فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۶ ، شماره ۲۴ ، زمستان ۱۳۸۹

بررسی تأثیر دما بر میزان تولید اتیلن و برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب رقم گرانی‌اسمیت (*Malus domestica* Borkh., cv. Granny Smith)

مسعود زاده‌باقری[۱*] ، نوید خردمند[۲] ، حمید صادقی[۳] ، بهنام بهروزنام‌جهرمی[۲]

چکیده

برای حفظ و نگهداری کیفیت و بازارپسندی میوه، نگهداری آن در سردخانه ضروری است. سیب گرانی‌اسمیت، واریته‌ای از سیب‌های خارجی است که به خوبی خواص خود را در سردخانه حفظ می‌کند. اتیلن یک هیدروکربن ساده‌ی گازی با فرمول C_2H_4 به عنوان یک هورمون گیاهی مهم در مسائل پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها به شمار می‌آید. در برخی از حالت‌های فیزیولوژیکی مانند رسیدن میوه، پیری گل و تنش‌هایی مانند غرقاب، خشکی و سرمازدگی، اتیلن به میزان بیش‌تری تولید می‌شود. پیش ماده‌ی تولید اتیلن، اسید آمینه گوگردی متیونین می‌باشد. برای بررسی تأثیر دمای پایین بر افزایش عمر انباری سیب گرانی‌اسمیت، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با در نظر گرفتن متغیرهای دما و زمان انبارداری انجام شد. صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در این پژوهش شامل تولید اتیلن، سفتی بافت، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، مواد جامد محلول (TSS)، ویتامین "ث" و pH در دو سطح دمایی ۳/۵+ و ۰/۵- درجه سانتی‌گراد در شروع، پایان و در خلال یک دوره‌ی ۴ ماهه‌ی انبارداری مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. اندازه‌گیری میزان اتیلن با تزریق یک میلی‌لیتر گاز به دستگاه GC انجام شد. نتایج بدست آمده از این بررسی‌ها نشان داد با افزایش میزان اتیلن مواد جامد محلول افزایش و اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش یافت.

کلمه‌های کلیدی: اتیلن، سیب گرانی‌اسمیت، دما، کروماتوگرافی گازی

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیراز، گروه علوم باغبانی، شیراز، ایران. مسئول مکاتبه. (zadehbagheri@iaushiraz.ac.ir)
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، گروه علوم باغبانی، جهرم، ایران.
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جهرم، گروه زیست شناسی، جهرم، ایران.
تاریخ دریافت : تابستان ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش : پاییز ۱۳۸۸

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بیوسنتز اتیلن در گیاهان عالی از مسیر ACC صورت می‌گیرد. در حالت‌های ویژه‌ی فیزیولوژیکی مانند رسیدگی میوه، پیری گل و میوه، تنش‌های زنده و غیر زنده مانند غرقاب، کمبود اکسیژن، شرایط نامناسب انبار از نظر سرمازدگی و یخزدگی میوه بیوسنتز اتیلن به میزان بیش‌تری تحریک می‌شود. پیش ماده‌ی تولید اتیلن، ماده‌ی گوگرد دار متیونین می‌باشد که از مسیر متابولیسمی ترکیبات گوگرد دار در گیاه و از سیستئین تولید می‌شود و مکانیسم تولید اتیلن از متیونین به شرح زیر است (Stephen and Forrestl, 1989):

$$\text{Methionin} \xrightarrow{\text{SAM synthetase}} \text{SAM} \xrightarrow{\text{ACC synthase}} \text{ACC} \xrightarrow{\text{ACC oxidase}} \text{Ethylene}$$

یکی از مهم‌ترین راه‌های تولید اتیلن در گیاهان و بخصوص در میوه‌های برداشت شده، قرار دادن بافت در برابر دماهای پایین می‌باشد که به این نوع اتیلن، اتیلن تولید شده در اثر سرما گفته می‌شود. برخی از محصولات مانند سیب و گلابی می‌توانند در اثر دمای پایین قابلیت تولید اتیلن را بدست آورند (Knee *et al.,* 1983). سرما با تأثیر بر میزان ACC و تغییر در فعالیت آنزیم‌های کلیدی بیوسنتز اتیلن، سبب تحریک و تسریع تولید اتیلن می‌شود (Mattoo & Suttle, 1988).

میزان تولید اتیلن به دلیل سرما، به مدت نگهداری در انبار و دمای تیمار شده بستگی دارد. به نظر می‌رسد هر چه طول مدت نگهداری بیش‌تر باشد، تحریک بیش‌تری برای تولید اتیلن صورت می‌گیرد. اثر دمای پایین روی بیان ژن‌های آنزیم ACC سینتاز[1] زودتر از آنزیم ACC اکسیداز[2] می‌باشد (Jobling *et al.,* 1991). قرار دادن گیاهان حساس به سرما در معرض دمای پایین، سبب تحریک تولید اتیلن می‌شود و بخصوص زمانی که بافت‌های سرما دیده به دمای بالاتر منتقل شوند، تولید اتیلن آنها به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد و شاید بتوان گفت تولید اتیلن نشانه خوبی برای تشخیص بافت‌های حساس به سرما است (Jiang *et al.,* 2004). برخی از ارقام سیب مانند فوجی[3] و گرانی‌اسمیت[4] چنان چه در معرض دمای پایین قرار گیرند، بعد از خروج از انبار میزان تولید اتیلن این ارقام افزایش می‌یابد. افزایش تولید اتیلن روی برخی صفات از جمله سفتی بافت تأثیر می‌گذارد و بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که انبارهای سرد می‌تواند سبب تولید اتیلن شود و تولید اتیلن نیز می‌تواند روی کیفیت میوه و عمر پس از انبار آن تا زمان مصرف تأثیر بسیاری داشته باشد (Hayama *et al.,* 2006). تسریع در تولید اتیلن توسط دمای پایین به نظر می‌رسد که به رقم بستگی دارد، برای مثال در رقم سیب کوکس[5] این پدیده دیده نمی‌شود، ولی در رقم گلدن‌دلشنر دیده می‌شود (Lau & Liu, 1986).

1- ACC synthase
2- ACC oxidase
3- Fuji
4- Granny Smith
5- Cox

Archive of SID

www.SID.ir

سفتی بافت میوه یکی از مهم‌ترین صفاتی است که در مورد ارزیابی میوه سیب در مسائل پس از برداشت بکار برده می‌شود. بطور کلی میوه‌های سفت‌تر دارای کیفیت و مرغوبیت بیش‌تری نسبت به میوه‌های با بافت نرم می‌باشند (Karler *et al.,* 1997). سفتی بافت میوه تحت تأثیر یک سری عوامل قبل از برداشت مانند ژنتیک، عملیات داشت و برداشت و یک سری عوامل بعد از برداشت مانند سرمازدگی و یکی از مهم‌ترین عوامل، تأثیر هورمون اتیلن بر سفتی بافت میوه است (Blankenship *et al.,* 1997). یکی از فاکتورهای مهم و مؤثر در نرم شدن بافت میوه در زمان برداشت عامل دما می‌باشد (Landfald, 1966). هر چند که پاسخ‌ها به دما در میان ارقام مختلف سیب متفاوت می‌باشد (Johnston *et al.,* 2001). بطور کلی، بافت میوه‌های سیب گرانی‌اسمیت نگهداری شده در سرما سریع‌تر از میوه‌های نگهداری شده در دمای معمولی سفتی بافت خود را از دست می‌دهند و همچنین، شدت تنفس آنها نیز بیش‌تر می‌باشد که می‌تواند به دلیل تحریک تولید اتیلن درون بافت آنها باشد (Larrigaudiere & Vendrell, 1993). همچنین، تیمار کوتاه مدت میوه‌ها توسط اتیلن بطور مؤثری سبب تحریک تولید اتیلن و نرم شدن سریع در گرانی‌اسمیت می‌شود(Knee *et al.,* 1987). کاربرد اتیلن در سیب گرانی‌اسمیت، با توجه به اینکه اتیلن سبب افزایش تولید اتیلن داخلی می‌شود، کاهش سفتی بافت را افزایش می‌دهد و میوه را به مرحله رسیدن نزدیک می‌سازد (Janson *etal.,* 2002).

در طول توسعه‌ی میوه تغییراتی در طعم میوه اتفاق می‌افتد. دلیل این طعم و مزه؛ ساختن، انتقال و حتی در اثر تجزیه‌ی برخی مواد صورت می‌گیرد. در میوه‌های فرازگرا اتیلن نقش مهمی در این وقایع دارد. میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون نقش مهمی در ایجاد طعم و مزه دارد (Anne *et al.,* 1997). در طول زمان رسیدن میوه، چنانچه میزان تولید اتیلن متوقف شود، میزان افزایش TSS نیز کاهش خواهد یافت. بطور کلی، با افزایش اتیلن، میزان TSS افزایش و TA کاهش می‌یابد (Lau *et al.,* 1986). یکی از دلایل کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در طول انبار و دوره‌ی پس از انبار، شرکت اسیدهای آلی مانند اسیدمالیک به عنوان سوبسترا در پدیده‌ی تنفس یاخته‌ای می‌باشد. باز دارنده‌های تولید یا عمل اتیلن می‌تواند سبب افزایش اسیدهای آلی شود و این موضوع اثبات می‌کند که متابولیسم اسیدهای آلی یک فرایند وابسته به اتیلن است (Defilippi *et al.,* 2004).

هدف از این تحقیق، بررسی دماهای مختلف انبار و چگونگی تأثیر این دماها روی صفات کمی و کیفی سیب رقم گرانی‌اسمیت و پی بردن به این موضوع که در کدام یک از دماهای مورد بررسی و در چه مدت زمانی رقم مورد مطالعه را می‌توان نگهداری کرد تا کم‌ترین میزان تولید هورمون اتیلن و بیش‌تری مدت عمر انبارمانی را داشته باشد و دانستن این موضوع که آیا سرما توانایی تحریک تولید اتیلن را دارا می‌باشد یا نه و همچنین، بررسی پتانسیل رقم سیب گرانی‌اسمیت از نظر تولید این هورمون در انبار از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه فیزیولوژی پس‌از برداشت گروه علوم باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز در سال ۸۸-۱۳۸۷ انجام شده است. آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در تکرارهای مختلف به اجرا در آمد. رقم رانی‌اسمیت

Archive of SID

www.SID.ir

(*Malus domestica* Borkh., cv. Granny Smith) به عنوان یکی از ارقام بازارپسند سیب در بیش‌تر نقاط جهان کشت و کار می‌شود و از تلاقی دو رقم سیب (*Malus domestica*×*Malus sylvestris*) بدست آمده است. سیب گرانی‌اسمیت از یک باغ تجاری واقع در منطقه‌ی قلات فارس در ۱۵ کیلومتری شیراز و ۱۷۰ روز بعد از اتمام گل از ۸ درخت با اندازه و سن یکسان که همگی روی پایه‌ی MM106 پیوند بودند، برداشت و بلافاصله برای انجام بررسی‌های کمی و کیفی اولیه به آزمایشگاه منتقل شدند. بعد از جدا کردن سیب‌های آسیب دیده، بقیه‌ی سیب‌ها در سردخانه معمولی[1] در بسته‌های ۱۰ کیلوگرمی در دماهای ۰/۵- و ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ماه نگهداری شدند. اندازه‌گیری صفات در یک زمان قبل از انبار و در حین نگهداری در انبار مورد بررسی قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری گاز اتیلن از دستگاه کروماتوگرافی (GC) مدل SHIMADZU-GC-4A استفاده شد. ابتدا وزن و حجم نمونه اندازه‌گیری شد، به مدت یک ساعت نمونه در یک ظرف کاملاً مسدود با گنجایش ۷۰۰ میلی‌لیتر قرار داده شد. سپس با یک سوزن دو طرفه محتویات گازی ظرف از راه سپتوم به ونوژکت‌های خلاءدار منتقل و با استفاده از سرنگ، یک میلی‌لیتر گاز برای آنالیز اتیلن به دستگاه تزریق شد. برای اندازه‌گیری سفتی بافت از دستگاه سفتی‌سنج مدل FT327 استفاده شد. بعد از استخراج آب میوه از نمونه‌ها، صفات کیفی شامل TSS (توسط دستگاه رفراکتومتر)، اسیدآسکوربیک، اسیدیته (توسط روش‌های تیتراسیون) و pH آب میوه توسط pH متر اندازه‌گیری شدند (مستوفی و نجفی، ۱۳۸۴). داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excell رسم شد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری اتیلن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدیته، ویتامین C و pH

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس میزان اتیلن نشان می‌دهد، اثر متقابل دما و زمان نگهداری در انبار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). با مشاهده‌ی شکل ۱ و رجوع به جدول ۲ در خصوص اتیلن می‌توان گفت که در سطح یک درصد و دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد تا سطح سه ماه نگهداری هیچ گونه اختلاف معنی‌داری از لحاظ تولید اتیلن با شاهد به وجود نیامده است، اما در سطح چهار ماه میزان اتیلن به صورت معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافته است. در دمای ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد میزان اتیلن در ماه‌های اول، دوم و سوم ضمن اینکه اختلاف معنی‌داری نداشته است و نسبت به شاهد دارای افزایش معنی‌دار بوده و بین زمان‌های سه و چهار ماه نگهداری نیز اختلاف معنی‌داری ملاحظه نشده، ولی هر دو زمان نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در میزان اتیلن نشان می‌دهند.

1- Refrigerator atmosphere

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مختلف اندازه‌گیری شده

منابع تغییرات (S.O.V.)	df	MS					
		اتیلن	سفتی بافت	TSS	TA	Vit C	pH
درجه حرارت و زمان نگهداری	۸	۲/۰۹۹**	۴/۹۹۸**	۲/۵۵۲**	۰/۱۹۴**	۳/۸۶۳**	۰/۷۷۳**
خطا	۸۱	۰/۲۴۹	۰/۲۲۹	۰/۵۹۲	۰/۰۰۳	۰/۳۴۹	۰/۰۵۱
CV		۱۳/۸	۷/۳	۵/۲	۸/۱	۱۵/۵	۶/۲

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

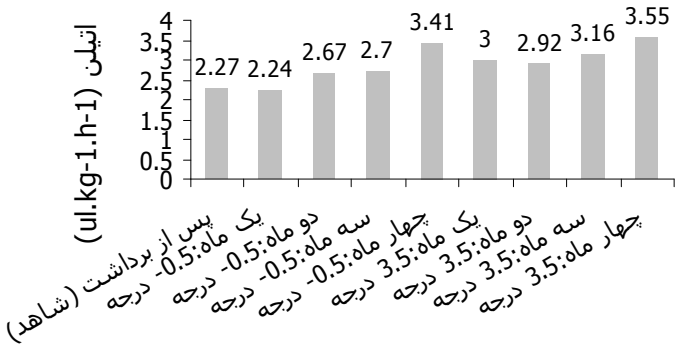
جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مختلف مورد مطالعه در رقم سیب تجاری گرانی‌اسمیت با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ درصد

درجه حرارت و زمان نگهداری	صفات					
	اتیلن	سفتی‌بافت	TSS	TA	VitC	pH
پس از برداشت (شاهد)	۲/۲۷ e	۷/۲۵ a	۱۴/۰۸ b	۰/۹۳ a	۴/۲۱ ab	۳/۲۴ d
یک ماه: ۰/۵- درجه سانتی‌گراد	۲/۲۴ e	۷/۲۱ a	۱۴/۲۷ b	۰/۸۶ b	۴/۲۶ a	۳/۳۷ cd
دو ماه: ۰/۵- درجه سانتی‌گراد	۲/۶۷ de	۶/۹۴ ab	۱۴/۳۳ b	۰/۶۹ d	۳/۷۹ bc	۳/۵۴ bc
سه ماه: ۰/۵- درجه سانتی‌گراد	۲/۷۰ de	۶/۵۲ bc	۱۵/۰۹ ab	۰/۵۹ e	۳/۳۳ c	۳/۸۹ a
چهار ماه: ۰/۵- درجه سانتی‌گراد	۳/۴۱ ab	۵/۷۳ de	۱۵/۱۶ ab	۰/۵۷ e	۳/۳۳ cd	۳/۸۹ a
یک ماه: ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد	۳/۰۰ bc	۶/۹۸ ab	۱۴/۶۰ ab	۰/۷۹ c	۳/۰۴ de	۳/۴۳ cd
دو ماه: ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد	۲/۹۲ c	۶/۷۹ ab	۱۴/۷۳ ab	۰/۷۲ d	۳/۰۰ de	۳/۷۴ ab
سه ماه: ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد	۳/۱۶ abc	۶/۰۴ cd	۱۵/۲۳ a	۰/۵۹ e	۲/۷۶ ef	۳/۹۳ a
چهار ماه: ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد	۳/۵۵ a	۵/۲۳ e	۱۵/۵۶ a	۰/۵۴ e	۲/۴۹ f	۳/۹۶ a

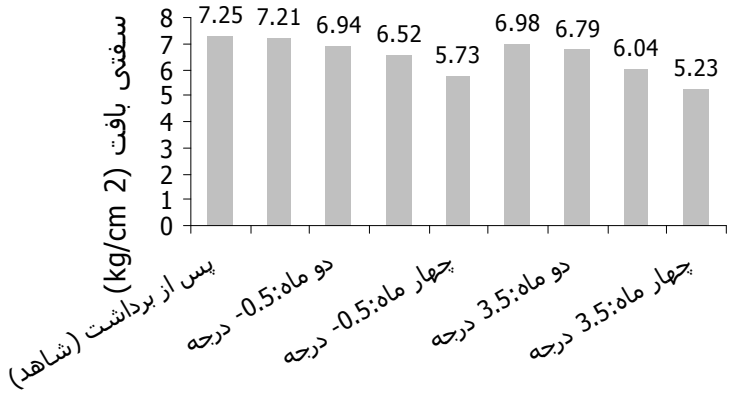
مطالعه‌ی جدول ۱ نشان می‌دهد، اثر متقابل دما و زمان نگهداری بر سفتی بافت میوه در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. با توجه به شکل ۲ و رجوع به جدول ۲ در مورد سفتی بافت می‌توان گفت، در سطح آماری یک درصد و دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد با افزایش زمان تا دو ماه نگهداری اختلاف معنی‌داری بین سفتی بافت نسبت به شاهد مشاهده نمی‌شود، اما در ماه‌های سوم و چهارم نگهداری سفتی بافت نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار نشان داده است. در دمای ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد میوه‌ها را می‌توان تنها تا دو ماه در انبار نگهداری کرد، بدون اینکه سفتی بافت میوه اختلاف معنی‌داری با شاهد نشان دهد. بنابراین، چنانچه دما ۰/۵- درجه سانتی‌گراد باشد، تا سه ماه و اگر ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد باشد، تا دو ماه می‌توان میوه را بدون کاهش در سفتی بافت نگهداری کرد.

Archive of SID

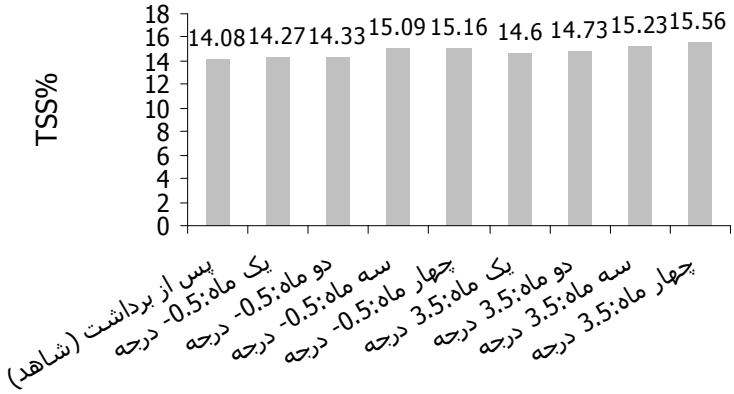
www.SID.ir



شکل ۱- میزان تولید اتیلن در زمان‌های مختلف انبار



شکل ۲- میزان سفتی بافت در زمان‌های مختلف انبار



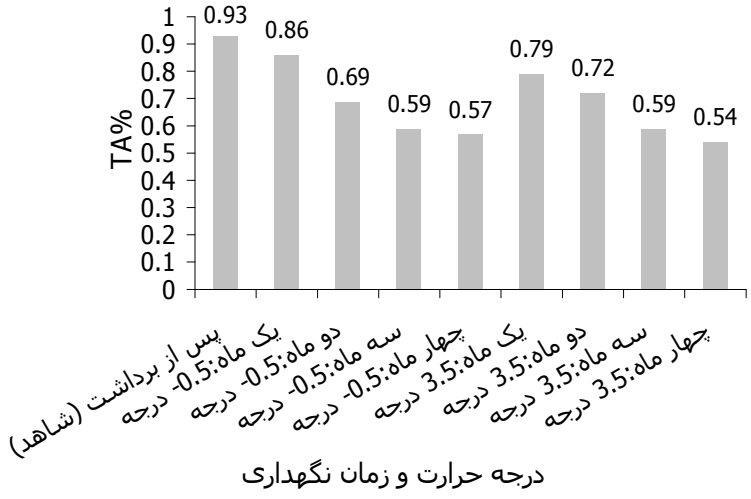
شکل ۳- میزان TSS در زمان‌های مختلف انبار

www.SID.ir

مطالعه‌ی جدول ۱ نشان دهنده‌ی تأثیرگذاری متقابل دما و زمان نگهداری بر میزان TSS و معنی‌دار شدن آن در سطح یک درصد است. با توجه به شکل ۳ و جدول ۲ در خصوص میزان TSS می‌توان گفت در سطح یک درصد و دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد هیچگونه اختلافی بین زمان‌های مورد بررسی و شاهد در میزان TSS مشاهده نمی‌شود و در دمای ۳/۵+ تا سطح دو ماه نگهداری هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در میزان TSS نسبت به شاهد به وجود نیامده، اما سطوح زمان‌های نگهداری سه و چهار ماه از لحاظ میزان TSS نسبت به شاهد دارای افزایش معنی‌دار می‌باشند.

مطالعه‌ی جدول ۱ نشان می‌دهد، اثر متقابل دما و زمان نگهداری بر میزان TA در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. با توجه به شکل ۴ و با مراجعه به جدول ۲ در خصوص میزان TA می‌توان گفت که میزان TA در درجه حرارت ۰/۵- درجه سانتی‌گراد و سطح یک درصد با افزایش زمان تا سطح سه ماه به طرز معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش نشان می‌دهد، اما بین ماه‌های سوم و چهارم نگهداری در انبار از لحاظ میزان TA اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. میزان TA در درجه حرارت ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد نیز مانند دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

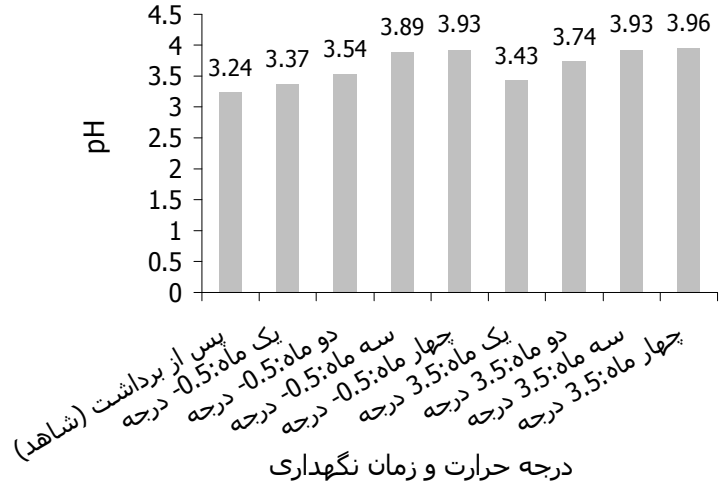
جدول ۱ نشان می‌دهد، اثر متقابل دما و زمان نگهداری بر میزان ویتامین C در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. مطالعه‌ی جدول ۲ و شکل ۵ نشان می‌دهد، در سطح یک درصد و دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد تا زمان یک ماه نگهداری اختلاف معنی‌داری از لحاظ ویتامین C با شاهد مشاهده نمی‌شود و با افزایش زمان در سطوح دو، سه و چهار ماه میزان ویتامین C نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار از خود نشان می‌دهد، ولی در دمای ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد در تمام ماه‌های نگهداری در میزان ویتامین C نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار مشاهده می‌شود.



شکل ٤- میزان TA در زمان‌های مختلف انبار

www.SID.ir

شکل ۵- میزان ویتامین C در زمان‌های مختلف انبار



شکل ٦- میزان pH در زمان‌های مختلف انبار

جدول تجزیه واریانس ۱ نشان می‌دهد، اثر متقابل دما و زمان نگهداری بر میزان pH در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شده است. با توجه به شکل ۶ و جدول ۲ می‌توان پی برد که روند تغییرات میزان pH در سطح آماری یک درصد نسبت به زمان به صورت صعودی بوده، بطوریکه تا سطح یک ماه هیچگونه اختلاف معنی‌داری چه در دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد و چه در دمای ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد با شاهد به وجود نیامده است، اما از زمان دو ماه نگهداری در هر دو دما میزان pH به صورت معنی‌داری افزایش نشان می‌دهد، اما در زمان چهار ماه نگهداری نسبت به سه ماه اختلاف معنی‌داری بدست نیامده است.

www.SID.ir

بحث

اگر چه دماهای پایین سبب کُند کردن روند بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی و غیره در میوه‌ها می‌شود و برای همین عمر انبارمانی و پس از انبار در میوه‌ها افزایش می‌یابد، ولی در برخی گونه‌ها مانند سیب، گلابی و غیره دماهای پایین به سبب القای تولید اتیلن، می‌تواند حتی عمر انبارمانی و پس از انبار را تحت تأثیر قرار دهد (Knee *et al.,* 1983). اتیلن تقریباً در تمام گیاهان در پاسخ به مراحل مختلف رشد و توسعه تولید می‌شود، ولی برخی تنش‌ها مانند خشکی و سرما سبب تولید اتیلن به میزان بیش‌تری می‌شوند (Mattoo *et al.,* 1988). آنزیم‌های دخیل در بیوسنتز اتیلن و رسیدگی میوه به دماهای پایین‌تر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد حساس می‌باشند و این موضوع می‌تواند اثبات قوی برای زود رسیدن و نرم شدن زود هنگام بافت سیب رقم گرانی‌اسمیت در دماهای پایین باشد (Jobling *et al.,* 1995). تحقیقات نشان می‌دهد که هر چه طول مدت نگهداری سیب در انبار طولانی‌تر باشد، اثر تحریک کنندگی دما روی آنزیم ACC سینتاز و در نهایت، تولید اتیلن قوی‌تر خواهد بود (Knee *et al.,* 1976).

افزایش پیشرفت تولید اتیلن در سیب در طول دوره‌ی نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ناشی از افزایش در فعالیت آنزیمی و بیان ژن برای دو آنزیم ACC سینتاز و ACC اکسیداز که هر دو از آنزیم‌های کلیدی در مسیر بیوسنتز اتیلن به شمار می‌روند، می‌باشد (Lara *et al.,* 2001). سیب گرانی‌اسمیت و پاسیفیک‌رز[1] بدون اتیلن و یا تنش سرمایی در دمای معمولی به کُندی استحکام بافت خود را از دست می‌دهند، ولی وقتی آنها را در معرض اتیلن و یا دمای سرد قرار می‌دهند، سفتی بافت خود را به سرعت از دست خواهند داد (Janson *et al.,* 2002).

سرما و اتیلن با آسان کردن و تحریک بیوسنتز اتیلن سبب افزایش نرم شدن بافت در گرانی‌اسمیت می‌شوند، زیرا این تیمارها سبب تحریک و تجمع اتیلن داخلی در بافت میوه می‌شوند (Janson *et al.,* 2002). اتیلن به دلیل تنظیم بیان ژن‌ها و آنزیم‌های دخیل در واکنش‌های مربوط به دیواره یاخته‌ای سبب تغییر در سفتی بافت میوه می‌شود. در رقم گرانی‌اسمیت در اثر عمل اتیلن فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتروناز (PG) بیش‌تر شده و سبب کاهش سفتی بافت میوه می‌شود (Stella *et al.,* 2005). در این پژوهش نیز با افزایش اتیلن میزان سفتی بافت میوه کاهش یافته است.

در طول زمان رسیدن میوه چنانچه میزان تولید اتیلن متوقف شود، میزان TSS ممکن است ثابت بماند. بطور کلی، با افزایش اتیلن میزان TSS افزایش و TA کاهش می‌یابد (Lau *et al.,* 1986). یکی از دلایل کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در طول انبار و دوره‌ی پس از انبار، شرکت اسیدهای آلی بعنوان سوبسترا در پدیده‌ی تنفسی یاخته‌ای می‌باشد. در این پژوهش نیز با افزایش اتیلن، میزان TSS افزایش و میزان TA کاهش یافته است. بازدارنده‌های تولید یا عمل اتیلن می‌توانند سبب افزایش اسیدهای آلی شوند و این موضوع اثبات می‌کند که متابولیسم اسیدهای آلی یک پروسه وابسته به اتیلن است (Defilippi *et al.,* 2004).

در این تحقیق تولید اتیلن با افزایش دما و زمان نگهداری افزایش یافت، بطوریکه بالاترین میزان

1- Pacific rose

Archive of SID

www.SID.ir

تولید اتیلن در دمای ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد و در ماه چهارم نگهداری در انبار در رقم گرانی‌اسمیت مشاهده می‌شود. این یافته با نتیجه پژوهش Knee *et al* (1983) مطابقت داشت. همچنین، نتایج تحقیقات Lara *et al* (1999) و Grael *et al* (1997) که عنوان کردند با افزایش دمای انبار تا ۴ درجه سانتی‌گراد میزان اتیلن افزایش می‌یابد، دلیلی بر اثبات این نظر است.

در این پژوهش دمای ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد در رقم مورد مطالعه از کاهش اسیدهای آلی بیش‌تری نسبت به دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد برخوردار بود که دلیل آن می‌تواند سنتز هورمون اتیلن در دمای ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد و شرکت اسیدهای آلی به عنوان سوبسترا در پدیده تنفس یاخته‌ای باشد که این روابط در خصوص رقم مورد مطالعه در این پژوهش قابل درک است و با پژوهش‌های Defilippi *et al* (2004) کاملاً مطابقت دارد.

در این تحقیق دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد به دلایلی از جمله تولید بهینه هورمون اتیلن، حفظ بیش‌تر سفتی بافت میوه، از دست دادن رطوبت بافت میوه در حد قابل قبول بعنوان دمای بهینه و مطلوب مورد توجه خواهد بود. دمای ۳/۵+ درجه سانتی‌گراد به دلیل تولید بالای اتیلن و عدم داشتن سفتی بافت و رطوبت مناسب میوه مورد توجه نیست و بنابراین پیشنهاد می‌شود در صورتی سیب گرانی‌اسمیت در دمای ۰/۵- درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲۰ روز انبار شود به خوبی می‌تواند خواص کیفی خود را حفظ کند.

منابع

مستوفی،ی.، و ف.نجفی. ۱۳۸۴. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران.

Anne.P. 1997, Eating quality of ‘Gala’ and ‘Fuji’ apples from multiple harvest and storage duration. HortScience, 32: 903-908.

Blankenship,S.M., M.Parker, and C.R.Unrath. 1997. Use of maturity indices for predicting post storage firmness of ‘Fuji’ apples. HortScience, 32: 909-910.

Defilippi,B.G., A.M.Dandekar, and A.A.Kader. 2004, Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple ‘Malus domestica Borkh.’ Fruit, J. Agirc. Food. Chem, 52: 5701-5710.

Hansen,E., 1945. Quantitative study of ethelene in apple varieties, Plant Physiol, 20: 631-635.

Harker,F.R., R.J.Redgwell, I.C.Hallett, and S.H.Murray. 1997. Texture of fresh fruit, Hortic., 20: 121-224.

Hayama,H., M.Tatsuki, A.Ixo, and Y.Kashimura. 2006. Ethylene and fruit softening in the stony hard mutation in peach, Postharvest Biol. and Tech, 41: 16-21.

Janson,W., J.Errol, W.Hewett, H.Nigel. 2001. Physical change in apple texture with fruit temperature: Effect of cultivar and time in storage. Postharvest Biol. Tech., 23: 13-21.

Archive of SID

www.SID.ir

Jiang,Y., D.C.Joyce, W.Jiang, and W.Lu. 2004. Effect of chilling temperature on ethylene binding by banana fruit, Plant Growth Regul, 43: 109-115.

Jobling,J., M.C.Glasson. 1995. Chilling at 0 °C in air induces ethylene production in 'Fuji' and 'Lady Williams' apples, Aust. J. Exp. Agric, 35: 651-655.

Jobling, M.C, Glasson, J.W.B, Dilley, D.R., 1991. Induction if ethylene synthesizing competency in Granny Smith apples by exposure to low temperature in air, Posthorvest Biol., Technol, 1: 111-118.

Johnston,J.W., E.W.Hewett, M.L.A.Hertog, and F.R.Harker. 2001. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. Postharvest Biol. Technol., 23: 185-196.

Knee,M., N.E.Looney, S.G.S.Hatfield, and S.M.Smith. 1983. Initiation of rapid ethylene synthesis by apple and pear fruits in relation to storage temperature, J. Exp. Bot, 34: 1207-1212.

Knee,M. 1976. Influence of ethylene on the ripening of stored apples, Sci. Food Agri, 27: 383-392.

Knee,M., S.G.S.Hatfield, and W.J.Bramlage. 1987. Response of developing apple fruit to ethylene treatment. J. Exp. Bot., 38: 972-979.

Landfald,R. 1966. Temperature effects on apples during storage. Bull. Int. Instit. Refrig. Ann., 453-460.

Lara,I., and M.Vendrell. 1999. Relationships between ethylene, abscidsic acid and quality during postharvest srorage of 'Granny smith' apple, Postharvest Biol. Tech, 13: 11-18.

Lara,I., and M.Vendrell. 200l. Cold-induced ethylene biosynthesis is differentially regulated in peel and pulp tissues of Granny Smith and Golden Delicious apples, 109-119.

Larrigaudiere,C., J.Graell, J.Salas, and M.Vendrell. 1997. Cultivar differences in the influence of a short period of cold storage on ethylene biosynthesis in apples, Postharvest Biol. Technol, 10: 21-27.

Larrigaudiere,C., and M.Vendrell. 1993. Cold-induced activation of 1-aminocyclopropane -1-carboxylic acid metabolism in rewarmed Granny Smith apples: Consequences on rupening. Sc. Hort., 55: 263-272.

Lau,O.L., Y.Liu, and S.F.Yanh. 1986. Effect of fruit detachment on ethylene biosynthesis, and loss of flesh firmness skin color, and starch in ripening 'Golden delicious' apples, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 111: 731-734.

Mattoo,A.K. and J.C.Suttle. 1988. The plant hormone ethylene, wound-induced ethylene production, CRC, Press, pp. 44-58.

Stella,S,. F.Costa, A.M.Bregoli, and S.Sansavini. 2005. Study on expression of gene involved in ethylene biosynthesis and fruit softening in apple and nectarin, Acta. Hort, 682: 141-147.

Archive of SID

www.SID.ir

Stephen.G., J.Forrestl. **and M.S.Spencer.** 1989. A role of for ethylene in the metabolism of cyanid by higher plants, Plant physiology, 89: 1306-1310.

Zhou,H.W., L.Dong, R.B.Arie, and S.Lurie. 2001. The role of ethylene in the prevention of chilling injury in nectarines, Plant Physiol, 158: 55-61.

Archive of SID

www.SID.ir