بررسی اثر استفاده از ۱– متیل سیکلوپروپن در کیفیت پس از برداشت سیب

فروغ شواخی [۱*]، هما بهمدی [۲]

۱– استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲– عضو هیئت‌علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(تاریخ دریافت: ۹٤/٦/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹٤/۹/۱۲)

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی اثر ۱–متیل سیکلوپروپن (1-MCP) به‌منظور کاهش ضایعات پس از برداشت سیب، انجام گرفت. آزمایش به‌صورت طرح کرت خرد شده در زمان بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و با استفاده از ۱– متیل سیکلوپروپن در دو سطح (صفر و یک پی‌پی‌ام) و دو رقم سیب (قرمز و زرد لبنانی) انجام شد. نمونه‌های تیمار شده و شاهد به‌طور جداگانه برای مدت ۵ ماه در سردخانه با دمای ۰/۵± ۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰٪ قرار داده شدند. از نمونه‌ها قبل از سردخانه گذاری و همچنین هر ماه یک‌بار نمونه‌برداری شده و ارزیابی کیفی (فاکتورهای رنگ پوست (L*a*b*)، سفتی بافت، pH، اسیدیته، کل مواد جامد محلول) انجام گرفت. غلظت ویتامین ث و مقدار تولید اتیلن در ابتدا و انتهای انبارداری تعیین گردید. نتایج آزمایش‌ها در پایان ماه پنجم نگهداری، نشان داد که اعمال تیمار ۱–متیل سیکلوپروپن باعث تفاوت معنی‌داری در میزان درخشندگی واریته زرد لبنانی و فاکتور b* در هر دو واریته، نگردید. کاربرد تیمار ۱–متیل سیکلوپروپن باعث جلوگیری از توسعه رنگ قرمز (فاکتور a*) و حفظ سفتی بافت در هر دو واریته گردید. کمترین pH، بیشترین اسیدیته، پایین‌ترین مواد جامد محلول، بالاترین مقدار ویتامین ث و کمترین مقدار تولید اتیلن نیز در صورت اعمال تیمار ۱–متیل سیکلوپروپن، مشاهده شد. استفاده از این تیمار، موجب تأخیر در رسیدگی و درنتیجه حفظ بهتر کیفیت در هر دو واریته سیب شد.

کلید واژگان: پس از برداشت، سیب، ۱– متیل سیکلوپروپن

* مسئول مکاتبات: frshavakhi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

باوجودی که کشور ایران جزو ۸ کشور اول تولیدکننده سیب جهان است جایگاه بالایی در صادرات این میوه ندارد [۱]. به دلیل اینکه میوه‌ها پس از برداشت هم سامانه‌های بیولوژیکی زنده هستند، فعالیت‌های متابولیکی آن‌ها ادامه داشته و دچار تغییرات مکرر می‌شوند[۲ و ۳]. میوه‌های فراز گرا مثل سیب، عموماً میزان بالایی اتیلن تولید می‌کنند و همچنین به این هورمون بسیار حساس هستند (غلظت‌های ۰/۱-۰/۰۳ میکرو لیتر در لیتر) [٤]. درنتیجه عمده‌ترین اهداف حفظ کیفیت در مرحله پس از برداشت سیب، باید بر اساس کاهش فرآیندهای متابولیسمی مثل تنفس و تولید اتیلن باشد. ازاین‌رو استفاده از یک ترکیب ضد اتیلن به نام ۱- متیل سیکلوپروپن (1-MCP) به‌منظور کاهش ضایعات پس از برداشت، گسترش یافته است. در بسیاری از نقاط جهان از ۱- متیل سیکلوپروپن در نگهداری سیب استفاده می‌شود. در ایالات متحده آمریکا تیمار سیب با این ماده به فرم گازی در محفظه‌های بدون منفذ و در غلظت یک پی‌پی‌ام به مدت ٢٤ ساعت انجام می‌گیرد[۵]. کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن پس از برداشت سیب باعث کاهش یا تأخیر در تولید اتیلن، تنفس، از دست دادن آب، نرمی بافت، سوختگی سطحی، اسکالد نرم، تشکیل استر و الکل فرار، تغییر رنگ، قهوه‌ای شدن و تخریب در حمل‌ونقل شده است[٦-١٤]. تفاوت‌های مشاهده شده در اثر غلظت‌های متفاوت ۱-متیل سیکلوپروپن در محصولات مختلف در مهار نمودن درجات رسیدگی آن‌ها نیز، مهم است. برای مثال استفاده از غلظت یک پی‌پی‌ام از ۱-متیل سیکلوپروپن جهت مهار نمودن فرایندهای رسیدگی در بیشتر ارقام سیب و گلابی مؤثر بوده است [۱۵]. با توجه به اینکه سیب به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع صادرات غیرنفتی کشورمان به شمار می‌آید در تحقیق حاضر از ۱-متیل سیکلوپروپن به‌عنوان مسدودکننده گیرنده‌های اتیلن در جهت افزایش ماندگاری و ارتقای خصوصیات کیفی سیب قرمز و زرد لبنانی تولید ایران، استفاده شد.

۲- مواد و روش‌ها

نمونه‌های سیب قرمز[1] و زرد لبنانی[2] از منطقه سمیرم در تاریخ ۱۷ مهرماه برداشت شد و پس از انتخاب بر اساس یکنواختی از نظر اندازه و رنگ به‌صورت کاملاً تصادفی، در سبدهای پلاستیکی به‌صورت جداگانه برای هر رقم و در دو ردیف قرار داده شدند. تیماردهی با ۱-متیل سیکلوپروپن طبق نظر سازنده برای حصول غلظت یک پی‌پی‌ام و به مدت ۸ ساعت، انجام شد. سپس نمونه‌ها به جعبه‌های مقوایی منفذ دار منتقل شده و در شرایط انبار با دمای ۰/۵± درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰٪ به مدت ۵ ماه، قرار داده شدند. نمونه‌گیری قبل از اعمال تیمار و پس از پایان هر ماه صورت گرفت. مقدار غلظت ویتامین ث در ابتدا و انتهای انبارداری تعیین شد. مواد شیمیایی شامل اسید اسکوربیک از شرکت ریدل آلمان، محلول سود ۰/۱ نرمال از شرکت سیگما، اسپری ۱- متیل سیکلوپروپن (Lopofresh) ساخت شرکت Vankor Technologies چین و سایر مواد شامل فنل‌فتالئین، اسید متافسفریک، نمک EDTA، ۲ و ٦ دی‌کلروفنل ایندوفنل و بی‌کربنات سدیم از شرکت مرک خریداری شد.

طرح آزمایشی مورداستفاده به‌صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در زمان[3] در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ۹ انجام گرفت. برای مقایسه میانگین

1. *Red delicious*
2. *Golden delicious*
3. Split plot in time

Archive of SID
www.SID.ir

تیمارهای مختلف از روش دانکن با حداکثر خطای قابل‌قبول ۵٪ استفاده شد؛ و اثرات متقابل احتمالی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

۲-۱-اندازه‌گیری اتیلن

میزان اتیلن تولیدشده با استفاده از دستگاه اتیلن‌سنج Bioconservation (اسپانیا) و به روش سیستم بسته اندازه‌گیری شد. سه عدد سیب پس از تعیین وزن در ظرف شیشه‌ای یک لیتری قرار داده شدند و پس از شانزده ساعت، نمونه گازی داخل ظرف با استفاده از دستگاه اتیلن‌سنج برحسب پی‌پی‌ام اندازه‌گیری شد (دستورالعمل شرکت سازنده).

۲-۲-اندازه‌گیری رنگ پوست میوه

اندازه‌گیری رنگ پوست با قرار دادن سه قسمت از پوست هر میوه روی دستگاه رنگ‌سنج هانترلب مدل DP9000 (آمریکا)، انجام گرفت. شاخص‌های (L*, a*, b*) قرائت شده برای هر نمونه ثبت شد.L* بیانگر روشنایی است که دامنه آن از ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) است و a* در صورت مثبت بودن قرمز و در صورت منفی بودن سبز است و b* مثبت زرد و در صورت منفی بودن آبی است. a* و b* دو مؤلفه رنگی با محدوده وسیع هستند ولی در اغلب مقالات محدوده آن‌ها از ۱۲۰ الی ۱۲۰- ذکر شده است. اعداد به‌دست‌آمده برای هر میوه و هر تیمار به‌طور جداگانه ثبت شد که درنهایت با گرفتن میانگین از هر تکرار یک عدد به دست آمد.

۲-۳-اندازه‌گیری سفتی بافت میوه

سفتی بافت با استفاده از دستگاه بافت‌سنج مدل H5KS ساخت شرکت هانسفیلد[4] (انگلستان)، با روش نفوذسنجی با لودسل ۵۰۰ نیوتن انجام گرفت. این کار با برش لایه نازکی از پوست به قطر یک سانتی‌متر مربع در سه قسمت میوه به‌وسیله کارد تیز و تعیین ماکزیمم نیروی وارده بر سطح برحسب نیوتن بر میلی‌متر مربع برای نفوذ میله‌ای به قطر ٦/٤ میلی‌متر و سرعت ۲۰ میلی‌متر در دقیقه در بافت سیب و با سه تکرار انجام شد [۱٦]. اعداد به‌دست‌آمده برای هر میوه و هر تیمار به‌طور جداگانه ثبت می‌شد که درنهایت با گرفتن میانگین از هر تکرار یک عدد به دست آمد.

۲-٤-اندازه‌گیری‌های شیمیایی

بر اساس استاندارد [۱۷] از ۵ عدد میوه موجود در هر تکرار یک برش عمودی به اندازه یک‌پنجم حجم میوه جدا شده و قسمت‌های بافت تخمدان از گوشت میوه جدا گردید. تکه‌های گوشت میوه به‌وسیله دستگاه آب‌میوه‌گیری آبگیری شد پس از قرائت pH، آب‌میوه صاف شد و از آب صاف‌شده میوه در آزمایش‌های شیمیایی شامل سنجش مقدار کل مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون استفاده گردید. pH نمونه‌ها در سه تکرار با استفاده از pH متر پس از کالیبره کردن دستگاه با بافر ٤ و ۷، قرائت گردیده و ثبت شد [۱۸]. مقدار کل مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دستی و پس از کالیبره کردن دستگاه با آب مقطر، قرائت گردید [۱۹]. اسیدیته قابل تیتر به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و محاسبه برحسب اسید مالیک برحسب درصد بیان شد. ویتامین ث طبق روش تیتراسیون با ۲ و ٦ دی‌کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد و برحسب میلی‌گرم اسید اسکوربیک در صد گرم نمونه، محاسبه گردید[۱۸].

4. Hounsfield

Archive of SID

www.SID.ir

۳-نتایج و بحث

۳-۱-تغییرات میزان اتیلن

اثر مدت‌زمان انبارداری در هر دو واریته و کلیه تیمارها نشان داد که علیرغم اینکه مقدار اتیلن در پایان دوره به نحو معنی‌داری، در همه تیمارها افزایش داشته اما مقدار تولید آن در نمونه‌های تیمار شده به طرز معنی‌داری کمتر از شاهد بوده است. میزان تولید اتیلن در نمونه‌های سیب زرد بالاتر از سیب قرمز بود (جدول ۱). کمترین مقدار ثبت‌شده اتیلن برای واریته قرمز لبنانی، در تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن با میزان ٦٥/٦٥ (پی‌پی‌ام در کیلوگرم در ساعت) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت. میزان اتیلن نمونه‌های تیمار شده واریته زرد لبنانی پس از ۵ ماه انبارمانی ٨٨/٤٦ (پی‌پی‌ام در کیلوگرم در ساعت) در مقابل ١٣٦/٠٣ (پی‌پی‌ام در کیلوگرم در ساعت) در نمونه شاهد، مشاهده شد. درنتیجه مطابق با تحقیقات پیشین ۱-متیل سیکلوپروپن در کاهش تولید اتیلن در هر دو واریته، مؤثر بوده است. بررسی اثر ۱-متیل سیکلوپروپن و نوع واریته مشخص نمود که در سیب واریته رویال گالا[5] و رد چف دلیشز[6] مقدار تولید اتیلن در نمونه‌های تیمار شده پایین‌تر از شاهد بود اما در سیب واریته جینگر گلد[7] میزان اتیلن ابتدا کم شد اما پس از مدتی بالا رفت[۲۰]. در کل مقدار تولید اتیلن با افزایش دوره انبارداری افزایش یافته است. این بدان معنی است که ۱- متیل سلولز تولید اتیلن را به‌طور کامل متوقف نکرده است. فرض بر این است که کارایی ۱-متیل سیکلوپروپن ممکن است در اثر تولید زیاد اتیلن در هنگام تیماردهی و یا پس از آن، کاهش یابد یعنی هرچه فاصله برداشت تا تیماردهی کمتر باشد، کارایی تیمار افزایش می‌یابد[۲۱].

علاوه بر این روپاسینقه[8] و همکاران (۲۰۰۰) اظهار کردند که افزایش تولید تدریجی اتیلن طی انبارداری در سیب‌های تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپن می‌تواند به علت آزاد شدن جزئی ۱-متیل سیکلوپروپن باند شده به گیرنده‌های اتیلن باشد که نتیجه آن فعال شدن و حساسیت دوباره این گیرنده‌ها به اتیلن است[۲۲].

۳-۲-تغییرات فاکتورهای رنگی پوست میوه

مقایسه میانگین‌ها بر اساس جدول شماره ۲ مشخص کرد که میزان درخشندگی نمونه‌های سیب زرد تیمار شده با ۱-متیل سیکلوپروپن در ماه‌های سوم، چهارم و پنجم نسبت به نمونه‌های شاهد، بالاتر بوده است. میزان فاکتور a* در کلیه ماه‌های نگهداری در نمونه‌های تیمار شده پایین‌تر از نمونه‌های شاهد بود. به‌عبارت‌دیگر استفاده از تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن در جلوگیری از افزایش a* در هر دو واریته سیب، مؤثر بوده است. میزان فاکتور b* تا ماه چهارم نگهداری در نمونه‌های تیمار شده پایین‌تر از نمونه‌های شاهد بود اما در ماه پنجم تفاوت معنی‌داری با شاهد مشاهده نشد.

جلوگیری از کاهش رنگ سبز پوست میوه توسط ۱-متیل سیکلوپروپن مورد تأیید محققین زیادی قرار گرفته است [۲٤،۲۳،۱۵،۱۲]. در تحقیق حاضر میزان فاکتور L* در صورت استفاده از ۱-متیل سیکلوپروپن در نمونه‌های سیب زرد بالاتر از نمونه شاهد بود یعنی میوه‌های تیمار شده در پایان انبارداری درخشنده‌تر از میوه‌های شاهد بودند اما در واریته قرمز اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های تیمار شده و شاهد وجود نداشت.

5. *Royal Gala*
6. *Redchief Delicious*
7. *Ginger Gold*

8. Rupasinghe

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ مقایسه میانگین تغییرات مقدار تولید اتیلن برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری

واریته	تیمار	زمان نگهداری (ماه)	
		۰	۵
زرد	شاهد	^{d}۱٦/۸۰±۰/۵٤	^{a}۱۳٦/۰۳±۳۱/۱۵
	MCP	^{d}۱٤/۰۳±۱/۱۵	^{b}۸۸/٤٦±۱۰/٤۳
قرمز	شاهد	^{e}۱۲/۸۱±۲/۵۱	^{b}۷٦/۱۳±۳/۷۵
	MCP	^{e}**۱۱/۹٤±۱/٦۷**	^{c}**٦۵/٦۵±۱۰/٦٦**

اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن ($p< ۰/۰۵$) تفاوت نداشتند.

جدول ۲ مقایسه میانگین تغییرات مقدار فاکتورهای رنگی پوست میوه در طی زمان نگهداری

فاکتور رنگی	واریته	تیمار	زمان نگهداری در انبار (ماه)					
			صفر	۱	۲	۳	٤	۵
L*	قرمز	شاهد	^{c}۳٦/۷۷±۱/٦۹	^{gf}۳۲/۰٦±۰/۱۸	^{hg}۳۰/۷٤±۰٤/٦۸	^{hg}۳۰/۰۵±۱/۱	^{hg}۲۹/۹۵±۰/۸۳	^{h}۲۸/۸±۱/۰٤
		MCP	^{c}۳٦/۸۷±۲/۰۹	^{fe}۳٤/۳۷±۱/۸۷	^{gf}۳۲/۹٦±۲/۷	^{gf}۳۲/۲۱±۱/٤٦	^{gf}۳۱/۸٤±۰/۳٦	^{hg}۳۱/۳۷±۲/۸۷
	زرد	شاهد	^{a}۸۱/۲۲±۰/۲۰	^{h}۷۸/٦۸±۰/٤۰	^{h}۷۸/٤۷±۱/۸۳	^{c}۷۷/۰۷±۱/٦۷	^{dc}۷٦/۵۵±۰/۸۵	^{d}۷٤/۵۰±۱/۱
		MCP	^{a}۸۱/۳۱±۰/۳۱	^{ab}۸۰/۰٦±۱/۱۰	^{ab}۷۹/۳۵±۰/۸۳	^{h}۷۹/۳٦±۰/۳۲	^{ab}۷۹/۸٤±۰/۹۸	^{bc}۷۷/۷۲±٤/۲۱
a*	قرمز	شاهد	^{f}۲۱/۵٦±۰/۱۲	^{d}۲۷/٤۲± ۰/۳۳	^{bc}۳۰/٦۱±۰/۱۱	^{ab}۳۲/۳۳±۰/۰۹	^{ab}۳۲/٤۷±۰/۱	^{a}۳۵/٤۱±۰/۰۷
		MCP	^{f}۲۱/٦٤±۰/۰٦	^{ef}۲٤/۵۲±۰/۲۲	^{ed}۲٦۷۷±۰/۱۵	^{d}۲۷/۱٦±۰/۲۱	^{c}۲۹/٤۹±۰/۱۲	^{h}۳۱/٤۷±۰/۰۹
	زرد	شاهد	^{k}−۸/۸۰±۰/۱۳	^{hi}−٦۷۰±۰/۲	^{hi}−۵/٦۷±۰/۲	^{hi}−۵/۵۵±۰/۰۸	^{h}−٤/٦۵±۰/۱۲	^{g}−۲/۳۳±۰/۳۳
		MCP	^{k}−۸۷۵±۰/۱	^{k}−۸/۸۳±۰/۰٤	^{jk}−۸/۳۱±۰/۰۷	^{jk}−۸/۳٦±۰/۲	^{ij}−۷/۲۲±۰/۱٦	^{ij}−٦/۸۰±۰/۲٤
b *	قرمز	شاهد	^{lm}۹/۸٦±۱/۱	^{k}۱۱/۵۱±۱/٤۷	^{ij}۱۲/۵٤±۰/٤٦	^{h}۱٤/٦۷±۰/٦۱	^{h}۱٤/۸۵±۰/۸۷	^{h}۱۵/۰۲±۰/۸۷
		MCP	^{m}۹/٦۳±۱/۳۲	^{l}۱۰/۰٤±۰/۲۲	^{lk}۱۰/۷٦±۰/۰٦	^{jk}۱۱/۸۷±۰/۳٤	^{ij}۱۲/٤۷±۰/۳۲	^{hi}۱۳/۸۳±۰/۵٦
	زرد	شاهد	^{g}٤٤/۱۷±۱/۳۵	^{e}۵۰/۵٤±۰/۷٤	^{bc}۵۵/۸٤±۰/۲٦	^{b}۵٦/٦۱±۰/٦۲	^{a}۵۸/۸±۰/۱۲	^{a}۵۹/۷۱±۰/۵۱
		MCP	^{fg}٤۵/۸۷±۲/۱۹	^{f}٤٦/۸۵±۱/۳۰	^{d}۵۲/۸۰±۰/۸	^{c}۵٤/۸۰±۰/٤	^{bc}۵۵/۵٤±۲/۳۳	^{a}۵۸/۵۲±۰/۲٤

اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری با آزمون دانکن ($p< ۰/۰۵$) تفاوت نداشتند.

۳-۳- سفتی بافت میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر واریته، زمان و تیمار بر میزان سفتی بافت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. کلیه اثرات متقابل نیز معنی‌دار نبود. اثر نوع رقم بر میزان سفتی بافت در همه تیمارها و در مدت‌زمان انبارداری نشان داد که میزان سفتی بافت در سیب قرمز لبنانی بیشتر از زرد لبنانی بوده است. اثر مدت‌زمان انبارداری بر میزان سفتی بافت در همه تیمارها و هر دو رقم نشان داد که سیب در زمان برداشت دارای حداکثر مقدار سفتی بافت است و این مقدار تا پایان انبارداری به‌تدریج کاهش می‌یابد. اثر نوع تیمار نشان داد که اعمال تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن نسبت به شاهد در جلوگیری از کاهش سفتی بافت مؤثر بوده است (شکل ۱). سفتی بافت در هر دو واریته و با افزایش زمان نگهداری، کاهش یافت اما تیمار با ۱-متیل سیکلوپروپن اثر قابل‌توجهی در جلوگیری از کاهش سفتی بافت نسبت به شاهد داشت. پژوهش‌های پیشین نیز تأثیر ۱-متیل سیکلوپروپن در جلوگیری از کاهش سفتی بافت را تأیید می‌کنند [۹،۱۳،۲۱،۲۵،۲٦].

Archive of SID

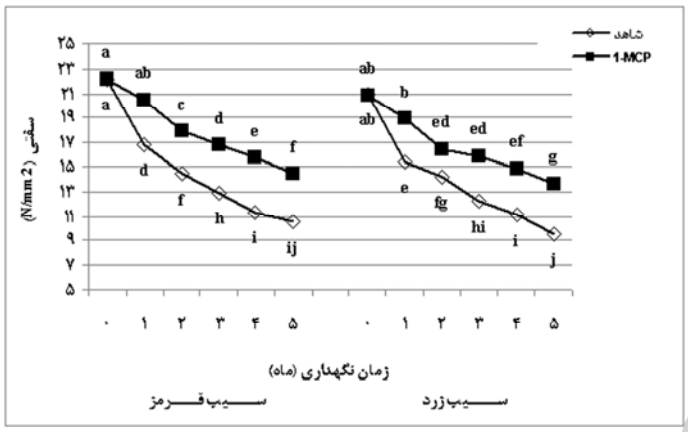
www.SID.ir

۳-٤- pH و اسیدیته قابل تیتراسیون

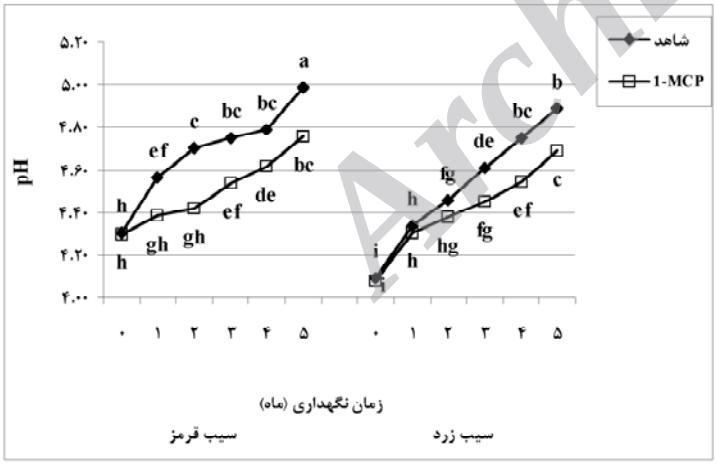
اثر مدت‌زمان انبارداری برای هر دو رقم و هر دو تیمار نشان داد که مقدار pH با افزایش دوره نگهداری میوه‌ها در سردخانه افزایش داشته و درصد اسیدیته برعکس کاهش داشته است. بیشترین مقدار pH مربوط به تیمار شاهد رقم قرمز لبنانی (٤/۹۹) و کمترین pH مربوط به تیمار ۱- متیل سیکلوپروپن (٤/٦۹) بوده است (شکل ۲). نتایج اسیدیته برعکس نتایج pH است (شکل ۳). پاره‌ای از تحقیقات قبلی ۱-متیل سیکلوپروپن را در حفظ مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون مؤثر دانسته‌اند [۹،۱۳،۲۵،۲۷،۲۸]. حال‌آنکه میر و همکاران (۲۰۰۱) عنوان کردند که این تیمار اثری بر روی درصد اسیدیته قابل تیتراسیون سیب واریته قرمز لبنانی، ندارد [۱۲]. دلیل کاهش اسید قابل تیتر در طول انبارداری، مصرف آن در فعالیت‌های تنفسی است و می‌توان تفاوت ارقام را در این مورد به تفاوت سرعت تنفس آن‌ها نسبت داد [۲۹ و ۳۰].

۳-۵- مقدار کل مواد جامد محلول (TSS)

اثر تیمار در هر دو رقم و در مدت‌زمان انبارداری مشخص نمود که تیمار شاهد بالاترین مقدار TSS را داشته است. بیشترین مقدار TSS در ماه دوم انبارداری در تیمار شاهد رقم زرد لبنانی و با مقدار میانگین ۱۷/۱۷ مشاهده و کمترین مقدار آن با میزان ۱۳/۹ با تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن در رقم قرمز لبنانی و در پایان ماه پنجم نگهداری ثبت شد (شکل ٤). بر اساس پژوهش‌های پیشین اثر ۱-متیل سیکلوپروپن بر میزان TSS یکسان نیست. در مواردی مقدار مواد جامد محلول میوه‌های تیمار شده با شاهد برابر بوده و در مواردی بالاتر از آن دیده‌شده است. این نتایج متناقض در سیب قابل‌توجه بوده و به نظر می‌رسد تحت تأثیر نوع واریته و شرایط دیگر آزمایش است[۳۱]. در پژوهش حاضر مقدار TSS در واریته زرد بالاتر از قرمز لبنانی، دیده شد. در تحقیق حاضر نیز در بررسی اثر زمان انبارداری بر مقدار TSS، مشخص گردید تا ماه دوم انبارمانی مقدار TSS افزایش داشته ولی پس از آن روند کاهشی داشته است. به عبارتی در ابتدا که میوه حاوی نشاسته بوده در اثر هیدرولیز موجب افزایش قندهای محلول شده است و سپس با افزایش زمان انبارمانی و مصرف قندها در تنفس از مقدار TSS، کاسته شده است. بررسی مقایسه میانگین‌ها برحسب تیمار نیز نشان داد که اثر ۱-متیل سیکلوپروپن در جلوگیری از افزایش TSS بهتر از شاهد بوده است.

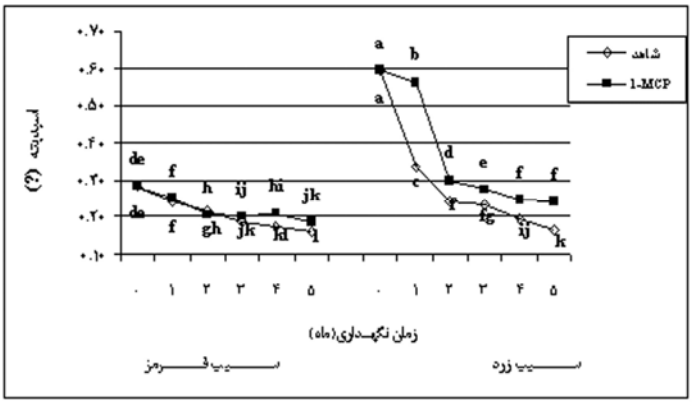


شکل ۱ مقایسه میانگین تغییرات سفتی بافت برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری

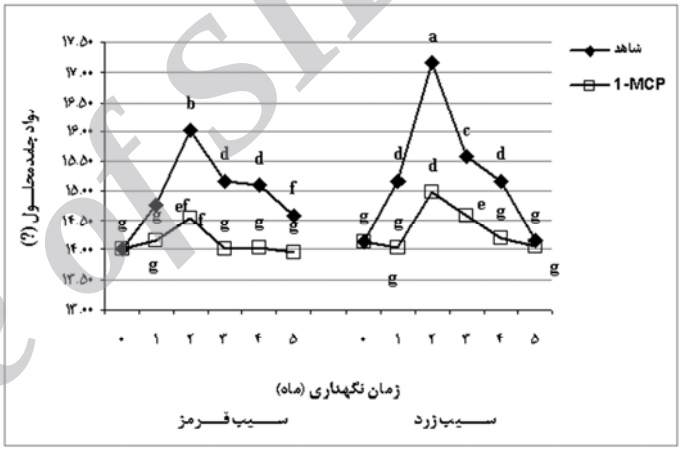


شکل ۲ مقایسه میانگین تغییرات pH برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۳ مقایسه میانگین تغییرات اسیدیته برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری

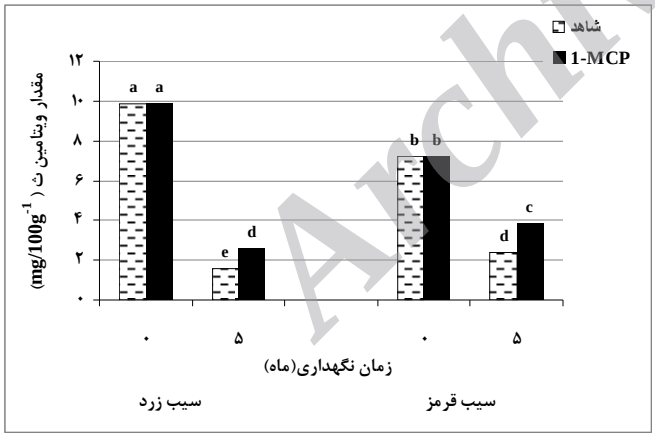


شکل ٤ مقایسه میانگین تغییرات مواد جامد محلول برحسب نوع واریته و تیمار با 1-MCP در مدت انبارداری

۳-٦-ویتامین ث

اثر نوع رقم برای همه تیمارها طی مدت انبارداری، نشان داد که غلظت ویتامین ث در واریته زرد لبنانی با مقدار ٦/٨٨ بیشتر از ٤/٦١ در واریته قرمز لبنانی بوده است که شاید به علت مقدار pH کمتر این واریته و اثر حفاظتی آن روی این ویتامین، باشد. اثر مدت‌زمان انبارداری در هر دو رقم و کلیه تیمارها نشان داد که مقدار ویتامین ث در پایان دوره به نحو معنی‌داری، کاهش داشته است اما تیمار ۱-متیل سیکلوپروپن در جلوگیری از این کاهش به شکل معنی‌داری مؤثرتر از شاهد بوده است (شکل ۵).

اسید آل- اسکوربیک در طی مراحل پس از برداشت و انبارداری مستعد اکسیداسیون شیمیایی و آنزیمی است. کاهش غلظت ویتامین ث در طی انبارداری قابل‌توجه بوده و فاکتورهای زیادی بر آن اثر دارند هرچند پایداری ویتامین ث به مقدار pH بافت میوه بستگی دارد[۳۲]. شهام[9] و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در سیب واریته گرانی اسمیت باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده و بالا بودن ویتامین ث، نسبت به شاهد می‌شود[۳۳]. کاربرد ۱-متیل سیکلوپروپن در واریته سیب امپایر نشان داد که غلظت ویتامین ث پوست و گوشت میوه در هر دو تیمار شاهد و ۱-متیل سیکلوپروپن پس از ۵ ماه انبارداری کاهش یافت. اختلاف مقدار غلظت این ویتامین در پوست سیب تیمار شده با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت اما ویتامین ث گوشت میوه در سیب شاهد کمی بیشتر از سیب تیمار شده بود. اگرچه، میزان کل آنتی‌اکسیدان‌ها در سیب تیمار شده بیشتر بود[۲٤]. در این پژوهش غلظت ویتامین ث پس از ۵ ماه انبارداری در همه نمونه‌ها، کاهش یافت البته مقدار این ویتامین در صورت اعمال تیمار، بهتر از نمونه‌های شاهد حفظ شد که احتمالاً به علت کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده نسبت به شاهد است.



شکل ۵ مقایسه میانگین تغییرات غلظت ویتامین ث برحسب نوع واریته و نحوه تیماردهی در طی زمان نگهداری

9. Shaham

Archive of SID
www.SID.ir

٤- نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نگهداری سیب در سردخانه باعث کاهش کیفیت آن می‌شود. با توجه به وجود رقابت شدید بین تولیدکنندگان و صادرکنندگان سیب در دنیا ازیک‌طرف و افزایش توقعات و سطح آگاهی مصرف‌کنندگان از طرف دیگر، استفاده از فنّاوری‌های نوین در جهت افزایش عمر انبارمانی و حفظ خصوصیات موردنظر مصرف‌کننده همراه با حفظ خواص تغذیه‌ای، امری اجتناب‌ناپذیر است. تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از ۱- متیل سیکلوپروپن، باعث به تأخیر افتادن فرآیندهای رسیدگی میوه در هر دو واریته بررسی‌شده که درنهایت کیفیت میوه تیمار شده بهتر از نمونه‌های شاهد خواهد بود. بااین‌وجود احتمال دارد در اثر افزایش مدت انبارمانی، گیرنده‌های جدید اتیلن در سلول میوه به وجود آید و باعث کاهش اثر ۱-متیل سیکلوپروپن شود. بنابراین در صورت نیاز به افزایش مدت انبارمانی اعمال تیمار مجدد، مفید خواهد بود.

٥- منابع

[1] FAO. 2010. Food and Agriculture organization of United Nations; Available from http:// faostat.fao.org.

[2] Lee, S. K., and Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest biology and technology, 20(3): 207-220.

[3] Davey, M. W., Montagu, M. V., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I.J.J., Strain, J.J., Favell, D. and Fletcher, J. 2000. Plant L□ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80(7): 825-860.

[4] Martínez-Romero, D., Bailén, G., Serrano, M., Guillén, F., Valverde, J.M., Zapata, P., Castillo, S. and Valero, D. 2007. Tools to maintain postharvest fruit and vegetable quality through the inhibition of ethylene action: a review. Critical reviews in food science and nutrition, 47(6):543-560.

[5] Paliyath, G., Murr, D.P., Handa, A.K. and Lurie, S. 2009. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. Wiley-Blackwell Publishing. Chapter 7. P. 139-141.

[6] Crouch, I. 2003 .1- Methylcyclopropene (Smart Fresh TM) as an alternative to midified atmosphere and controlled atmosphere storage of apple and pears. Acta Horticulture, 600, 433-439.

[7] DeEll, J. R., Murr, D. P., Mueller, R., Wiley, L., and Porteous, M. D. (2005). Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP), diphenylamine (DPA), and CO_2 concentration during storage on 'Empire'apple quality. Postharvest biology and technology, 38(1), 1-8.

[8] DeEll, J. R., Lum, G. B., and Ehsani-Moghaddam, B. (2016). Effects of multiple 1-methylcyclopropene treatments on apple fruit quality and disorders in controlled atmosphere storage. Postharvest Biology and Technology, 111, 93-98.

[9] DeEll, J.R., Murr, D.P., Porteous, M.D. and Rupasinghe, H.V., 2002. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. Postharvest Biology and Technology, 24(3):349-353.

[10] Defilippi, B.G., Dandekar, A.M. and Kader, A.A., 2004. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple (Malus domestica Borkh) fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(18):5694-5701.

[11] Lurie, S. 2005. Application of 1- methyl cyclopropen to prevent spoilage. Postharvest Rieview, 1-4.

[12] Mir, N.A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M. and Beaudry, R.M., 2001. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of Redchief Delicious' apples. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126(5):618-624.

[13] Moran, R.E. and McManus, P. 2005. Firmness retention, and prevention of coreline browing and senescence in. "Macoun" apples with 1-methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage

Archive of SID

www.SID.ir

‘Empire’apples in air and controlled atmosphere storage. Postharvest Biology and Technology, 52(1):30-37.
[25] Jeziorek K. and Woźniak M, Tolmala K. Response of ‘golden delicious’ apples to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in conditions of normal and controlled atmosphere. J Fruit Ornamental Plant Research 2010; 18(2): 223-237.
[26] Vidrih, R., Hribar, J. and Zlatic, E., 2011. The aroma profile of apples as influenced by 1-MCP. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 19(1):101-111.
[27] Saftner, R.A., Abbott, J.A., Conway, W.S. and Barden, C.L., 2003. Effects of 1-methylcyclopropene and Heat Treatments on Ripening and Postharvest Decay in Golden Delicious' Apples. Journal of the American Society for Horticultural Science, 128(1):120-127.
[28] Johnson, D.S. 2000. Mineral composition, harvest maturity and storage quality of ‘Red Pippin’,‘Gala’ and ‘Jonagold’ apples. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 75(6), 697-704.
[29] Konopacka, D and Plocharski, W.J., 2004. Effect of storage condition s on the relationship between apple firmness and texture acceptability. Postharvest Biology and Technology, 32, 205-211.
[30] Kvikliene, N., Kviklys, D. and Viskelis, P., 2006. Changes in fruit quality during ripening and storage in the apple cultivarAuksis'. Journal of fruit and ornamental plant research, 14, p.195.
[31] Blankenship, S.M. and Dole, J.M. 2003.1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest Biology and Technology, 28, 1-25.
[32] Klein, B.P. 1987. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. Journal of. Food Quality, 10, 179-193.
[33] Shaham, Z., Lers, A. and Lurie, S., 2003. Effect of heat or 1-methylcyclopropene on antioxidative enzyme activities and antioxidants in apples in relation to superficial scald development. Journal of the American Society for Horticultural Science, 128(5):761-766.
temperatures. Postharvest Biology and Technology, 27, 285-292
[14] Pechous, S.W., Watkins, C.B. and Whitaker, B.D., 2005. Expression of α-farnesene synthase gene AFS1 in relation to levels of α-farnesene and conjugated trienols in peel tissue of scald-susceptible ‘Law Rome’and scald-resistant ‘Idared’apple fruit. Postharvest Biology and Technology, 35(2):125-132.
[15] Watkins, C.B., 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Biotechnology advances, 24(4):389-409.
[16] Finny E.E. and Massie D.R. 1975. Instromentation for testing the response of fruits to mechanical impact. Trans ASAE; 18(6): 1184-1187.
[17] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 1992. Fresh fruits and vegetables – sampling. ISIRI NO. 622.1st Revision. 2nd Edition. (In Farsi).
[18] Hoseini, Z. 1990. Common Methods in Food Analysis. Shiraz University Pub. (In Farsi).
[19] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2004. Fruit and vegetable products – Determination of soluble solids content –Refractometric method. ISIRI NO. 7994. 1st Edition. (In Farsi).
[20] Weis SA, Bramlage WJ. 1-MCP: How useful can it be on New England apples? Fruit Notes 2002; 67: 5-9.
[21] Tatsuki, M., Endo, A. and Ohkawa, H., 2007. Influence of time from harvest to 1-MCP treatment on apple fruit quality and expression of genes for ethylene biosynthesis enzymes and ethylene receptors. Postharvest Biology and Technology, 43(1):28-35.
[22] Rupasinghe, H.P.C. et al. 2000. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in ‘McIntosh’ and ‘Delicious’ apples. Journal of Hort Science Biotechnology, 75(3), 271-276.
[23] Lanka, B.S., Jayathunge, K.G.L.R., Prasad, H.U.K.C., Fernando, M.D. and Palipane, K.B., 2011. Prolonging the postharvest life of papaya using modified atmosphere packaging. Journal of Agricultural Technology, 7(2):507-518.
[24] Fawbush, F., Nock, J.F. and Watkins, C.B., 2009. Antioxidant contents and activity of 1-methylcyclopropene (1-MCP)-treated

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on the Effects of 1-Methylcyclopropene on the Post-Harvest Quality Attributes of Apple

Shavakhi, F. [1 *], Behmadi. H. [2]

1. Assistant Professor of Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
2. Member of Scientific Board, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

(Received: 94/6/17 Accepted: 94/9/12)

This study aimed to investigate the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) to reduce of postharvest losses of apples. The split plot in time design based on complete randomized design with three replications and using (1-MCP) on two levels (0 and 1ppm) and two varieties of apples (Red Delicious and Golden Delicious) were investigated. Treated and untreated samples were placed in cold storage at ±0.5 °C and 90% R.H. for 5 months separately. The samples were taken before cold storage period and once a month. Qualitative evaluation including (skin color indices (L * a * b *), firmness, pH, acidity, total soluble solids) was analyzed. Concentration of vitamin C and ethylene production rate were determined at the beginning and end of storage. The results at the end of the fifth month of storage showed that 1-MCP treatment resulted insignificant differences in the brightness of the Golden Delicious variety and b * in both varieties. Application of 1-MCP treatment prevents the development of red color (a *) and maintain firmness in both varieties. The lowest amounts of pH, soluble solids, ethylene and the highest amounts of acidity and vitamin C were found in the apples treated with 1-MCP, respectively. The treatment of 1-MCP, causing delay in the ripening and resulted maintaining of a better quality in both varieties of apple**.**

Keywords: Post-Harvest, Apple, 1-Methylcyclopropene

Archive of SID

*Corresponding Author E-Mail Address: frshavakhi@yahoo.com

www.SID.ir