolic compounds and antioxidant activity of grapes, without affecting the content of dry soluble substances, the value of total titrated acidity and pH during storage. The analysis of modern technologies is of interest to practitioners and researchers who develop technologies for storing grapes

Keywords: GRAPES, STORAGE TECHNOLOGIES, SULFUR DIOXIDE TREATMENT, MODIFIED GAS ENVIRONMENT, ULTRAVIOLET RADIATION

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-022>

**Введение.** Срок хранения столового винограда зависит от его сорта, зрелости в момент сбора урожая, микробиологических показателей, параметров предварительного охлаждения и хранения. Столовый виноград может храниться при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  достаточно долго, но при этом необходимо предотвращать потерю влаги и микробиологическую порчу. Поражение серой плесенью, вызываемое патогеном *Botrytis cinerea* и побурение стеблей от высыхания – два основных фактора, снижающих качество винограда после уборки. В связи с этим, актуальны исследования по поиску новых технологий, обеспечивающих стабилизацию качества винограда в процессе хранения.

Основным инструментом, обеспечивающим качество винограда в процессе транспортировки и хранения, является использование сернистого ангидрида ( $SO_2$ ) – газа, обладающего свойствами, которые позволяют

ингибировать не ферментативное потемнение, активность ферментов, эффективно контролировать развития *Botrytis cinerea* и действовать как антиоксидант.

Исследования, проведенные в Южной Бразилии, подтверждают эффективность применения  $\text{SO}_2$  для контроля заболеваемости серой плесенью. Физико-химические показатели винограда, такие как масса грозди, твердость ягод, потеря массы, цвет, массовая доля растворимых сухих вещества, титруемая кислотность оценивались в начале и через 30 дней после периода холодного хранения. Результаты этого исследования показали эффективное снижение серой плесени за счет  $\text{SO}_2$  в период хранения столового винограда «BRS Vitoria» без ухудшения качества ягод [1].

Известна технология использования генератора сернистого ангидрида, изготовленного из бумаги и полиэтилена с ячейками, содержащими метабисульфит натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ). В процессе хранения активный ингредиент (метабисульфит натрия) реагирует с влагой ( $\text{H}_2\text{O}$ ) и выделяет газообразный сернистый ангидрид ( $\text{SO}_2$ ) в двух последовательных фазах: быстрой и медленной. Цель быстрой фазы – немедленный контроль состояния винограда – выделяется значительное количество диоксида серы в течение короткого периода времени, что позволяет устранить споры *Botrytis*, присутствующие на поверхности ягод, и стабилизировать повреждения, образовавшиеся во время транспортировки и фасовки. В процессе второй, медленной фазы, выделяются незначительные количества сернистого ангидрида, обеспечивающие контроль развития, микробиологической порчи во время хранения винограда. Устойчивое хранение обеспечивает дополнительное использование материалов, адсорбирующих лишнюю влагу [2].

М.Т. Pretel, М.С. Martínez-Madrid, J.R. Martínez и др. была разработана модификация вкладышей для контроля высвобождения  $\text{SO}_2$  и

увеличения времени их использования. Традиционно для создания атмосферы  $SO_2$  при хранении винограда, поддон с виноградом, размещенным в картонные коробки с вкладышами, обеспечивающими выделение  $SO_2$ , оборачивают пленкой с открытым нижним краем либо помещают перфорированные прослойки внутри каждой коробки с вкладышами и виноградом. Это делается для того, чтобы  $SO_2$ , выделяемый вкладышем, в процессе разложения метабисульфита натрия, не накапливался сразу до очень высокого уровня в течение первых недель хранения, причиняя при этом значительный ущерб. При этом выделения  $SO_2$  для защиты винограда хватает не более чем на 1,5-2 месяца, вкладыши исчерпывают свой метабисульфит натрия до окончания срока хранения.

Количество  $SO_2$ , выделяемого вкладышем, зависит от количества влаги, образующейся в процессе дыхания винограда. Разработанная технология предусматривает заключение метабисульфита натрия во вкладышах в слой пластмассы и бумаги, сконструированный таким образом, что бумага постепенно поглощает водяной пар и передает его гранулам метабисульфита натрия, который разлагается до  $SO_2$  и  $H_2O$ . На скорость поглощения водяного пара и скорость высвобождения  $SO_2$  могут влиять барьеры вокруг гранул. Добавление еще одного пластикового барьера позволяет увеличить время высвобождения  $SO_2$  в три раза. Дополнительный барьер замедляет поглощение водяного пара во вкладыше и подавляет первоначальный высокий уровень  $SO_2$  внутри картонных коробок. Этот вариант высвобождения  $SO_2$  позволяет хранить виноград в течение более чем 4 месяцев с минимальными потерями [3].

Исследования в этом направлении проводились Y.Zutahy, A.Lichter, T.Karlunov и др. Виноград, хранится при  $0^\circ C$  в ящиках с вкладышами, обеспечивающими двойное высвобождение  $SO_2$  (быстрое высвобождение плюс фаза медленного высвобождения). Этот метод позволяет предотвратить порчу, вызываемое *Botrytis cinerea* в течение нескольких

недель, но уровень  $SO_2$ , окружающий виноград, резко падает после 60-80 дней. Вкладыш генерирующий  $SO_2$  заключается в пластиковый пакет с макроперфорацией, что является дополнительным барьером для проникновения водяного пара во вкладыш и диффузии  $SO_2$ , обеспечивая снижение начального пика, высвобождаемого  $SO_2$  и повышение срока службы вкладыша втрое [4].

Обработка высокими концентрациями газообразного  $SO_2$  при таких условиях, как использование двух вкладышей, генерирующих  $SO_2$  (один сверху и один снизу упакованного столового винограда) может привести, к повреждениям в виде микротрещин, которые развиваются после сбора урожая среди обработанного  $SO_2$  столового винограда. Выделение сока из трещин приводит к формированию влажной и липкой ягодной кожицы. Частота появления микротрещин возрастет, когда концентрация и время образования продукта (КТ)  $SO_2$  превышали 3 (мл/л<sup>-1</sup>) ч, и не наблюдалось при КТ ниже 0,8 (мл/л<sup>-1</sup>) ч. Симптомы микротрещин в значительной степени индуцировались на столовом винограде Томпсона, погруженном в кислые растворы при pH 2 и 4. Чтобы предотвратить этот дефект, необходимо использовать минимальную дозу  $SO_2$ , которая обеспечивает адекватную защиту от порчи без снижения качества ягод [5].

Для стабилизации винограда в процессе хранения может быть применен этанол. S.Lurie, E.Pesis, O.Gadiyeva и др. Исследовали эффективность трех способов применения этанола для предотвращения порчи при хранении на двух сортах столового винограда – «Супериор» и «Томпсон бессемянный». Использовали три способа: 1-й способ – погружение винограда в 50% этанол в течение 10 с, с последующим подсушиванием на воздухе перед упаковкой; 2-й способ – помещение емкости с фитилем и 4 или 8 мл этанола/кг внутрь упаковки винограда; 3-й способ – нанесение 4 или 8 мл этанола на 1кг винограда на бумагу и помещение ее над виноградом в упаковке. Виноград хранили в течение 6-8

недель при 0 °С и оценивали через 3 дня при 20 °С. Все методы стабилизируют качество винограда в процессе хранения, в той же степени, что и применение SO<sub>2</sub>. Пропитанная этанолом бумага вызывала высокий уровень потемнения ягод из-за высокого уровня ацетальдегида внутри упаковки. Применение этанола не влияет на вкус ягод. Проведённые исследования показывают перспективность применения этанола в качестве альтернативы SO<sub>2</sub> [6].

Е.Candir, О.Kamiloglu, А.Erhan Ozdemir и др. сравнивали эффективность различных способов послеуборочных обработок в поддержании качества и снижении микробиологической порчи при хранении столового винограда при 0 °С в течение 3 месяцев. Столовый виноград был обработан после сбора урожая следующими способами: 1 – погружение в горячую воду при температурах 24 °С, 45 °С, 50 °С или 55 °С в течение 3 мин с последующей упаковкой в перфорированные полиэтиленовые пакеты; 2 – упаковка с парами этанола плюс саше Anti-mold®; 3 – упаковка с вкладышем, генерирующим SO<sub>2</sub>; 4 – упаковка в перфорированные полиэтиленовые пакты. Применение Anti-mold® показало большую эффективность в снижении микробиологической порчи, чем обработка SO<sub>2</sub> без отрицательного влияния на качественные показатели винограда в течение 3 месяцев холодного хранения. У винограда, погруженного в горячую воду или упакованного в пакет с Anti-mold®, происходит интенсивное побурение стеблей, что и может ограничить использование этих методов, несмотря на обеспечение эффективного контроля микробиологической порчи [7].

Представляют интерес исследования по хранению винограда с использованием модифицированной атмосферы. Белый столовый виноград хранили в течение 60 дней при 0 °С с последующим хранением 7 дней на воздухе при 15 °С. Для получения модифицированной атмосферы (МАР) из 15kPa O<sub>2</sub> и 10kPa CO<sub>2</sub> использовали микроперфорированную

полипропиленовую пленку (PP) толщиной 35 мкм с  $0,7 \text{ г Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 \text{ кг}^{-1}$  и без него. Также изучалась контролируемая атмосфера  $(\text{CA})5\text{kPaO}_2+15\text{kPaCO}_2$  и непрерывное воздействие  $0,1 \text{ мклл}^{-1}\text{O}_3$ . В качестве контроля использовали макроперфорированную пленку. После окончания срока хранения у контрольных образцов наблюдалось наибольшее снижение показателей качества, в то время как у обработанных газом ягод наблюдались незначительные изменения показателей твердости, pH, титруемой кислотности, индекса зрелости, аромата и мягкости. К окончанию срока хранения происходило сильное потемнение в контрольных образцах, значительные потери массы (9,65 %), высокий уровень микробиологической порчи (более 9 %) [8].

I.Romero, T.Sanchez-Ballesta, M. исследовали влияние предварительной обработки  $20 \text{ кПа CO}_2 + 20 \text{ кПа O}_2 + 60 \text{ кПа N}_2$  на содержание антоцианов, молекулярный механизм их биосинтеза и антиоксидантную активность. Выделяли парциальные к ДНК, кодирующие ферменты, участвующие в биосинтезе антоцианов, такие как l-фенилаланин аммиаклиаза (PAL) и халкон-синтаза (CHS) и антиоксидантный фермент-аскорбат-пероксидаза (APX). Низкие температуры индуцировали накопление общего содержания антоцианов в кожуре как обработанного, так и необработанного винограда, хотя уровни были ниже в обработанных  $\text{CO}_2$  образцах. В отличие от этого, антиоксидантная активность снизилась при хранении при  $0^\circ\text{C}$  в необработанном винограде, но не изменилась в  $\text{CO}_2$ -обработанном винограде. Предварительная обработка  $20 \text{ кПа CO}_2 + 20 \text{ кПа O}_2 + 60 \text{ кПа N}_2$  в течение 3 дней доказала свою эффективность в поддержании качества ягод и контроле микробиологической порчи столового винограда [9].

Durmus Ustun, Elif Candir Ahmet и др. исследовали влияние вида упаковки на динамику содержания сахаров, органических кислот, антоцианов и антиоксидантной активности столового винограда в течение

3 месяцев хранения при 0 °С. Для хранения образцов винограда использовали различные виды упаковки - перфорированный полиэтилен, упаковку модифицированной газовой среды с антигрибковыми вкладышами (Anti-mold®30, Anti-mold®60 или Anti-mold®80). Наиболее эффективными себя показали антигрибковые вкладыши Anti-mold®80. Их применение привело к повышению содержания антоцианов, снижению антиоксидантной активности во время хранения. Установлено, что содержание фруктозы, глюкозы, яблочной и винной кислот при этом остается неизменным. [10].

F. Artés-Hernández, F. Tomás-Barberán исследовали влияние упаковки, обеспечивавшей модифицированную атмосферу, на показатели качества столового винограда при хранении в течение 7 дней при 0 °С; затем 4 дня при 8 °С; затем 2 дня при 20 °С. Были исследованы два образца полипропиленовых пленок (ПП): микроперфорированная ПП-30 и ориентированная ПП (ОПП). Пленку ОПП наносили с фунгицидом и без него (10 мкл транс-2-гексенала или 0,4г Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> кг<sup>-1</sup>). В качестве контроля использовался макроперфорированный ПП. Пакеты ПП-30 обеспечивали самый низкий уровень O<sub>2</sub> и самый высокий уровень CO<sub>2</sub>. В контрольных образцах наблюдался самый высокий уровень микробиологической порчи, в то время как в экспериментальных образцах потерь практически наблюдалось. Никаких заметных изменений цвета, твердости, содержания растворимых твердых веществ, pH, титруемой кислотности и индекса зрелости обнаружено не было. После окончания срока хранения опытные образцы характеризовались хорошим внешним видом и упругостью. Посторонние запахи наблюдались только у обработанных гексеналом образцов [11].

M.T.Pretel, M.C. Martínez-Madrid и др. провели оценку качества столового винограда сорта «Аледо», прошедшего хранение в картонных коробках при температуре (2±1) °С с последующим периодом 4 суток при



20 °С в слабо обогащенной CO<sub>2</sub> атмосфере в сочетании с генераторами CO<sub>2</sub>. Установлена динамика показателей качества винограда: массы, консистенции, цвета, содержания сахаров, органических кислот и микробиологической обсемененности. Самый высокий уровень качества был достигнут путем совмещения генераторов SO<sub>2</sub> с атмосферой, обогащенной CO<sub>2</sub>. При хранении при температуре 2 °С содержание глюкозы, фруктозы и сахарозы оставалось неизменным во всех исследуемых образцах, в то время как содержание винной и лимонной кислот резко возрастало. Обогащение атмосферы CO<sub>2</sub> продлевало срок хранения столового винограда сорта «Аледо», обеспечивая сохранение его органолептических характеристик [12].

Исследования, проведенные Y.Deng, Y.Wu, Y.Li и др. позволили установить влияние высокого содержания O<sub>2</sub> на активность катаболических ферментов, анатомическую структуру ткани ягод в зонах повреждений и силу отрыва ягод. Столовый виноград сорта «Киохо» подвергали воздействию воздуха или 80% O<sub>2</sub> при 0 °С при 95 % относительной влажности в течение 60 дней. При хранении протекали процессы, приводящие к отделению ягод. Поражение винограда коррелировало с повышением активности гидролаза, в частности целлюлазы (СХ) и полигалактуроназы (ПГ). В отличие от хранения на воздухе, высокое содержание O<sub>2</sub> на ягоды ингибировало активность СХ, ПГ и пектинэстеразы (ПЭ) уменьшало степень поражения, а также имело тенденцию поддерживать высокую прочность сцепления ягод. Установлено, что разрушение клеток зоны поражения задерживалось синергическим воздействием на ферменты, зависимые от высоких уровней O<sub>2</sub> [13].

F.Gabler, J.Mercier, J.Jiménez, изучали влияние комплексной биологической и химической обработки столового винограда: озоном или диоксидом серы на первом этапе, затем распылением *Muscodor albus*.

Установлено, что комбинация озона и *M. albus* ингибировала порчу, но была менее эффективной, чем стандартная обработка  $SO_2$ . Заболеваемость серой плесенью среди принудительно инокулированного винограда сорта «Томпсон» снизилась с 91,7 до 19,3 %. Озоновая фумигация и биофумигация *M. albus* снизили заболеваемость серой плесенью до 9,7 и 4,4 % соответственно, в то время как комбинированная обработка – до 3,4 %; использование вкладышей, генерирующих диоксид серы – до 1,1 % [14].

Перспективной альтернативой  $SO_2$ , является применение эфирных масел и гипобарических методов обработки, обеспечивающих минимальное воздействие на окружающую среду. A.Servili, E.Feliziani, G.Romanazzi исследовали влияние 24-часового воздействия летучих эфирных масел *Rosmarinus officinalis* (розмарин), *Mentha piperita* (мята перечная) и *Thymus vulgaris* (тимьян) индивидуально и в сочетании с гипобарической обработкой при 50 кПа (0,5 атм) на поражаемость винограда серой плесенью. Установлено снижение величины поражения серой гнилью столового винограда, который хранили при температуре 4 °С в течение 7 сут, а затем 3 дня при 20 °С – на 65 % [15].

Еще одной альтернативой обработки  $SO_2$ , является применение ультрафиолетовых излучений.

K.Sheng, H.Zheng, S.Shui и др. исследовали влияние ультрафиолетового излучения среднего диапазона (УФ-В) или коротковолнового (УФ-С) на фенольные соединения и транскрипцию биосинтетических генов в столовом винограде при хранении. Столовый виноград подвергался УФ обработке в дозе 3,6 кДж м<sup>2</sup>, а затем хранению при 4 °С в течение 28 дней. Основные биохимические характеристики винограда во время хранения практически не изменились. Содержание фенолов и антиоксидантная активность после УФ-С обработки всегда были выше, чем у контрольной группы и УФ-В обработки. Несколько

ключевых генов, участвующих в фенилпропаноидных, флавоноидных и стилбеноидных реакциях, таких как PAL, CHS, F3H, LAR, ANS, STC в ответ на ультрафиолетовую обработку были более выражены [16].

Авторами P.Crupi, A.Pichiерri, T.Basile и др. было исследовано влияние УФ-излучения и условий хранения (температуры и времени) и на содержание полифенолов в столовом винограде. Хранение в течение 48 ч, при температуре 4 °С и УФ-облучение в течение 3 мин (2,4 кДж м<sup>2</sup>) увеличили содержание цис- и транс-пептида (34 до 90 мкг/г соответственно); кверцетин-3-О-галактозида и кверцетин-3-О-глюкозида (15 и 140 мкг/г соответственно) – в три раза по сравнению с контрольными образцами винограда. Экспериментальные образцы также содержали повышенные концентрации цианидин-3-О-глюкозида и пеонидин-3-О-глюкозида. Полученные результаты связаны с тем, что обработка ультрафиолетовым излучением, позволяет усилить биосинтез флавоноидов и стилбенов, являющимися вторичными метаболитами, вырабатываемыми в растениях. Биосинтез этих соединений, как правило, усиливается в ответ на биотический или абиотический стресс. Установлено, что комбинированные послеуборочные обработки могут привести к возможному производству «функционального» винограда, характеризуемого повышенным содержанием антиоксидантов [17].

X.D.Li, B.H.Wu, L.J.Wang и др. установили, что обработка винограда после уборки ультрафиолетовым излучением обеспечивает сохранение уровня фенольных соединений в кожице и семенах красного винограда после 28 дней хранения при низкой температуре ( $-1 \pm 0,5$ ) °С [18].

**Заключение.** Основным инструментом, обеспечивающим стабилизацию качества винограда в процессе транспортировки и хранения, является использование сернистого ангидрида – газа, обладающего свойствами, которые позволяют ингибировать не ферментативное потемнение, снизить активность ферментов, эффективно контролировать

развитие *Botrytis cinerea* (фитопатогена, вызывающего серую гниль) и действующего как антиоксидант.

При этом особое внимание исследователи уделяют контролю скорости высвобождения  $SO_2$ , так как важно на первом этапе хранения обеспечить поступление значительного количества диоксида серы в течение короткого периода времени, что позволяет устранить споры *Botrytis*, присутствующие на поверхности винограда и стабилизировать повреждения, образовавшиеся во время транспортировки и фасовки. На втором этапе необходимо обеспечить постоянное поступление минимального количества сернистого ангидрида, в течение длительного времени хранения обеспечивающие контроль развития микробиологической порчи.

В качестве инструмента для стабилизации качества винограда в процессе хранения может использоваться модифицированная газовая среда, создаваемая различными способами, в том числе за счет особых видов упаковки; принудительного насыщения среды такими газами как кислород, озон или углекислый газ. При этом для усиления эффекта могут дополнительно применяться физические методы, фунгициды, антигрибковые вкладыши Anti-mold®.

Известны технологии комплексной обработки столового винограда для борьбы с послеуборочной микробиологической порчей, предусматривающие на первом этапе обработку озоном или диоксидом серы с последующей биопумпацией распылением *Muscodor albus*.

Альтернативой к применению диоксида серы является использование эфирных масел и гипобарических методов обработки, обеспечивающим минимальное воздействие на окружающую среду.

Хорошие результаты при хранении обеспечивает применение ультрафиолетового излучения положительно влияющих на транскрипцию

биосинтетических генов, обеспечивающие повышение содержания фенольных соединений и антиоксидантной активности винограда.

Проведенный анализ современных технологий представляет интерес для практических работников и исследователей, разрабатывающих технологии хранения винограда.

### Литература

1. Khamis Youssef Sergio, Ruffo Roberto, Francelize Chiarotti, Renata Koyama, Ibrar Hussain, Reginaldo Teodorode Souza, 2015. Control of Botrytis mold of the new seedless grape 'BRS Vitoria' during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 193, pp. 316-321.

2. Мелякова Е.В. Технология хранения столового винограда // *Современные научные исследования и инновации*. 2018. № 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2018/01/85551> (дата обращения: 04.02.2020).

3. M.T.Pretel, M.C.Martínez-Madrid, J.R.Martínez, J.C.Carreño, F.Romajaro, 2006. Prolonged storage of 'Aledo' table grapes in a slightly CO<sub>2</sub> enriched atmosphere in combination with generators of SO<sub>2</sub>. *LWT – Food Science and Technology*, 39 pp. 1109-1116.

4. Y. Zutahy, A. Lichter, T. Kaplunov, S. Lurie, 2008. Extended storage of 'Red Globe' grapes in modified SO<sub>2</sub> generating pads. *Postharvest Biology and Technology* 50, pp. 12-17.

5. Zoffoli, J.P., Latorre, B.A., Naranjo, P., 2008. Hairline, a postharvest cracking disorder in table grapes induced by sulfur dioxide. *Postharvest Biology and Technology*, 47, pp. 90-97.

6. Susan Lurie, Edna Pesis, Oxana Gadiyeva, Oleg Feygenberg, Rosa Ben-Arie, Tanya Kaplunov, Yohanan Zutahy, Amnon Lichter., 2006. Difided ethanol atmosphere to control decay of table grapes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 42, pp. 222-227.

7. Candir, E., Kamiloglu, O., Erhan Ozdemir, A., Celebi, S., Coskun, H., Ars, M., Alkan, S. *Journal*, 2011. Alternative postharvest treatments to control decay of table grapes during storage. of *Applied Botany and Food Quality* 84, pp. 72-75.

8. F. Artés-Hernández, E. Aguayo, F. Artés, 2004. Alternative atmosphere treatments for keeping quality of 'Autumn seedless' table grapes during long-term cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 31, pp. 59-67.

9. I. Romero, Teresa Sanchez-Ballesta, M. Email Author, R. Maldonado, M. Isabel Escribano, C. Merodio, 2008. Anthocyanin, antioxidant activity and stress-induced gene expression in high CO<sub>2</sub>-treated table grapes stored at low temperature. *Journal of Plant Physiology*, 165, pp. 522-530.

10. Durmus Ustun, Elif Candir Ahmet, Erhan Ozdemir. Onder Kamiloglu, Emine Mine Soyulu, Ramazan Dilbaz, 2012. Effects of modified atmosphere packaging and ethanol vapor treatment on the chemical composition of 'Red Globe' table grapes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 68, pp. 8-15.

11. F. Artés-Hernández, F. Tomás-Barberán, F.A. Artés, B. V. Elsevier, 2006. Modified atmosphere packaging preserves quality of SO<sub>2</sub>-free 'Superior seedless' table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 39, pp. 146-154.

12. Pretel, M.T. Martínez-Madrid, M.C. Martínez, J.R. Carreño, J.C. Romajaro, F., 2006. Prolonged storage of 'Aledo' table grapes in a slightly CO<sub>2</sub> enriched atmosphere in

combination with generators of SO<sub>2</sub>. *LWT – Food Science and Technology*, 39, pp. 1109-1116.

13. Deng, Y., Wu, Y., Li, Y., Yang, M., Shi, C., Zheng, C., 2007. Studies of postharvest berry abscission of 'Kyoho' table grapes during cold storage and high oxygen atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, 43, pp. 95-101.

14. Gabler, F.M., Mercier, J., Jiménez, J.I., 2010. Smilanick, J.L. Integration of continuous biofumigation with *Muscodor albus* with pre-cooling fumigation with ozone or sulfur dioxide to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 55, pp. 78-84.

15. Servili, A., Feliziani, E., Romanazzi, G., 2017. Exposure to volatiles of essential oils alone or under hypobaric treatment to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 133, pp. 36-40.

16. Kangliang Sheng, Huanhuan Zheng, ShanShan Shui, LingYan, Changhong Liu, Lei Zheng., 2018. Comparison of postharvest UV-B and UV-C treatments on table grape: Changes in phenolic compounds and their transcription of biosynthetic genes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 138, pp. 74-81.

17. Crupi, P., Pichierri, A., Basile, T., Antonacci, D., 2013. Postharvest stilbenes and flavonoids enrichment of table grape cv Redglobe (*Vitis vinifera* L.) as affected by interactive UV-C exposure and storage conditions. *Food Chemistry*, 141, pp. 802-808.

18. X. D Li, B. H Wu, L. J. Wang, X. B Zheng, S. T. Yan & S. H. Li., 2009. Changes in trans-resveratrol and other phenolic compounds in grape skin and seeds under low temperature storage after post-harvest. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84, pp. 2-15.

### References

1. Khamis Youssef Sergio, Ruffo Roberto, Francelize Chiarotti, Renata Koyama, Ibrar Hussain, Reginaldo Teodorode Souza, 2015. Control of Botrytis mold of the new seedless grape 'BRS Vitoria' during cold storage. *ScientiaHorticulturae*, 193, pp. 316-321.

2. Melyakova E.V. Technology storage of table grapes // Modern scientific research and innovation. 2018. No. 1 [Electronic resource]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2018/01/85551> (accessed 04.02.2020).

3. M.T.Pretel, M.C.Martínez-Madrid, J.R.Martínez, J.C.Carreño, F.Romajaro, 2006. Prolonged storage of 'Aledo' table grapes in a slightly CO<sub>2</sub> enriched atmosphere in combination with generators of SO<sub>2</sub>. *LWT – Food Science and Technology*, 39 pp. 1109-1116.

4. Y. Zutahy, A. Lichter, T. Kaplunov, S. Lurie, 2008. Extended storage of 'Red Globe' grapes in modified SO<sub>2</sub> generating pads. *Postharvest Biology and Technology* 50, pp. 12-17.

5. Zoffoli, J.P., Latorre, B.A., Naranjo, P., 2008. Hairline, a postharvest cracking disorder in table grapes induced by sulfur dioxide. *Postharvest Biology and Technology*, 47, pp. 90-97.

6. Susan Lurie, Edna Pesis, Oxana Gadiyeva, Oleg Feygenberg, Rosa Ben-Arie, Tanya Kaplunov, Yohanan Zutahy, Amnon Lichter., 2006. Modified ethanol atmosphere to control decay of table grapes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 42, pp. 222-227.

7. Candir, E., Kamiloglu, O., Erhan Ozdemir, A., Celebi, S., Coskun, H., Ars, M., Alkan, S. *Journal*, 2011. Alternative postharvest treatments to control decay of table grapes during storage. *of Applied Botany and Food Quality* 84, pp. 72-75.

8. F. Artés-Hernández, E. Aguayo, F. Artés, 2004. Alternative atmosphere treatments for keeping quality of 'Autumn seedless' table grapes during long-term cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 31, pp. 59-67.

9. I. Romero, Teresa Sanchez-Ballesta, M. Email Author, R. Maldonado, M. Isabel Escribano, C. Merodio, 2008. Anthocyanin, antioxidant activity and stress-induced gene expression in high CO<sub>2</sub>-treated table grapes stored at low temperature. *Journal of Plant Physiology*, 165, pp. 522-530.

10. Durmus Ustun, Elif Candir Ahmet, Erhan Ozdemir. Onder Kamiloglu, Emine Mine Soyulu, Ramazan Dilbaz, 2012. Effects of modified atmosphere packaging and ethanol vapor treatment on the chemical composition of 'Red Globe' table grapes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 68, pp. 8-15.

11. Artés-Hernández, F. Tomás-Barberán, F.A. Artés, B. V. Elsevier, 2006. Modified atmosphere packaging preserves quality of SO<sub>2</sub>-free 'Superior seedless' table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 39, pp. 146-154.

12. Pretel, M.T. Martínez-Madrid, M.C. Martínez, J.R. Carreño, J.C. Romojaro, F., 2006. Prolonged storage of 'Aledo' table grapes in a slightly CO<sub>2</sub> enriched atmosphere in combination with generators of SO<sub>2</sub>. *LWT – Food Science and Technology*, 39, pp. 1109-1116.

13. Deng, Y., Wu, Y., Li, Y., Yang, M., Shi, C., Zheng, C., 2007. Studies of postharvest berry abscission of 'Kyoho' table grapes during cold storage and high oxygen atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*, 43, pp. 95-101.

14. Gabler, F.M., Mercier, J., Jiménez, J.I., 2010. Smilanick, J.L. Integration of continuous biofumigation with *Muscodor albus* with pre-cooling fumigation with ozone or sulfur dioxide to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 55, pp. 78-84.

15. Servili, A., Feliziani, E., Romanazzi, G., 2017. Exposure to volatiles of essential oils alone or under hypobaric treatment to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 133, pp. 36-40.

16. Kangliang Sheng, Huanhuan Zheng, ShanShan Shui, LingYan, Changhong Liu, Lei Zheng., 2018. Comparison of postharvest UV-B and UV-C treatments on table grape: Changes in phenolic compounds and their transcription of biosynthetic genes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 138, pp. 74-81.

17. Crupi, P., Pichierri, A., Basile, T., Antonacci, D., 2013. Postharvest stilbenes and flavonoids enrichment of table grape cv Redglobe (*Vitis vinifera* L.) as affected by interactive UV-C exposure and storage conditions. *Food Chemistry*, 141, pp. 802-808.

18. X. D Li, B. H Wu, L. J. Wang, X. B Zheng, S. T. Yan & S. H. Li., 2009. Changes in trans-resveratrol and other phenolic compounds in grape skin and seeds under low temperature storage after post-harvest. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84, pp. 2-15.