

مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۶، شماره ۴، سال ۱۳۸۹

اثر پوشش پلاستیکی و ورقه‌های بی سولفیت سدیم بر انبارمانی انگور (*Vitis vinifera*) رقم رشه
(سیاه سردشت)

Effect of Polyethylene Cover and Sulfur Pad on Storage Life of Grapvine (*Vitis vinifera*) cv. Rasha (Siah-e-Sardasht)

حامد دولتی بانه^۱، رسول جلیلی^۲، خالد سامط^۳ و عزیز امانی^۴

- ۱- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، ارومیه.
- ۲- دانشیار، دانشگاه ارومیه، ارومیه
- ۳ و ۴- کارشناس ارشد باغبانی، سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی، ارومیه.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۷/۸

چکیده

دولتی بانه، ح.، جلیلی، ر.، سامط، خ. و امانی، ع. ۱۳۸۹. اثر پوشش پلاستیکی و ورقه‌های بی سولفیت سدیم بر انبارمانی انگور (*Vitis vinifera*) رقم رشه (سیاه سردشت). مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۶ (۴): ۴۵۷-۴۷۱.

در این پژوهش اثر نوع پوشش بسته‌بندی و محل قرار گیری ورقه‌های آزادکننده گاز دی اکسید گوگرد بر کنترل پوسیدگی‌های قارچی، صفات کیفی و باقیمانده سولفیت در انگور رشه (سیاه سردشت) طی نگهداری در سردخانه در دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفت. اثر سه سطح متفاوت ورقه‌های سولفور با غلظت یک گرم بر کیلوگرم (یک ورقه کامل در بالای جعبه، نصف ورقه در بالای و بدون سوراخ) و چهار زمان نمونه‌برداری (قبل از انبارداری ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ روز) در طول دوره نگهداری (۱۳۵ روز) در سردخانه، بر درصد کاهش وزن، سفید شدگی جبهه‌ها، درصد آلودگی قارچی، خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه، چروکیدگی جبهه‌ها، طعم و مزه و باقیمانده سولفیت داخل جبهه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تیمار ورقه‌های سولفور در طی زمان انبارداری به طور معنی‌داری میزان کاهش وزن، چروکیدگی چوب خوشه و جبهه، آلودگی قارچی و پوسیدگی را کاهش و مقدار سفید شدگی جبهه‌ها و تغییر طعم و مزه را افزایش داد. تیمار پوشش بدون سوراخ به طور معنی‌داری میزان کاهش وزن و خشکیدگی چوب خوشه را کاهش داد. بیشترین مقدار سولفیت به ترتیب با مقادیر ۱۷/۵ و ۱۵/۵۸ قسمت در میلیون در تیمار یک و دو ورقه سولفور همراه پوشش بدون سوراخ بدست آمد. در حالیکه در پوشش سوراخ‌دار مقدار سولفیت در هر دو تیمار کاربرد ورقه‌های سولفور ۹/۳۴ قسمت در میلیون بود که از حد مجاز ۱۰ قسمت در میلیون پایین‌تر بود. برای افزایش عمر نگهداری انگور رشه، کاهش سفید شدگی و تغییر طعم و مزه انگور در سردخانه با کمترین باقیمانده سولفیت در میوه‌ها، استفاده از یک ورقه سولفور در بالای انگورهای بسته بندی شده با پوشش پلاستیکی سوراخ‌دار و یا استفاده از نصف ورقه با پوشش بدون سوراخ توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: عمر انباری، ورقه‌های آزاد کننده دی اکسید گوگرد، باقیمانده سولفیت و تغییر طعم میوه.

مقدمه

کارآیی گاز دی‌اکسید گوگرد می‌تواند پوسیدگی‌های ناشی از کپک خاکستری^۱، پنسیلیوم^۲، کلادسپوریوم^۳ و آلترناریا^۴ را کنترل کند (Franck *et al.*, 2005). همچنین باعث می‌شود که رنگ چوب خوشه‌ها به صورت سبز روشن یا زرد کهربائی باقی بماند. بدون گازدهی چوب خوشه‌های انگور در سردخانه به رنگ قهوه‌ای یا سیاه در می‌آیند. انگورهای تیمار شده با SO₂ سرعت تنفس کمتری در مقایسه با انگورهای تیمار نشده دارند و این سرعت کم تنفس باعث افزایش طول عمر انباری می‌شود (Dennis, 1983). امروزه برای نگهداری و حمل و نقل انگورها، از ورقه‌های آزادکننده گاز SO₂ استفاده می‌کنند (Nelson, 1976). محل قرارگیری ورقه‌های تولیدکننده SO₂ در جعبه‌ها به طور معنی‌داری کنترل پوسیدگی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. میزان پوسیدگی در جعبه‌های دارای ورقه‌های تولیدکننده SO₂ در قسمت بالا و پایین جعبه‌ها به طور معنی‌داری کمتر از جعبه‌هایی است که فقط در قسمت بالا دارای این ورقه‌ها هستند (Nelson, 1976). موستونن (Mustonen, 1992) گزارش داد که استفاده از ورقه‌های آزادکننده گاز دی‌اکسید گوگرد در بالای جعبه‌های ۱۰ کیلوگرمی باعث کنترل کپک خاکستری و قهوه‌ای شدن چوب

خوشه انگور رقم کالمیریا (Calmeria) شد. استفاده از پوشش بدون سوراخ همراه با ورقه‌های آزادکننده گاز بطور معنی‌داری از پوسیدگی و قهوه‌ای شدن چوب خوشه، چروکیدگی حبه و کاهش وزن رقم سفید بی‌دانه نسبت به پوشش سوراخ‌دار جلوگیری کرد (Nelson, 2007).

چینگ (Ching, 1994) گزارش داد که استفاده از ورقه‌های آزادکننده SO₂ داخل جعبه‌های انگور از رشد قارچ‌ها، تغییر رنگ چوب خوشه و دم حبه‌ها جلوگیری می‌کند. شرایعی و همکاران (Sharayei *et al.*, 2004) از این ورقه‌ها با غلظتهای ۴، ۷ و ۱۰ درصد متابی‌سولفیت سدیم در دو ردیف ته و وسط جعبه‌ها برای نگهداری ارقام کلاهداری و کج انگوری خراسان در سردخانه استفاده کردند. نتایج تحقیق آنها حاکی از کاهش درصد آلودگی قارچی و پوسیدگی و افزایش میزان ویتامین C در اثر افزایش غلظت متابی‌سولفیت سدیم بود. زوفولی و همکاران (Zoffoli *et al.*, 2007) گزارش دادند که در اپیدرم حبه‌های انگوری که در تماس مسقیم با ورقه‌های آزادکننده دی‌اکسید گوگرد یا در معرض غلظت‌های بالای SO₂ به مدت طولانی هستند، ترک ایجاد می‌شود. با افزایش تعداد ورقه‌ها (دو ورقه، یک ورقه در بالا و دیگری در پایین جعبه) و مدت زمان تماس، ترک خوردگی در انگور تامسون سیدلس افزایش پیدا کرد.

ایران به علت برخورداری از شرایط اقلیمی

¹ - Gray mold

² - Penicilium

³ - Cladosporium

⁴ - Alternaria

اثر پوشش پلاستیکی...

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار و در دو سال (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) به اجرا درآمد. عامل اول موقعیت قرارگیری ورقه‌های آزاد کننده دی اکسید گوگرد (Sulfur pad)، با غلظت یک گرم بر کیلوگرم متابی سولفیت سدیم، در سه سطح (یک ورقه کامل در بالای جعبه، نصف یک ورقه در بالا و نصف دیگر در پایین جعبه و بدون ورقه)، عامل دوم پوشش نایلونی در دو سطح (پوشش سوراخ دار و بدون سوراخ) بودند. عامل سوم نمونه برداری در چهار سطح (قبل از انبارداری، ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ روز) خوشه‌های انگور (*Vitis vinifera*) رقم رشه به صورت تصادفی از یکی از باغات دیم شهرستان سردشت تهیه گردید. برداشت در زمان رسیدن کامل جبهه‌ها و در ساعات خنک صبح انجام شد. جعبه‌های حاوی میوه در اواخر روز که هوا خنک بود، به محل سردخانه در ارومیه منتقل شدند. بعد از ۴۸ ساعت نگهداری انگور در دمای صفر درجه سانتیگراد و خنک شدن میوه‌ها، قبل از هر گونه تیماری، خوشه‌ها و جبهه‌های کوچک غیر استاندارد، ضربه دیده، لهیده و آفت زده تفکیک و خوشه‌های سالم و عاری از هر گونه آلودگی و پوسیدگی انتخاب شدند. بعد از سرد شدن، ابتدا کیسه‌های نایلونی در قسمت داخلی جعبه‌های هفت کیلوگرمی قرار داده شد. سپس یک ورقه کاغذ جاذب (Absorb pad) داخل پوشش نایلونی قرار گرفت و خوشه‌های انگور

مناسب یکی از مهمترین مناطق پرورش انگور در جهان به شمار می‌آید. از کل تولید انگور ایران قسمتی به صورت تازه خوری و قسمتی جهت تهیه کشمش و تولید آب انگور مصرف می‌گردد (Doulati et al., 1999). مقدار زیادی از انگورهای تولید شده در سردخانه‌ها نگهداری می‌شوند. انگور رشه (سیاه سردشت) یکی از مهمترین ارقام انگور تولیدی استان آذربایجان غربی است که به صورت دیم پرورش می‌یابد. این رقم به دلیل کیفیت بالای میوه، بازارپسندی مناسب و قابلیت نگهداری بالا دارای اهمیت اقتصادی می‌باشد. شیوه‌های مرسوم نگهداری انگور در این استان، سوزاندن پودر گوگرد در سردخانه‌ها و یا استفاده بی‌رویه از ورقه‌های آزادکننده گاز گوگرد می‌باشد. از معایب این روش‌های نگهداری می‌توان به عدم کنترل دقیق گاز دی اکسید گوگرد، صدمه به تجهیزات سردخانه، سفید شدن میوه‌ها، عوض شدن طعم و مزه و تجمع بالای سولفیت در میوه‌ها اشاره کرد (Smilanick and Henson, 1992). به منظور معرفی مناسبترین روش نگهداری انگور با استفاده از ورقه‌های آزادکننده گاز گوگرد در سردخانه که حداکثر کنترل بیماری و حفظ صفات کیفی میوه با حداقل مقدار سولفیت و صدمات به میوه و تجهیزات سردخانه را داشته باشد این تحقیق به اجرا درآمد.

حرارت اتاق به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا نقاط سفید شده به خوبی مشخص گردند. هر کدام از این ۵۰ حبه در زیر نور سفید با عدسی ۲X از نظر شدت و تعداد نقاط سفید شده ارزیابی شدند و در یکی از درجه بندی‌های (۱) بدون لکه؛ (۲) کم؛ (۳) متوسط؛ (۴) شدید؛ (۵) خیلی شدید قرار گرفتند. میانگین اعداد مربوط به ۵۰ حبه به عنوان شاخص سفید شدگی هر کدام از تیمارها گزارش شدند (Wata, 1980).

از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی ۱۰۰ حبه انتخاب و با توجه به علائم قارچی موجود روی آن و شمارش تعداد حبه‌های آلوده، درصد آلودگی محاسبه شد.

مقیاس تعیین چروکیدگی و قهوه‌ای شدن چوب خوشه‌ها:

(۱) ندارد؛ (۲) کم؛ (۳) متوسط؛ (۴) شدید؛ (۵) خیلی شدید

مقیاس تعیین چروکیدگی حبه‌ها

(۱) خیلی چروکیده؛ (۲) کمی چروکیده؛ (۳) معمولی؛ (۴) صاف؛ (۵) کاملاً صاف

مقیاس تعیین وضعیت طعم و مزه حبه‌های انگور

(۱) نامناسب؛ (۲) متوسط؛ (۳) خوب؛ (۴) خیلی خوب؛ (۵) عالی

اندازه‌گیری باقی‌مانده سولفیت (SO_3^{2-}) میوه‌ها به روش تیتراسیون اکسیداسیون-احیا در آخر دوره انبارداری میوه‌ها از تمامی تیمارها با روش غیر مستقیم یدومتری (Iodometric)

به صورت یک ردیفه روی آن چیده شدند. در تیمار یک ورقه سولفور (ورقه‌های ۷ گرمی برای ۷ کیلوگرم انگور)، ورقه در بالای خوشه‌های چیده شده و درون کاغذ جاذب قرار گرفت و در تیمار دوم، نصف ورقه در ته جعبه، زیر خوشه‌های انگور داخل کاغذ جاذب، و نصف دیگر در بالای خوشه‌ها قرار داده شد. در تیمار شاهد از این ورقه‌ها استفاده نگردید. تمام جعبه‌های انگور در سردخانه با دمای 1 ± 0 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد قرار گرفتند (Ryall and Harvey, 1965). در طول مدت نگهداری انگور در سردخانه برای مشخص نمودن اثر تیمارهای اعمال شده بر وضعیت کمی و کیفی میوه‌ها، صفات زیر اندازه‌گیری شدند:

۱- درصد کاهش وزن خوشه‌ها،
۲- سفیدشدگی حبه‌ها، ۳- درصد آلودگی قارچی، ۴- خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه‌ها، ۵- چروکیدگی حبه‌ها، ۶- وضعیت طعم و مزه میوه، ۷- مقدار باقیمانده سولفیت.

برای محاسبه کاهش وزن، از هر واحد آزمایشی یک خوشه انتخاب و داخل کیسه فریزر سوراخ‌دار قرار گرفت سپس داخل جعبه‌ها گذاشته شدند. در مراحل اندازه‌گیری صفات، وزن این خوشه توزین و ثبت شد.

برای ارزیابی میزان لکه‌های سفید ایجاد شده ناشی از گاز SO_2 روی حبه‌ها، بر اساس یک نمونه تصادفی ۵۰ عدد حبه غیر آلوده به قارچ از هر واحد آزمایشی انتخاب گردید. این حبه‌ها در

انجام شد. این روش در دو مرحله به اجرا در آمد. مرحله اول: تهیه محلول ید و استاندارد کردن آن به وسیله محلول استاندارد تیوسولفات سدیم.

ابتدا محلول ید با نرمالیتته ۰/۰۱۲۵ تهیه و با محلول تیوسولفات سدیم جهت تعیین نرمالیتته دقیق ید تیترا گردید بعد از تعیین دقیق نرمالیتته ید، محلول ید با توجه به غلظت یون SO_3^{2-} تا حد ممکن جهت اخذ نتایج مطلوب رقیق شد و جهت تیتراسیون مورد استفاده قرار گرفت.

مرحله دوم: آماده سازی نمونه آب انگور حدود ۵ میلی لیتر از نمونه آب انگور صاف شده را در یک ارلن ۱۰۰ میلی لیتری ریخته، روی آن یک الی دو قطره نشاسته و سپس دو تا سه میلی لیتر اسید سولفوریک اضافه شد و نمونه تهیه شده به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد نگهداری گردید و به طور مستقیم با محلول استاندارد شده ید در مرحله اول تیترا شد و در نقطه پایانی تیتراسیون، وقتی رنگ ارغوانی محلول به رنگ بنفش کم رنگ تغییر یافت حجم مصرفی ید مصرفی یادداشت و با استفاده از رابطه زیر غلظت یون سولفیت محاسبه شد.

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

M_1 = مولاریته ید، V_1 = حجم ید مصرفی،

M_2 = غلظت یون سولفیت، V_2 = حجم نمونه

آب مصرفی

در خاتمه بعد از محاسبه مولاریته محلول SO_3^{2-} ، غلظت آن با استفاده از جرم مولکولی یون سولفیت بر حسب گرم بر میلی لیتر محاسبه

شد.

با توجه به اینکه برخی از اعداد بر اساس درصد بیان شده و یا بعضی از صفات دارای رقم صفر بودند، از $\arcsin \sqrt{X + \frac{1}{2}}$ و $\arcsin \sqrt{X}$ برای تبدیل داده‌ها استفاده گردید. بعد از تبدیل و برقراری شرط توزیع نرمال، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از برنامه آماری MSTAT-C انجام گرفت.

نتایج و بحث

سفید شدگی

اثر متقابل سولفور و پوشش بر روی میزان سفید شدگی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (ارائه نشده است). بیشترین میزان سفید شدگی در تیمار دو ورقه‌ای سولفور (نصف ورقه در پایین و نصف دیگر در بالای خوشه‌ها) با پوشش نایلونی بدون سوراخ ثبت شد. کمترین مقدار در تیمار بدون سولفور با پوشش بدون سوراخ بدست آمد (جدول ۱). گاز دی‌اکسید گوگرد متصاعد شده از ورقه‌های سولفور علیرغم جلوگیری از فعالیت قارچها و کنترل پوسیدگی، حفظ وضعیت ظاهری میوه و جلوگیری از چروکیدگی حبه‌های انگور در طی نگهداری در سردخانه، در صورت زیادی غلظت آن باعث بروز اثر نامطلوبی مثل ایجاد لکه‌های سفید روی پوست و ترکیدن حبه‌ها می‌شود که این حالت از بازارپسندی انگور بویژه ارقام با میوه‌های قرمز و سیاه می‌کاهد (Zoffoli et al., 2007). نلسون

جدول ۱- میانگین اثر متقابل سولفور × نوع پوشش بر برخی خصوصیات انگور رقم رشه در سردخانه
Table 1. Means of sulfur × cover interaction on some characteristics of grapevine cv. Rasha in cold store

Treatment	تیما	کاهش وزن حبه (گرم) Weight loss of berry (g)	سفید شدگی حبه Bleaching of berry	خشکیدگی چوب خوشه Rachis desiccation	چروکیدگی حبه Berry shriving	درصد پوسیدگی Decay%	طعم و مزه Taste
One pad یک ورقه							
Perforated bag	پوشش سوراخ‌دار	2.1a	2.12b	2.79bc	3.54b	6.9b	3.21b
Imperforated bag	بدون سوراخ	0.36c	2.42b	2.37bc	4.16a	4.68b	2.88bc
Two pads دو ورقه							
Perforated bag	پوشش سوراخ‌دار	1.8b	2.12b	2.71bc	3.58b	4.7b	3.0bc
Imperforated bag	بدون سوراخ	0.37c	3.08a	2.25c	4.0a	4.5b	2.29c
Control شاهد							
Perforated bag	پوشش سوراخ‌دار	1.75ab	1.33c	3ab	3.08c	28.6a	3.63ab
Imperforated bag	بدون سوراخ	0.58c	1.04c	3.42a	2.87c	31.9a	2.24a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

ورقه‌های سولفور حداکثر ۶۰-۵۰ روز می‌باشد بنابراین علت افزایش ناگهانی سفید شدگی در زمان دوم و سوم مصادف بودن آن با زمان حداکثر آزاد سازی گاز می‌باشد و تا رسیدن به مرحله پایان انبارداری به تدریج بر میزان این صدمات افزوده شد (جدول ۲). اثر متقابل سه گانه این عوامل نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (ارائه نشده است). بیشترین صدمات سفیدشدگی در تیمار دو ورقه با پوشش بدون سوراخ در پایان دوره انبارمانی (۱۳۵ روز) بدست آمد. در هر دو تیمار کاربرد ورقه سولفور، روند افزایش عارضه در طی زمان نگهداری در سردخانه در پوشش نایلونی بدون سوراخ بیشتر بود در حالیکه صدمات در پوشش سوراخ دار تا ۴۵ روز افزایش داشت و بعد از آن

(Nelson, 1985) گزارش کرد که میزان آزاد شدن گاز SO_2 بستگی به غلظت متابی سولفیت سدیم، درجه حرارت و رطوبت نسبی سردخانه دارد و یک رابطه مستقیم بین شدت نقاط سفید شده در انگور توکی و غلظت‌های گاز دی‌اکسید گوگرد وجود دارد. عدم تهویه و ارتباط گاز در پوشش بدون سوراخ و ماندگاری بیشتر گاز در این شرایط امکان بروز این عارضه را فراهم کرد. اثر متقابل سولفور × زمان نمونه‌برداری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (ارائه نشده است). بیشترین میانگین سفیدشدگی در زمان چهارم نگهداری اتفاق افتاد گرچه در مرحله دوم نیز این مقدار به صورت جهشی افزایش یافت. با توجه به این که مدت آزادسازی گاز دی‌اکسید گوگرد از

جدول ۲- میانگین اثر متقابل سولفور × زمان انبارداری بر برخی خصوصیات انگور رشه در سردخانه
Table 2. Means of sulfur × storage time interaction on some characteristics of grapevine cv. Rasha in cold store

Treatment	تیمار	سفید شدگی Bleaching	خشکیدگی چوب خوشه Rachis desiccation	درصد پوسیدگی Decay (%)	طعم و مزه Taste
One pad یک ورقه					
Before storage	قبل از انبارداری	1.00c	1.5c	0.00b	5.00a
45 days	۴۵ روز	2.58b	3.0b	0.08b	2.67cde
90 days	۹۰ روز	2.66ab	3.0b	0.3b	2.42cde
End of storage	پایان انبارداری	2.83ab	3.0b	1.1b	2.08de
Two pads دو ورقه					
Before storage	قبل از انبارداری	1.00c	1.5c	0.00b	5.00a
45 days	۴۵ روز	3.08ab	3.0b	0.00b	2.17de
90 days	۹۰ روز	3.00ab	3.0b	0.30b	1.83de
End of storage	پایان انبارداری	3.300a	3.0b	0.94b	1.58e
Control شاهد					
Before storage	قبل از انبارداری	1.00c	1.5c	0.00b	5.00a
45 days	۴۵ روز	1.33c	4.0a	22.58a	4.33ab
90 days	۹۰ روز	1.16c	4.0a	33.10a	3.50bc
End of storage	پایان انبارداری	1.25c	4.0a	42.06a	2.92cd

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

شدت صدمات ثابت باقی ماندند (جدول ۴).

کاهش وزن

اثر متقابل ورقه سولفور × پوشش پلاستیکی بر روی کاهش وزن میوه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (ارائه نشده است). بیشترین کاهش وزن میوه در تیمار یک ورقه سولفور با پوشش سوراخ‌دار ثبت شد و کمترین کاهش وزن میوه در تیمارهای شاهد و کاربرد ورقه سولفور با پوشش بدون سوراخ مشاهده شد (جدول ۱). تیمار ورقه‌های سولفور به همراه پوشش‌های پلاستیکی بدون سوراخ مانع فعالیت قارچها، کاهش تخریب بافتها و از دست دادن آب به صورت تعرق و در نتیجه کند کردن روند

کاهش وزن میوه‌های انگور شدند که این یافته با نتایج تحقیقات کارلوس و همکاران (Carlos *et al.*, 1994) هم‌خوانی دارد. از طرف دیگر پوشش بدون سوراخ با کاهش تبادل جریان هوا، کم کردن تعرق، افزایش رطوبت نسبی داخل جعبه‌ها و افزایش CO₂ مانع کاهش بیشتر وزن خوشه‌ها نسبت به تیمار پوشش سوراخ‌دار شد که با نتایج دنگ و همکاران (Deng *et al.*, 2005) و نلسون (Nelson, 2007) مطابقت دارد. آنها گزارش دادند که کاهش وزن انگور رقم سلطانی در تیمار پوشش بدون سوراخ همراه با ورقه بطور معنی‌داری کمتر از تیمار پوشش سوراخ‌دار بود.

تنفسی هستند مقداری از آب میوه صرف این فعالیت می‌شود، در نتیجه میانگین کاهش وزن یک رابطه مستقیم با طول مدت انبارداری دارد که با نتایج تحقیق دولتی و همکاران (Doulati *et al.*, 1999) در مورد ارقام کشمش بی‌دانه و فخری شاهرودی مطابقت دارد.

اثر متقابل پوشش و زمان انبارداری در سطح احتمال ۱٪ روی مقدار کاهش وزن معنی‌دار شد. روند کاهش وزن خوشه‌ها با گذشت زمان در جعبه‌های با پوشش سوراخ‌دار بیشتر از پوشش بدون سوراخ بود (جدول ۳). هر چه مدت زمان انبارداری انگور بیشتر باشد با توجه به اینکه سلول‌های میوه زنده و دارای فعالیت

جدول ۳- اثر متقابل نوع پوشش × زمان انبارداری بر برخی خصوصیات انگور رقم رشه در سردخانه
Table 3. Means of cover × storgetime interaction on some characteristics in grapevine cv. Rasha in cold store

Treatment	تیمار	کاهش وزن (گرم)	سفید شدگی حبه
		Berry weight loss (g)	Bleaching of berry
سوراخ دار Perforated bag			
Before storage	قبل از انبارداری	0.00d	1.00c
45 days	۴۵ روز	2.00b	2.16b
90 days	۹۰ روز	2.90ab	2.05ab
End of storage	پایان انبارداری	3.79a	2.22ab
بدون سوراخ Imperforated bag			
Before storage	قبل از انبارداری	0.00d	1.00c
45 days	۴۵ روز	0.60c	3.50ab
90 days	۹۰ روز	0.65c	2.50ab
End of storage	پایان انبارداری	0.79c	2.79a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه

اثر متقابل سولفور × پوشش پلاستیکی روی خشکیدگی چوب خوشه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (ارائه نشده است). کمترین میزان خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه در تیمار یک و دو ورقه‌ای سولفور با پوشش بدون سوراخ و بیشترین خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه به ترتیب در تیمار شاهد با پوشش

بدون سوراخ به ثبت رسید (جدول ۱). در تیمارهای ورقه سولفور، خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه در پوشش بدون سوراخ کمتر از نوع سوراخ دار بود در حالیکه در تیمار شاهد عکس این حالت وجود داشت. انگور جزء معدود میوه‌هایی است که چوب خوشه‌ها یک عامل مهم در کیفیت آن به حساب می‌آید. چوب خوشه اولین قسمتی است که بر اثر عوامل

خشکیدگی چوب خوشه در سطح ۱٪ معنی دار بود. روند خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه‌ها در تیمارهای کاربرد سولفور با افزایش دوره انبارداری کمتر از تیمار شاهد بدون ورقه سولفور بود (جدول ۲). در ۴۵ روز اول نگهداری میوه‌ها از دست دادن آب، چروکیده شدن حبه‌ها، خشکیدگی چوب خوشه سریعتر بود. این احتمالاً بدلیل اثر سرد کردن اولیه میوه‌ها بود که معمولاً بعد از برداشت سریع و به خوبی انجام نمی‌گیرد. این نتایج با گزارشات نلسون (Nelson, 2007) هم‌خوانی دارد.

چروکیدگی حبه

از دست دادن آب عامل اصلی چروکیدگی شدن حبه‌های انگور در سردخانه است. برای اینکه حبه‌های انگور چروکیدگی شدید را نشان دهند بایستی بیش از ۵ الی ۶ درصد آب از دست بدهند (Nelson, 1985). اثر متقابل سه‌گانه عامل‌های مورد بررسی بر چروکیدگی حبه در سطح آماری ۵٪ معنی دار بود (ارائه نشده است). در تیمارهای ورقه سولفور روند چروکیدگی حبه‌ها در طی زمان‌های انبارمانی در پوشش سوراخ‌دار بیشتر از پوشش بدون سوراخ بود. همانند خشکیدگی چوب خوشه، بیشترین میزان چروکیدگی حبه‌های انگور رشه در پایان دوره انبارداری مشاهده شد. با افزایش زمان انبارداری بر میزان از دست دادن آب انگورها افزوده شد و بر این اساس نیز چروکیدگی افزایش یافت. بیشترین چروکیدگی در آخر دوره مربوط به تیمار شاهد با پوشش

نامساعد حالت و رنگ طبیعی خود را از دست می‌دهد (Nelson and Gentry, 1966). در تحقیق حاضر تیمارهای ورقه سولفور از میزان خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه کاستند که با نتایج مستونن (Mustonen, 1992) مطابقت دارد. تغییر رنگ چوب خوشه‌ها می‌تواند بر اثر فعالیت بعضی از آنزیمها باشد که احتمالاً گاز دی‌اکسید گوگرد مانع فعالیت آنها شده یا از شدت فعالیت آنها می‌کاهد (Nelson and Richardson, 1967).

به نظر می‌رسد که در تغییر رنگ چوب خوشه‌ها گاز دی‌اکسید گوگرد تاثیر بسزایی دارد بطوریکه، میانگین این صفت در تیمار تک ورقه سولفور با پوشش سوراخ‌دار به مراتب کمتر از شاهد در پوشش سوراخ‌دار بود (جدول ۱). از مقایسه میانگین این خصوصیت در تیمار یک ورقه و یا دو ورقه با هر دو نوع پوشش نیز می‌توان به نقش نوع پوشش در تغییرات آن پی‌برد. بطوریکه در هر دو تیمار کاربرد سولفور، میزان خشکیدگی و تغییر رنگ چوب خوشه در میوه‌های بسته‌بندی شده با پوشش نایلونی سوراخ‌دار بیشتر از نوع بدون سوراخ بود (جدول ۲). بر این اساس در مطالعه این صفت در انگور دو عامل خشکیدگی ناشی از دست دادن آب، که تحت تاثیر نوع پوشش نایلونی قرار دارد و عامل تغییر رنگ چوب خوشه، ناشی از فعالیت آنزیمی، که تحت تاثیر گاز دی‌اکسید گوگرد می‌باشد، دخالت دارند. اثر متقابل سولفور × زمان انبارمانی بر

جدول ۴- اثر متقابل سولفور × نوع پوشش × زمان انبارداری بر برخی خصوصیات انگور رقم رشه در سردخانه
Table 4. Means of sulfur × cover × storage time interaction on some characteristics of grapevine cv. Rasha in cold store

Treatment	تیمار	طعم و مزه Taste	چروکیدگی حبه Berry shriving	سفید شدگی Bleaching of berry	
One pad یک ورقه					
سوراخ دار Perforated bag	Before storage	قبل از انبارداری	1.00e	4.50a	5.00a
	45 days	روز ۴۵	2.50d	3.33def	3.00cd
	90 days	روز ۹۰	2.50d	3.33def	2.80cde
	End of storage	پایان انبارداری	2.50d	3.00fg	2.00efgh
بدون سوراخ Imperforated bag	Before storage	قبل از انبارداری	1.00e	4.50a	5.00a
	45 days	روز ۴۵	2.67cd	4.16ab	2.33def
	90 days	روز ۹۰	2.80cd	4.16ab	2.00efgh
	End of storage	پایان انبارداری	3.16bc	3.83bcd	2.00efgh
Two pads دو ورقه					
سوراخ دار Perforated bag	Before storage	قبل از انبارداری	1.00e	4.50a	5.00a
	45 days	روز ۴۵	2.50d	3.50cdef	2.66cde
	90 days	روز ۹۰	2.33d	3.33def	2.33def
	End of storage	پایان انبارداری	2.67cd	3.00fg	2.00efgh
بدون سوراخ Imperforated bag	Before storage	قبل از انبارداری	1.00e	4.50a	5.00a
	45 days	روز ۴۵	3.67ab	4.00abc	1.66fgh
	90 days	روز ۹۰	3.67ab	3.66bcde	1.33gh
	End of storage	پایان انبارداری	4.00a	3.83bcd	1.16h
Control شاهد					
سوراخ دار Perforated bag	Before storage	قبل از انبارداری	1.00e	4.50a	5.00a
	45 days	روز ۴۵	1.50e	3.16ef	4.16ab
	90 days	روز ۹۰	1.33e	2.50gh	2.80cde
	End of storage	پایان انبارداری	1.50e	2.16h	2.50cdef
بدون سوراخ Imperforated bag	Before storage	قبل از انبارداری	1.00e	4.50a	5.00a
	45 days	روز ۴۵	1.16e	2.33h	4.50a
	90 days	روز ۹۰	1.00e	2.20gh	4.16ab
	End of storage	پایان انبارداری	1.00e	2.16h	3.33bc

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

پوشش و بیشترین آلودگی در تیمارهای بدون کاربرد ورقه سولفور ثبت گردید (جدول ۲). این یافته با گزارش نلسون (nelson, 1976) شباهت ندارد. وی گزارش کرد که محل قرارگیری ورقه‌های تولیدکننده SO₂ در جعبه‌ها به طور معنی‌داری کنترل پوشیدگی را تحت تاثیر قرار داد و میزان پوشیدگی در جعبه‌های دارای ورقه‌های سولفور در قسمت بالا و پایین جعبه به طور معنی‌داری کمتر از

سوراخ‌دار و بدون سوراخ بود (جدول ۴). میزان چروکیدگی در کلیه تیمارهای سولفور، در پوشش سوراخ دار بیشتر از نوع بدون سوراخ بود.

درصد پوشیدگی قارچی

اثر متقابل سولفور × نوع پوشش بر درصد پوشیدگی قارچی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (ارائه نشده است). کمترین پوشیدگی در تیمارهای کاربرد ورقه سولفور در هر دو نوع

انبارداری قابلیت آزادسازی گاز دی‌اکسید گوگرد را دارند و با افزایش دوره انبارداری بر میزان آلودگی افزوده شد (جدول ۲).

طعم و مزه

اثر متقابل سولفور × پوشش × زمان انبارداری بر روی طعم و مزه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (ارائه نشده است). بهترین طعم و مزه انگور در پایان دوره انبارداری متعلق به تیمار شاهد با پوشش نایلونی بدون سوراخ بود (جدول ۴). در حالیکه بیشترین طعم گوگردی در انگورهای نگهداری شده تا ۱۳۵ روز با دو ورقه سولفور در پوشش بدون سوراخ ثبت گردید. در تیمار دو ورقه سولفور در پوشش سوراخ‌دار روند افزایش طعم و مزه گوگردی کندتر از پوشش بدون سوراخ بود (جدول ۴). در بین تیمارهای سولفور کمترین طعم گوگردی در پایان دوره انبارداری متعلق به تیمار یک ورقه سولفور با هر دو نوع پوشش بود. در کل میزان طعم گوگرد در میوه‌های نگهداری شده با یک ورقه سولفور در پوشش سوراخ‌دار به مراتب کمتر از دو ورقه سولفور با همان پوشش نایلونی بود. در تمام تیمارها با گذشت زمان از خوش طعمی میوه‌ها کاسته شد که این روند در تیمار استفاده از دو ورقه سولفور بیشتر بود. بطوریکه بعد از گذشت ۱۳۵ روز نگهداری انگور رشه در سردخانه، طعم آن از حالت عالی در شروع نگهداری به طعم و مزه نامناسب در پایان دوره نگهداری رسید. در حالیکه در تیمار یک ورقه سولفور در پایان دوره انبارداری طعم و مزه متوسط و در

جعبه‌هایی بود که فقط در قسمت بالا داری این ورقه‌ها بودند. اما با یافته‌های پالو (Palou, 2002) مطابقت دارد که گزارش داد استفاده از ورقه‌های سولفور در کنترل قارچ‌ها و آلودگی‌های روی سطح جبهه‌ها موثر بود. اما حتی استفاده از تعداد بیشتر این ورقه‌ها و ایجاد غلظت بالای SO₂ نیز قادر به کنترل بیماری‌های قارچی داخل جبهه‌ها نیستند. اثر متقابل سولفور × پوشش در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

اثر متقابل سولفور × زمان انبارداری بر روی درصد پوسیدگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (ارائه نشده است). در پایان دوره انبارداری تیمار شاهد (بدون ورقه سولفور) بیشترین میانگین درصد پوسیدگی را داشت و تیمارهای یک و دو ورقه‌ای با کمترین درصد پوسیدگی در گروه دیگری قرار گرفتند (جدول ۲). گرچه درصد آلودگی تا پایان دوره انبارداری در تیمارهای استفاده از ورقه سولفور بسیار کم بود اما ظاهراً این ورقه‌ها تا ۹۰ روز انبارداری قابلیت آزادسازی گاز دی‌اکسید گوگرد را دارند و با افزایش دوره انبارداری بر میزان آلودگی افزوده شد (جدول ۲). با پیشرفت دوره انباری ضمن تکثیر قارچ‌ها و پایین آمدن میزان غلظت ورقه‌های سولفور، دیواره سلولی بافتهای میوه نیز تضعیف شده و میانگین پوسیدگی افزایش می‌یابد. اگرچه درصد آلودگی تا پایان دوره انبارداری در تیمارهای استفاده از ورقه‌های سولفور بسیار پائین بود اما ظاهراً تا ۹۰ روز

شاهد تقریباً خوب بود (جدول ۴).

هدف نهایی از به‌کارگیری تمامی روش‌های شیمیایی و غیر شیمیایی برای نگهداری انگور در سردخانه، ارایه میوه‌ای با ظاهری مشتری‌پسند، سالم با طعمی مناسب می‌باشد. ترکیبات گوگردی متصاعد شده از ورقه‌های سولفور از راه روزنه‌ها، دم و زخم‌های موجود در سطح جبهه‌ها وارد شده و به شکل ماده سولفیت در خواهد آمد. سولفیت باعث بد مزه شدن و ایجاد طعم گوگردی در انگور می‌شود. در صورت متناسب نبودن غلظت گاز متصاعد شده از این ورقه‌ها با مقدار میوه بسته‌بندی شده در هر جعبه بر میزان این مواد و طعم گوگردی افزوده می‌شود. اثر تیمار یک و دو ورقه‌ای سولفور روی میانگین طعم و مزه معنی‌دار نشد. زیرا غلظت گاز در هر دو تیمار یک و دو ورقه‌ای یکسان بود. اگرچه تیمار دو ورقه‌ای سولفور با پوشش دادن و نزدیکی به سطح بیشتری از میوه‌ها، به دلیل قرار گرفتن در بالا و پایین جعبه‌ها، میانگین طعم و مزه پایین‌تری داشت. هر تیماری که باعث کاهش نفوذ گاز دی‌اکسید گوگرد به داخل جبهه‌ها شود به بالا بردن میانگین طعم و مزه کمک می‌کند. در بین تیمارهای کاربرد سولفور، بیشترین طعم گوگردی میوه در تیمار دو ورقه با پوشش بدون سوراخ و کمترین در تیمار یک ورقه در پوشش سوراخ‌دار دیده شد. بر این اساس و با توجه به اهمیت طعم و مزه طبیعی انگور برای مصرف‌کنندگان و با علم به اینکه میوه‌های با طعم شدید گوگردی خواهانی

در بازار ندارند، برای نگهداری انگور استفاده از نصف ورقه سولفور با پوشش بدون سوراخ و یا یک ورقه کامل با پوشش سوراخ‌دار پیشنهاد می‌شود. یحیا و همکاران (Yahia *et al.*, 1983) گزارش دادند که تیمار گوگرد باعث ایجاد طعم نامناسب در انگور می‌شود. بالینگر و نسبیت (Ballinger and Nesbitt, 1984) گزارش دادند که طعم و مزه انگور در اثر پوسیدگی قارچی و نفوذ SO_2 به داخل آن تغییر می‌کند که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

باقیمانده سولفیت در میوه‌ها

اندازه‌گیری باقیمانده سولفیت در میوه‌ها در پایان دوره انبارداری نشان داد که بیشترین مقدار سولفیت به ترتیب با مقادیر ۱۷/۵ و ۱۵/۶ قسمت در میلیون در تیمار یک و دو ورقه سولفور در پوشش بدون سوراخ بدست آمد. در حالیکه در پوشش سوراخ‌دار مقدار سولفیت در هر دو تیمار کاربرد ورقه‌های سولفور ۹/۳ قسمت در میلیون بود که از حد مجاز ۱۰ قسمت در میلیون پایین‌تر بود. حد مجاز سولفیت داخل جبهه‌های انگور برای مصرف‌کنندگان ۱۰ قسمت در میلیون می‌باشد (Smilanick and Henson, 1990). مقدار بیش از حد مجاز آن باعث ایجاد مشکلاتی در دستگاه گوارش مصرف‌کنندگان می‌شود (Smilanick *et al.*, 1990). شاید بالا بودن مقدار باقیمانده سولفیت در رقم رشه به ضخامت بالای پوست این رقم مربوط باشد، زیرا سولفیت

استفاده از دو ورقه (نصف در بالا و نصف در پایین جعبه) طعم گوگردی در میوه‌ها بیشتر بود. نوع پوشش بسته‌بندی در ترکیب با تیمار سولفور تاثیر زیادی روی تعدادی از خصوصیات مرتبط با کیفیت انگور رقم رشه داشت. استفاده از بسته‌بندی با پوشش سوراخ‌دار به همراه یک ورقه سولفور هفت گرمی برای هفت کیلوگرم انگور و یا بسته‌بندی با پوشش بدون سوراخ با نصف ورقه سولفور به منظور عدم ایجاد سفید شدگی و طعم نامناسب گوگردی در میوه‌ها توصیه می‌شود.

بیشتر در پوست انگور تجمع می‌یابد، یا به وجود منافذ بیشتر در سطح پوست، دم میوه و فشردگی و ترکیب این رقم در طی حمل و جابجایی آن از شهرستان سردشت به ارومیه مرتبط باشد، زیرا گاز دی‌اکسید گوگرد از راه زخم‌ها بیشتر و سریعتر نفوذ می‌کند.

نتایج این تحقیق نشان داد که ورقه‌های سولفور به خوبی قادر به کنترل پوسیدگی‌های قارچی انگور و به حداقل رساندن تغییرات سایر صفات مربوط به کیفیت آن طول نگهداری در سردخانه بودند. نحوه قرارگیری ورقه‌های سولفور در جعبه‌های حاوی انگور گرچه اثر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری نداشتند، اما

References

- Ballinger, W. E., and Nesbitt, W. B. 1984.** Quality of Euvitis hybrid bunch grapes low temperature storage with sulfur dioxide generators. *Journal of American Society for Horticultural Science* 109: 831-834.
- Carlos, H. C., Smilanick, J. L., Dokoozlian, N. K., and Luvisi, D. A. 1994.** Maintaining table grape post-harvest quality for long distant markets. Pp. 195-199. In: *Proceedings of International Symposium on Table Grape Production*, American Society for Enology and Viticultures.
- Ching, C. K. 1994.** Influence of harvesting time, grape guard, putrescine and heat treatment on maintaining freshness in Campbell early grape (*Vitis labrusca*) *HortScience* 35: 351-359.
- Deng, Y., Wu, Y., and Li, Y. (2005).** Effects of high Co₂ and low O₂ atmospheres on the berry drop of 'Kyoho' grapes. *Food Chemistry* 100: 768-773.
- Dennis, C. 1983.** *Post-harvest pathology of fruits and vegetables*. Academic Press London. 264 pp.
- Doulati, H., Babalar, M., and Okhovat, M. 1999.** Effects of sulfur dioxide on post-harvest quality and quantity of table grapes cvs. Keshmeshi seedless and Shahroudy

- in cold storage. *Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources* 3 (2) : 35-46 (In Persian).
- Franck, F. J., Latorre, B. A., Torres, R., and Zoffoli, J. P. 2005.** The effect of pre harvest fungicide and post-harvest sulfur dioxide use on post-harvest decay of table grapes caused by *Penicillium expansum*. *Post-harvest Biology and Technology* 37: 20-30.
- Mustonen, H. M. 1992.** The efficacy of range of sulfur dioxide generating pads against *Botrytis cinerea* infection and on outturn quality of Calmeria table grapes. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32: 389-393.
- Nelson, K. E. 2007.** Retarding deterioration of table grapes with in-package sulfur dioxide generators with and without refrigeration. *Acta Horticulture* 138.
- Nelson, K. E. 1985.** Harvesting and handling California table grapes for market. Publication 1913: 52-53. University of California, Division of Agriculture Science, Oakland, CA, USA.
- Nelson, K. E. 1976.** Precooling significance to the market quality of table grapes. *International Journal of Refrigeration* 1: 207-215.
- Nelson, K. E., and Ahmedullah, M. 1976.** Effect of type of in-package sulfur dioxide generator and packaging materials on quality of stored table grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 23: 78-85.
- Nelson, K. E., and Richardson, H. B. 1967.** Storage temperature and sulfur dioxide treatment in relation to decay and bleaching of stored table grapes. *Phytopathology* 57: 950-955.
- Nelson, K. E., and Gentry, J. P. 1966.** Two-stage generation of sulfur dioxide within closed containers to control decay of table grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 17: 290-301.
- Palou, L., Crisosto, C. H., Garner, D., Basinal, L. M., Smilanick, J. L., and Zoffoli, J. P. 2002.** Minimum constant sulfur dioxide emission rates to control gray mold of cold-stored table grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 53 (2): 110-115.
- Ryall, A. L., and Harvey, J. M. 1965.** The cold storage of Vinifera grapes. Department of Viticulture Paris. 41 pp.
- Sharayei, P., Shahbake, M. A., and Mokhtarian, A. 2004.** Investigation the effect of

- grapeguard on quality and controlling fungal contamination of grape in cold store. Journal of Agricultural Engineering Research 5 (20): 1-16. (In Persian).
- Smilanick, J. L., and Henson, D. J. 1992.** Minimum gaseous sulfur dioxide concentration and exposure periods to control *Botrytis cinerea*. Crop Protection 11:535-540.
- Smilanick, J. L., Harvey, M., Hartsell, P. L., Hensen, D. J., Harris, C. M., Fouse, D. C., and Assemi, M. 1990.** Factors influencing sulfite residues in table grapes after sulfur dioxide fumigation. American Journal of Enology and Viticulture 41: 131-135.
- Wata, A. E. 1980.** Quality evaluation of horticultural crops. HortScience, 15: 47-50.
- Wen, T. X., Hung, K. L., Guo, F., Qu, W., Yang, J. J., Liang, Z. H., and Luo, Y. B. 2007.** Postharvest grape fruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. Postharvest Biology and Technology 46: 86-94.
- Yahia, E. M., Nelson, K. E., and Kader, A. A. 1983.** Post-harvest quality and storage life of grapes as influenced by adding carbon monoxide to air of controlled atmospheres. HortScience 108: 1067-1071.
- Zoffoli, J. P., Latorre, B. A., and Naranjo, P. 2007.** Hairline, a post-harvest cracking disorder in table grapes induced by sulfure dioxide. Postharvest Biology and Technology 47: 90-97.