اثرات کاربرد محلول‌های گرم قارچ کش ایمازالیل بر خواص کمی و کیفی سیب رقم گلدن دلیشس[1]

شهره نیکخواه و ابراهیم گنجی مقدم[2]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۵/۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۸٤/۵/۲۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول‌های گرم قارچ‌کش ایمازالیل در کاهش پوسیدگی قارچی سیب رقم گلدن دلیشس در سردخانه، این تحقیق در سال ۱۳۸۱ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان به اجرا درآمد. از آزمایش فاکتوریل چهار عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، فاکتور A غلظت قارچ‌کش در سه سطح (۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، فاکتور B دمای محلول با سه سطح (۲۵، ۳۸ و ٤۵ درجهٔ سانتی‌گراد)، فاکتور C مدت زمان غوطه‌وری در محلول قارچ‌کش با دو سطح (۱ و۲ دقیقه) و فاکتور D زمان نمونه‌برداری از انبار سرد با ٦ سطح (۰، ٤۵، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و۱۸۰ روز) استفاده شد. میوهٔ سیب پس از تیمار به سردخانه با دمای صفر تا ۱درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد منتقل و به مدت شش ماه نگهداری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت قارچ‌کش تأثیر معنی‌داری بر سفتی بافت، پوسیدگی، مواد جامد قابل انحلال، و کسر رسیدگی (مواد جامد به اسید قابل تیتر کردن) داشت. همچنین کاهش وزن، سفتی بافت، و اسید قابل تیترکردن به طور معنی‌داری تحت تأثیر دمای محلول قارچ‌کش قرار گرفت. نتایج آزمایش‌های ارزیابی حسی نشان داد که غلظت و دمای محلول قارچ‌کش تأثیر معنی‌داری بر بافت، رنگ، بو، و مزه دارد. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که استفاده از محلول با دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد، قارچ‌کش ایمازالیل به غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۲ دقیقه سبب حفظ خصوصیات کیفی و صفات حسی میوهٔ سیب رقم گلدن دلیشس پس از ٦ ماه نگهداری در سردخانه می‌شود.

واژه‌های کلیدی

ایمازالیل، پوسیدگی قارچی، خصوصیات کمی و کیفی، سیب، صفات حسی، گلدن دلیشس

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی با عنوان "بررسی اثرات کاربرد محلولهای گرم قارچکش ایمازالیل و روغن های گیاهی در کاهش فساد قارچی و افزایش عمر انباری سیب در سردخانه" با شمارهٔ ۰۲۳-۸۰-۲۰-۱۲-۱۰۹۹

۲- به ترتیب عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی و بخش تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان، مشهد، مجتمع کشاورزی طرق، ص. پ. ٤۸۸، تلفن: ۳٤۰۰۳۰۱-۰۵۱۱

مقدمه

سطح زیر کشت سیب در کشور ایران حدود ۱۷۸ هزار هکتار است. در استان خراسان سطح زیر کشت سیب ۲۰۱۵٤ هکتار و میزان تولید ۱۹۹/۳۵۱ تن با متوسط عملکرد ۱۰۷۳٤ کیلوگرم در هکتار است [۳]. هر سال درصد بالایی از محصول سیب به صورت ضایعات از بین می رود.

لوری (Lurie, 1998) می‌گوید در بیشتر میوه‌های فرازگرا[1]، رسیدن با نرم شدن بافت، افزایش نسبت قند به اسید، افزایش رنگ، و افزایش در فعالیت تنفسی و تولید اتیلن همراه است. قرار دادن محصول در معرض دمای بالا، برخی از این فرآیندها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و آنها را کند می‌کند در حالی که سایر فعالیت‌ها را افزایش می‌دهد. این وضعیت باعث می‌شود میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد، در دورهٔ نگهداری در ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد کیفیت خود را بهتر حفظ کنند. بیگس و همکاران (Biggs *et al*., 1998) می‌گویند که اثر تیمار گرما در جلوگیری از رسیدن میوه، امکان دارد با هورمون رسیدن (اتیلن) در ارتباط باشد. گرمادهی طی چند ساعت از سنتز اتیلن در سیب و گوجه فرنگی ممانعت می‌کند. یو و همکاران (Yu *et al*., 1980) گزارش کردند که دمای بالا می‌تواند تولید اتیلن را از طریق تجمع ACC[2] در بافت سیب و گوجه‌فرنگی کاهش دهد. کلاین (Klein,1989) گزارش کرد که افزایش دما سبب ناپدید شدن ACC می‌شود. سیمور (Seymour, 1987) گزارش کرد در دورهٔ گرم کردن، نه تنها از تولید اتیلن درون زا[3] ممانعت می‌شود، بلکه میوه‌ها به اتیلن برون زا[4] هم پاسخ نمی‌دهند. کانوی و همکاران (Conway *et al*., 1994) گزارش کرد که روند کاهش سفتی بافت در میوه‌های تیمار شده با گرما، در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده کندتر است. بافت سیب در میوه‌هایی که در معرض تیمار گرمایی قرار گرفتند پس از نگهداری، از لحاظ خواص کیفی و کمی با میوه‌های شاهد متفاوت است. کلاین و همکاران (Klein *et al*., 1990) در پژوهشی روی دیوارهٔ سلولی سیب نشان دادند که میوه‌های تیمار شده، در مقایسه با شاهد، دارای پکتین انحلال پذیر کمتر و پکتین انحلال ناپذیر بیشتر است. همچنین نتایج تحقیقات لوری و کلاین (Lurie & Klein, 1992) نشان می‌دهد که در میوه‌های تیمار شده با گرما، در مقایسه با شاهد، میزان کلسیم در پکتین انحلال پذیر کمتر است و کلسیم به میزان بیشتری به دیوارهٔ سلولی متصل شده است. چان و همکاران (Chan *et al*., 1981) گزارش کردند که کاهش میزان نرم شدن، امکان دارد به علت ممانعت از سنتز یا فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک، مانند پلی‌گالاکتوروناز وآلفا و بتاگالاکتوزیداز، دیوارهٔ سلولی باشد. لیو (Liu, 1978) در بررسی خود گزارش کرد که طعم میوه ممکن است تحت تأثیر عملیات حرارتی قرار گیرد و نشان داد که میزان اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون در میوهٔ سیب پس از تیمار گرما کاهش می‌یابد، در حالی که میزان مواد جامد قابل حل تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد. نتایج بررسی کلاین (Klein, 1989) نشان می‌دهد که در بعضی از محصولات، میزان قند تحت تأثیر عملیات حرارتی قرار می‌گیرد. همچنین میوهٔ سیب رقم گلدن دلیشس که تحت تیمار گرما قرار می‌گیرد در مقایسه با شاهد، در مدت نگهداری تردتر،

1- Climacteric
2- 1-Aminocyclopropane Carboxilic Acid
3- Endogenous
4- Exogenous

شیرین‌تر، و به طور کلی قابل قبول‌تر است [۱۳]. مک دونالد و همکاران (McDonald *et al*.,1996) می‌گویند تولید مواد فرار تحت تأثیر عملیات حرارتی قرار می‌گیرد. تولید مواد فرار در سیب طی عملیات حرارتی افزایش می‌یابد و بلافاصله پس از تیمار گرمایی از تولید آن ممانعت می‌شود. مک دونالد و همکاران (McDonald *et al*., 1991) در مطالعه‌ای نشان دادند که نوع مواد فرار در سیب تغییر می‌کند، مقدار بعضی از آنها در نتیجهٔ تیمار گرمایی بیش از بقیه افزایش می‌یابد. لیو (Liu, 1978) اعلام کرد که با افزایش دما، ابتدا میزان تنفس در سیب افزایش می‌یابد. اما چنگ و همکاران (Cheng *et al*., 1988) در بررسی خود نتیجه‌گیری کردند که در گوجه فرنگی پس از مدتی میزان تنفس کاهش می‌یابد.

کلاین و همکاران (Klein *et al*.,1990) می‌گویند وقتی میوه‌های گرم شده به دمای محیط آورده می‌شوند میزان تنفس آنها نسبت به میوه‌های شاهد کمتر است. ایاکس (Eakes, 1978) در بررسی خود به این نتیجه رسید که تیمار گرمایی بر اساس دما و مدت آن ممکن است سبب کاهش یا افزایش تنفس شود. لوری و همکاران (Lurie *et al*., 1990) در یک تحقیق سه رقم سیب آنا[1]، گلدن دلیشس،[2] و جاناتان[3] را به مدت ۵ تا ۹۶ ساعت تحت تیمار هوا با دمای ۳۸ تا ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد قرار دادند. دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۵ تا ۱۰ ساعت و ۴۶ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۰ ساعت تمام عوامل رشد را در میوه‌های سیب رقم گلدن دلیشس و جاناتان کنترل کرد. زمان مورد نیاز برای کنترل قارچ‌های بیماری زا طولانی‌تر بود تا برای کنترل حشرات. دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد سبب ایجاد صدمه به سیب شد اما میوه دمای ۴۶ درجهٔ سانتی‌گراد را به مدت ۱۲ ساعت و ۴۲ درجهٔ سانتی‌گراد را به مدت ۲۴ ساعت تحمل کرد. دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد حتی به مدت ۹۶ ساعت سبب ایجاد صدمه به سیب نشد. ترکیب ۱- {۲-(۲و۴ دی کلرو فنیل)، ۲- (برینیلوکسی) اتیل}، ۱-اچ- ایمیدازول با نام شیمیایی ایمازالیل و نام تجاری دایکوزیل از قارچ‌کش‌های سیستمیک است. راحمی (Rahemi, 1994) در یک بررسی استفاده از قارچ‌کش را برای کنترل قارچ توصیه کرد و انواع آن را کلر، دی اکسید گوگرد، بنزیمیدازول[4]، بنومیل[5]، سدیم اورتو فنیل فنات (SOPP)[6]، ۲- آمینوبوتان[7]، ایمازالیل[8] و دی کلران نام برد. کمیتهٔ مشترک فائو و سازمان بهداشت جهانی اعلام کرد که قارچ‌کش ایمازالیل را ممکن است به میزان ۳۰-۵۰ گرم در ۱۰۰ لیتر برای مقابله با بیماری‌های انباری سیب و گلابی به کار برده [۱].

تاگول و پال (Tugwell & Paul, 1988) اعلام کردند که میزان مجاز مصرف ایمازالیل در سیب و گلابی ۶۸ گرم در ۱۰۰ لیتر است. کارنو و همکاران (Carno *et al*.,1987) درتحقیقی در اسپانیا، تأثیر بنزیمیدازول و ایمازالیل را برای کنترل مهمترین بیماری‌های قارچی پس از برداشت در دو رقم سیب در سردخانه مطالعه و گزارش کرد که این دو قارچ‌کش تأثیرات معنی‌داری بر اسیدیته و قند کل در هر دو واریته دارند. او نتیجه‌گیری کرد طی شش ماه نگهداری، میزان اسیداسکوربیک در میوه‌های تیمار

1- *Anna* 2- *Golden delicious* 3- *Janatan* 4- Benzimidazole
5- Benomil 6- Sodium-o-phenylphenate 7- Amino butan 8- Imazalil

شده، در مقایسه با شاهد، بیشتر است و در میزان سفتی بافت میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. ساس و ویناس (Sus & Vinas, 1990) در تحقیق دیگری در اسپانیا، سردخانه سیب را با مخلوط سدیم اورتو فنیل فنات (SOPP) و آمونیوم (۰/۵ درصد) و مخلوط ایمازالیل و سدیم اورتو فنیل فنات، تیابندازول[1] و گلوتار آلدئید و بنزالکونیوم کلراید ضدعفونی و اثر مواد ضد عفونی را بر کنترل کپک آبی (*پنیسیلیوم اکسپانسم*[2]) ارزیابی کردند. نتایج آنها نشان داد که مخلوط‌های دارای سدیم اورتو فنیل فنات تأثیر بیشتری دارند. میدانی (Meydani, 1997) می‌گوید بیماری‌های پوسیدگی تلخ[3] و کپک آبی در سیب ممکن است با غوطه‌وری میوه در محلول‌های قارچ‌کش مثل SOPP، بنومیل یا بنزیمیدازول همراه با سرد کردن سریع و نگهداری در سردخانه به طور چشمگیری کاهش یابد. جانیسی ویکس و همکاران (Janisiewics *et al*., 2003) در یک بررسی، با برداشت سیب گلدن دلیشس از یک باغ تجاری در پنسیلوانیا و گذاشتن میوه‌ها (قبل از تیمار) را در کیسه‌های پلی‌اتیلنی سوراخ دار آنها را بلافاصله و یا پس از ۱۲ ساعت نگهداری در ٢٤ درجهٔ سانتی‌گراد، به مدت ٤ روز در ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد در جعبه نگهداری کردند. میوه‌های شاهد در دمای ۱ درجهٔ سانتی‌گراد برای همان مدت زمان نگهداری شدند. پس از تیمار، میوه‌ها به سردخانه با اتمسفر کنترل شده با دمای ۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد انتقال داده شدند. نتایج نشان داد که کپک آبی با تیمار گرمایی به طور مؤثر کنترل شد. نانس و همکاران (Nunes *et al*., 2001) برای پیش گیری از کپک آبی و کپک خاکستری[4] و *رایزوپوس استولونیفر*[5]، که بیماری‌های مهم پس از برداشت دانه داران هستند، از آلومینیوم مولیبدات در سیب رقم گلدن دلیشس استفاده و مشاهده کردند که میزان کنترل پوسیدگی آن با قارچ‌کش ایمازالیل مساوی است. کارنو و همکاران (Carno *et al*., 1987) از قارچ‌کش‌های بنومیل، کاربندازیم[6]، ایمازالیل، تیوفانات متیل[7] و تیابندازول برای نگهداری سیب ارقام استارکینگ و گلدن دلیشس در انبار سرد استفاده کردند و میوه‌ها را در محلول این قارچ‌کش‌ها با غلظت و زمان‌های متفاوت غوطه‌ور کردند. نتایج نشان داد که تیمار میوه با قارچ‌کش تا حدی باعث پیشرفت رسیدگی آن می‌شود. لیو (Liu, 1978) در یک بررسی از تعدادی قارچ‌کش برای مبارزه با کپک آبی (*پنیسیلیوم اکسپانسم*) و *پنیسیلیوم وروکوزوم*[8] در سیب و گلابی استفاده و پروکلوراز را با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به عنوان یک قارچ‌کش مناسب تجاری انتخاب نمود.

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کاربرد محلول‌های گرم قارچ‌کش در کاهش ضایعات و افزایش کیفیت و عمر انبارمانی میوه سیب طی مدت نگهداری در سردخانه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

میوهٔ مورد نیاز برای آزمایش از درختان سیب ۱۵ ساله با پایهٔ بذری از یکی از باغ‌های تجاری واقع در شهرستان چناران برداشت شد. چناران با ۱۱۸۰ متر ارتفاع از سطح دریا، ۲۳۰/۲ میلی‌متر بارندگی متوسط سالیانه، رطوبت نسبی ۵۲ درصد، و دمای

1-Thiabendazole
2- *Penicilium expansum*
3- Bitter rot
4- *Botrytis cinerea*
5- *Rhizopus stolonifer*
6- Carbendazim
7- Thiophanatemethyl
8- *Penicilium verrucosum*

متوسط سالیانهٔ ۱۳/٦ درجهٔ سانتی‌گراد در استان خراسان رضوی واقع است. میوهٔ مورد آزمایش در نیمهٔ دوم شهریور ماه از نقاط مختلف تاج درختان برداشت و به آزمایشگاه صنایع غذایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان برده شد. در آزمایشگاه، ابتدا تمامی میوه‌ها به طور تصادفی به گروه‌های چهل تایی تقسیم و سپس درمحلول‌های قارچ‌کش ایمازالیل با سه غلظت صفر، ۵۰۰، و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و دمای ۲۵، ۳۸، و ٤۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱ و ۲ دقیقه غوطه‌ور شدند. هر تیمار شامل سه تکرار و هر تکرار (حدود ۱/۵ کیلوگرم میوه) بود؛ برای این کار از کیسهٔ پلاستیکی حاوی ۲٤ سوراخ، هر یک به قطر ۵ میلی‌متر استفاده شد. پس از اعمال تیمارهای فوق، میوهٔ سیب در هوای آزاد خشک و به سردخانه با دمای ۱± ° درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۸۵ درصد منتقل شد. خواص کمی و کیفی میوه شامل سفتی بافت، مواد جامد قابل حل در آب، pH، اسید قابل تیتر کردن، کسر رسیدگی، درصد کاهش وزن، درصد آلودگی به کپک بلافاصله پس از برداشت، ٤۵، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، و ۱۸۰ روز پس از نگهداری در سردخانه و صفات حسی میوه پس از ۱۸۰ روزنگهداری در سردخانه اندازه‌گیری گردیدند.

- روش انجام آزمایش‌های کمی و کیفی میوه

- سفتی بافت

با استفاده ازدستگاه سفتی سنج و با پیستون ویژهٔ سیب که در محدودهٔ ۳-۲۷ نیوتن عمل می‌کند، سفتی سیب اندازه‌گیری و نیروی وارده برحسب نیوتن (پوند بر اینچ مربع) گزارش شد.

- مواد جامد انحلال پذیر در آب (TSS)

با استفاده از رفراکتومتر مدل Shouchit Tongliang، کل مواد جامد حل شده در آب میوه اندازه گیری، تصحیح، و گزارش شد [۲].

- pH

با pH متر مدل Metrohm 691، pH آب میوه در دمای آزمایشگاه اندازه گیری، تصحیح، و گزارش شد [۲].

- اسید قابل تیتر کردن (TA)

با استفاده از سود ۰/۱ نرمال، تیتراسیون انجام و اسید میوه برحسب اسید مالیک محاسبه و گزارش شد [۲].

- درصد کاهش وزن

هر واحد آزمایشی پس از تیمار و قبل از انتقال به سردخانه توزین و پس از پایان دورهٔ نگهداری در سردخانه مجدداً وزن شد. با محاسبهٔ تفاوت وزن اولیه و ثانویه، درصد کاهش وزن محاسبه و گزارش شد.

- درصد آلودگی به کپک

هر تیمار دارای سه تکرار بود که در هر تکرار میانگین آلودگی میوه‌ها به کپک (بدون آلودگی، آلودگی کم، متوسط، زیاد، و خیلی زیاد) با اعداد (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) گزارش شد.

- آزمایش‌های ارگانو لپتیک (ارزیابی حسی)

نمونه‌های سیب پس از تیمار با محلول‌های قارچ‌کش و شش ماه نگهداری در سردخانه جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی توسط حداقل ۷ نفر

ارزیاب مجرب ارزیابی شد. نتایج ارزیابی در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز و مقایسهٔ میانگین صفات حسی در مورد بافت، طعم، بو و رنگ در سیب از طریق آزمون دانکن به صورت جداگانه انجام شد. خصوصیات حسی بر مبنای مقیاس هدونیک پنج امتیازی ارزیابی شد.

- طرح آماری

از آزمایش فاکتوریل چهار عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار استفاده شد. فاکتور A (غلظت قارچ‌کش ایمازالیل) با سه سطح (۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر)، فاکتور B (دمای غوطه‌وری) با سه سطح (۲۵، ۳۸و ٤٥ درجهٔ سانتی‌گراد)، فاکتور C (مدت زمان غوطه‌وری در محلول قارچ‌کش) با دو سطح (۱و ۲ دقیقه) و فاکتور D (مدت زمان نگهداری سیب در انبار سرد یا زمان نمونه برداری از انبار سرد) شامل ٦ سطح (۰، ٤٥، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ روز) بود.

نتایج و بحث

- صفات کمی و کیفی

- کاهش وزن

دمای محلول قارچ‌کش بر درصد کاهش وزن میوه تأثیر معنی داری داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که در دمای ٤٥ درجهٔ سانتی‌گراد میزان کاهش وزن با ۰/۹۷ درصد در کمترین حد خود بود (جدول شمارهٔ ۱). مدت زمان نگهداری میوه در سردخانه بر میزان کاهش وزن میوه تأثیر معنی داری داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که در دورهٔ نگهداری میوه در سردخانه کاهش وزن سیر صعودی داشت (جدول شمارهٔ ۱).

- سفتی بافت

تأثیرات مستقل و متقابل غلظت، دمای محلول، و مدت زمان غوطه‌وری در محلول قارچ‌کش روی سفتی بافت میوه معنی‌دار بود. بررسی جدول مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که سفتی بافت میوه در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ٦/۸۸ نیوتن در بیشترین میزان و در غلظت صفر در کمترین حد خود است (جدول شمارهٔ ۱). نتایج بررسی اثر مستقل دما بر سفتی بافت میوه نشان داد که در دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد میزان سفتی بافت با ٦/۸۵ نیوتن حداکثر است (جدول شمارهٔ ۱). غوطه‌ور کردن میوه به مدت یک دقیقه در محلول قارچ‌کش (نسبت به غوطه‌ور کردن آن به مدت دو دقیقه) سبب حفظ بیشتر سفتی بافت میوه شد (جدول شمارهٔ ۱).

دورهٔ نگهداری در سردخانه بر سفتی بافت میوه تأثیر معنی‌داری داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که نگهداری میوه در سردخانه به تدریج از سفتی بافت میوه می‌کاهد (جدول شمارهٔ ۱).

- پوسیدگی

غلظت محلول قارچ‌کش بر درصد پوسیدگی میوه تأثیر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شاهد و میوه‌های تیمار شده در محلول قارچ‌کش به غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب با ۷/۵ و ۱/۹ درصد بیشترین و کمترین درصد پوسیدگی را نشان می‌دهند (جدول شمارهٔ ۱). مدت

زمان نگهداری میوه در سردخانه بر میزان پوسیدگی آن تأثیر معنی‌داری داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بلافاصله پس از برداشت و تا ٤٥ روز نگهداری در سردخانه پوسیدگی برابر صفر است، پس از ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ روز نگهداری در سردخانه پوسیدگی به ٤/۲۹ درصد می‌رسد و در یک گروه آماری قرار گرفتند. پوسیدگی پس از ۱۸۰ روز نگهداری با ۱۰/۱۹ درصد به حداکثر خود رسید (جدول شمارهٔ ۱).

pH –

اثر مستقل غلظت، دمای محلول قارچ‌کش، و مدت زمان غوطه‌وری بر pH آب میوه تأثیر نداشت. اثر متقابل غلظت و دمای محلول قارچ‌کش بر pH آب میوه معنی‌دار بود. pH آب میوه تحت تأثیر مدت زمان نگهداری میوه در سردخانه قرارگرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که pH آب میوه به تدریج در دورهٔ نگهداری در سردخانه افزایش می‌یابد (جدول شمارهٔ ۱)

– مواد جامد محلول در آب میوه

مواد جامد محلول تحت تأثیر غلظت و مدت زمان غوطه‌وری در محلول قارچ‌کش و اثر متقابل غلظت و دمای محلول قارچ‌کش قرار گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که مواد جامد محلول در آب میوه در غلظت صفر و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان است. با این همه، بین غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر قارچ‌کش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول شمارهٔ ۱). بررسی اثر مستقل مدت زمان غوطه‌وری در محلول قارچ‌کش نشان داد که درصد مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده به مدت یک دقیقه، نسبت به میوه‌های تیمار شده در دو دقیقه بالاتر بود (جدول شمارهٔ ۱).

– اسید قابل تیترکردن

دمای محلول قارچ‌کش بر میزان اسید قابل تیتر کردن میوه تأثیر معنی‌داری داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که در دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد با ۰/۲۷۲۸ گرم درصد گرم میزان اسید قابل تیتر کردن در حداکثر خود بود (جدول شمارهٔ ۱). میزان اسید قابل تیتر کردن به طور معنی‌داری تحت تأثیر مدت نگهداری در سردخانه قرار گرفت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که طی مدت زمان نگهداری در سردخانه میزان اسید قابل تیتر کردن به تدریج کاهش می‌یابد (جدول شمارهٔ ۱).

– کسر رسیدگی (TSS/TA)

غلظت محلول قارچ‌کش ایمازالیل تأثیر معنی‌داری بر کسر رسیدگی میوه داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که شاهد و غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر از بیشترین و کمترین کسر رسیدگی برخوردار بودند (جدول شمارهٔ ۱). مدت زمان نگهداری میوه در سردخانه نیز بر کسر رسیدگی تأثیر معنی‌داری داشت. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که طی مدت نگهداری میوه در سردخانه کسر رسیدگی میوه افزایش می‌یابد (جدول شمارهٔ ۱).

جدول شمارهٔ ١- اثر کاربرد محلول‌های گرم قارچ‌کش ایمازالیل برصفات کمی و کیفی میوهٔ سیب رقم‌گلدن دلیشس

تیمار / صفات	pH	مواد جامد محلول (درصد)	اسید قابل تیتر کردن (گرم درصد)	کسر رسیدگی	کاهش‌وزن (درصد)	سفتی بافت (نیوتن)	پوسیدگی (درصد)
	٤/٥١٥a	١٣/٧٤٤a	٠/٢٦١٤b	٥٧/٣٤٦a	١/٥٢١a	٦/٦٥١b	٧/٥٠a†
غلظت محلول قارچ‌کش ٥٠٠	٤/٥٠٠a	١٣/٤٧١b	٠/٢٧١٩a	٥٣/٠٥٩b	١/٢٩٨ab	٦/٨٨٥a	١/٩٩٢b
(میلی‌گرم در لیتر) ١٠٠٠	٤/٥١٤a	١٣/٥١٣b	٠/٢٦٦٣ab	٥٤/٢٩٤ab	١/٠٦٧b	٦/٧١٤b	٣/٢٨٨b
٢٥	٤/٥٠٨a	١٣/٦٥٨a	٠/٢٦٢٦b	٥٦/٠٠٠a	١/٤٧١a	٦/٧٠٩b	٤/٦٦٧a
دمای محلول قارچ‌کش ٣٨	٤/٥١٤a	١٣/٥٢٢a	٠/٢٧٢٨a	٥٣/٤٩a	١/٤٤٣a	٦/٨٤٧a	٣/٢٨٨a
(درجهٔ سانتی‌گراد) ٤٥	٤/٥٠٧a	١٣/٥٣٨a	٠/٢٦٤٣b	٥٥/٢٠٨a	٠/٩٧٢b	٦/٦٩٣b	٤/٨١٥a
مدت زمان غوطه‌وری ١	٤/٥٠٩a	١٣/٦٥٨a	٠/٢٦٨٠a	٥٤/٩١٥a	١/٢٨٥a	٦/٨٠٧a	٤/١٠٠a
(دقیقه) ٢	٤/٥١٠a	١٣/٤٨٧b	٠/٢٦٥٠a	٥٤/٨٨٥a	١/٣٠٥a	٦/٦٩٢b	٤/٤٠٠a
	٤/١٨٠f	١٢/٣٤٣d	٠/٣٨٠٠a	٣٢/٨٩٦e	٠/٠٠٠c	٧/٢٩٠a	٠/٠٠٠c
٤٥	٤/٣٧٠e	١٣/٣٢٤c	٠/٢٩٨٥b	٤٥/٤٣٩d	١/٠٦٦b	٧/٠١٥b	٠/٠٠٠c
٩٠	٤/٥٠٩d	١٣/٩٥٢b	٠/٢٦٣٥c	٥٣/٥٩٠c	١/٤٢٤ab	٦/٨٠٥c	٤/١٦٧b
مدت زمان نگهداری میوه ١٢٠	٤/٥٨٨c	١٣/٧٢٧b	٠/٢٣٤٨d	٥٨/٨٢٤b	١/٦٦٤ab	٦/٧٢٢c	٤/٩٠٨b
(روز) ١٥٠	٤/٦٥٤b	١٣/٨٨٩b	٠/٢٢٢٦e	٦٣/٢٨٢b	١/٨٨٤a	٦/٤٩٧d	٤/٢٩٧b
١٨٠	٤/٧٥٧a	١٤/٢٠a	٠/١٩٩٨f	٧٥/٣٦٩a	١/٧٧٤a	٦/١٧٠e	١٠/١٩٠a

†در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ١ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

بررسی یافته‌های صفات کیفی سیب رقم گلدن دلیشس نشان داد که در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر از قارچ‌کش ایمازالیل مواد جامد محلول، کسر رسیدگی، و درصد پوسیدگی به میزان حداقل و اسید قابل تیتر کردن و سفتی بافت در بیشترین حد خود هستند. در دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد میزان اسید قابل تیترکردن و سفتی بافت در حداکثر میزان خود بود. این نتایج با یافته‌های بیکس و همکاران (۱۹۹۸) و لوری و همکاران (۱۹۹۰) که گزارش کردند استفاده از تیمار گرمایی قبل از انبارکردن منجر به کنترل بیماری‌های قارچی می‌شود و همچنین رسیدن میوه را به تأخیر می‌اندازد، همخوانی دارد. کانوی و همکاران (۱۹۹٤) گزارش کردند که روند کاهش سفتی بافت در میوه‌های تیمار شده با گرما در مقایسه با شاهد کندتر است. لوری و کلاین (۱۹۹۲) در میوه‌هایی که قبل از انبار کردن تحت تیمار دمایی قرار گرفتند دریافتند که میزان کلسیم در پکتین محلول در مقایسه با شاهد کمتر و کلسیم به میزان بیشتری به دیواره سلولی متصل شده است. این نتایج با یافته‌های ما در این تحقیق مطابقت دارد. فالیک و همکاران (۱۹۹۳) و لوری و همکاران (۱۹۹۸) اعلام کردند که تیمار گرمایی در کنترل پوسیدگی آبی در سیب مؤثر است. کانوی و همکاران (۱۹۹٤) گزارش کردند که تیمار هوای گرم، پوسیدگی را به میزان محدودی کنترل می‌کند لذا نمی‌تواند در سطوح تجاری به عنوان جایگزینی برای تیمار قارچ‌کش استفاده شود. ویلد و وود (Wild & Wood, 1999) دریافتند که فروکردن میوه پرتقال به مدت ۲ دقیقه در محلول گرم قارچ‌کش تیابندازول به غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر منجر به کاهش سرمازدگی میوه در دورهٔ نگهداری در سردخانه می‌شود. مک دونالد و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که استفاده از قارچ‌کش‌های تیابندازول و ایمازالیل به میزان یک گرم در لیتر در دو دمای ۲٤ و ۵۳ درجهٔ سانتی‌گراد در کاهش فساد و سرمازدگی مؤثر است. این یافته با نتایج به دست آمده در این پژوهش منطبق است.

- صفات حسی

میوه سیب گلدن دلیشس پس از تیمار شدن با محلول‌های (۲۵، ۳۸ و ٤۵ درجهٔ سانتی‌گراد) قارچ‌کش ایمازالیل به غلظت‌های صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، به سردخانه منتقل و پس از ٦ ماه نگهداری آزمون‌های ارزیابی حسی روی آنها انجام گرفت و صفات حسی سیب به روش هدونیک اندازه‌گیری شد.

- بافت

اثر مستقل و متقابل غلظت، دمای محلول قارچ‌کش، و مدت زمان غوطه‌وری در محلول بر بافت میوه معنی‌دار بود. میوه‌های تیمار شده در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد و در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد به ترتیب با امتیاز ۱ و ۳/۸۳۳، کمترین و بیشترین امتیاز بافت را داشتند (جدول شمارهٔ ۲).

- رنگ

اثر مستقل و متقابل غلظت، دمای محلول قارچ‌کش، و مدت زمان غوطه‌وری در محلول بر بافت میوه معنی‌دار بود. میوه‌های تیمار شده با محلول ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد قارچ‌کش به غلظت

۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر امتیاز ٤ را به دست آوردند که بیشترین امتیاز داوران در مورد صفت رنگ بود (جدول شمارهٔ ۲).

- بو

اثر مستقل و متقابل غلظت و دمای محلول قارچ‌کش بر بوی میوه معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین تأثیرات متقابل غلظت و دمای محلول قارچ‌کش نشان داد که میوه‌های تیمار شده در محلول قارچ‌کش با دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین امتیاز داوران را کسب کرده‌اند (جدول شمارهٔ ۲).

- طعم

اثر مستقل و متقابل غلظت، دمای محلول قارچ‌کش، و مدت زمان غوطه‌وری در محلول بر طعم میوه سیب معنی‌دار بود. مقایسهٔ میانگین تأثیرات متقابل غلظت و دمای محلول قارچ‌کش نشان داد که امتیاز میوهٔ تیمار شده در محلول قارچ‌کش با دمای ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد قارچ‌کش با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین امتیاز را کسب کرده است. کمترین امتیاز در مورد صفت طعم مربوط به میوهٔ تیمار شده با محلول قارچ‌کش با دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد بود (جدول شمارهٔ ۲).

جدول شمارهٔ ۲- اثر متقابل غلظت و دمای محلول قارچکش ایمازالیل بر صفات حسی میوهٔ سیب (گلدن دلیشس) پس از ٦ ماه نگهداری در سردخانه

ویژگی	دمای محلول قارچ‌کش (درجه سانتی‌گراد)	غلظت قارچ‌کش (میلی‌گرم در لیتر) ۰	۵۰۰	۱۰۰۰
بافت	۲۵	۲/۸۳۳cde	۲/۳۳۳de	۱/۰۰۰f†
	۳۸	۳/۱٦۷abc	۳/٦٦۷ab	۳/۸۳۳a
	٤۵	۳/۰۰۰bcd	۳/۵۰۰abc	۲/۱٦۷e
رنگ	۲۵	۲/۸۳۳b	۳/۳۳۳ab	۱/۰۰۰d
	۳۸	۳/۵۰۰ab	٤/۰۰۰a	۳/۸۳۳a
	٤۵	۳/٦٦۷a	۳/۵۰۰ab	۲/۱٦۷c
بو	۲۵	۳/۳۳۳a	۳/۳۳۳a	۱/۰۰۰c
	۳۸	۲/۸۳۳ab	۳/٦٦۷a	۳/۵۰۰a
	٤۵	۳/۳۳۳a	۳/۵۰۰a	۲/۵۰۰b
طعم	۲۵	۳/۱٦۷ab	۳/۰۰۰ab	۱/۰۰۰c
	۳۸	۳/۱٦۷ab	۳/۵۰۰a	۳/۳۳۳a
	٤۵	۳/۱٦۷ab	۳/۵۰۰a	۲/۳۳۳b

†در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بررسی صفات حسی میوه مشخص کرد که بالاترین امتیاز داوران در مورد صفات بافت، رنگ، و بو به میوه‌هایی داده شده است که با محلول ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد قارچ‌کش ایمازالیل به غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شده‌اند. این نتایج با یافته‌های لیو (۱۹۷۸) همخوانی دارد که گزارش کرد طعم میوه می‌تواند تحت تأثیر تیمار گرمایی قرار گیرد و با یافته‌های مک دونالد و همکاران (۱۹۹٦) و مک دونالد و همکاران (۱۹۹۱) همخوانی دارد که نشان دادند تولید مواد فرار تحت تأثیر تیمار گرمایی قرار می‌گیرد تا آنجا که تولید این مواد در سیب طی تیمار گرمایی افزایش می‌یابد و پس از تیمار از تولید آن بلافاصله جلوگیری می‌شود.

نتیجه‌گیری

- به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از محلول ۳۸ درجهٔ سانتی‌گراد قارچ‌کش ایمازالیل به غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۲ دقیقه، خصوصیات کیفی و حسی میوه پس از ٦ ماه نگهداری در سردخانه حفظ می‌شود.
- پیشنهاد می‌شود به منظور دستیابی به نتیجهٔ نهایی، افزایش عمر انباری، و کاهش فساد قارچی سیب استفاده از تیمار هوای گرم بررسی و با تیمار آب گرم مقایسه شود.
- توصیه می‌شود که در تحقیقات آتی اثر باقیمانده قارچ‌کش در بافت میوه بررسی شود.
- جهت کاهش فساد قارچی و افزایش عمر انباری سیب توصیه می‌شود اثر سایر قارچ‌کش‌ها با اثر ایمازالیل مقایسه شود.

مراجع

1- Anon. 1984. Chemical safety information from Intergovermental organization. Joint meeting on pesticide residue. 671. Imazalil (Pesticide residue in food). 1984 Evaluation. In: Http:\www.inchem.org

2- Anon. 1994. Fruit juices test methods. Iranian Standard and Industrial Research Institute. 2nd Ed. Report No. 2685. (In Farsi)

3- Anon. 2002. Agricultural Statistical Bulletin. Crop year 2002-2003. Statistical Information Department. Bulletin No. 80/01. Ministry of Agricultural Pub. (In Farsi)

4- Anon. 2003. Khorasan Agricultural Statistical Bulletin. Crop Year 2001-2002. Statistical and Information Department. (In Farsi)

5- Biggs, M. S., Woodson, W. R. and Handa, K. 1988. Biochemical basis of high temperature inhibition of ethylene biosynthesis in ripening tomato fruits. Physiol. Plant. 75, 572-578.

6- Carno, M. P., De la, Plaza, J. L. and Munaz-Delgado, L. 1987. Effect of several post-harvest fungicide treatments on carbohydrate evolution of cold stored apples. Food Chem. 25 (2): 135-144.

7- Chan , H. T., Tam, S. Y. T. and Seo, S. T. 1981. Papaya polygalacturanase and its role in thermally injured ripening fruit. J. Food Sci. 46, 190-197.

8- Cheng, T. S., Floros, J. D., Shewfelt, R. L. and Chang, C. J. 1988. The effect of high temperature stress on ripening of tomatoes. J. Plant Physiol. 132, 459-464.

9- Conway, W. S., Sams, C. E., Wang, C. Y. and Abbott, J. A. 1994. Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. J. Am. Soc. Hort. Sci. 119, 49-53.

10- Eakes, I. L. 1978. Ripening, respiration and ethylene production of avocado fruits at 20 to 40 degrees centigrade. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103, 576-578.

11- El-Ghaouth, A., Similanick, J. L. Eldon Brown, G., Ippolito, A. and Wilson, C. L. 2001. Control of decay of apple and citrus fruits in semi commercial tests with candida saitoana and 2- deoxy- glucose. Biological control. 20 (2): 96-101.

12- Fallik, E., Klien, J. D. Grinberg, S., Lomaniec, E., Lurie, S. and Lalazar, A. 1993. Effect of postharvest heat treatment of tomatoes on fruit ripening and decay caused by *Botrytis cinerea*. Plant Dis. 77, 985-988.

13- Janisiewicz , W. J., Leverentz, B., Conway, W. S., Saftner, R. A., Reed, A. N. and Camp, M. J. 2003. Postharvest Bio. and Technol. 29 (2): 129-143.

14- Klein, J. D. 1989. Ethylene biosynthesis in heat treated apples. In: Clijsters, H., Marcelle, R. and Van Pounche, M. (Eds.) Biochemical and physiological aspects of ethylene production in lower and higher plants. Kluwer., Dordrecht. Netherlands, 184-190.

15- Klein, J. D., Lurie, S. and Ben-Aric, R. 1990. Quality and cell wall composition of Anna and Granny Smith apples treated with heat, calcium and ethylene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(6): 948-954.

16- Leverentz, B., Conway, W. S., Janisiewicz, W. J., Saftner, R. A. and Camp, M. J. 2003. Effect of combining MCP treatment, heat treatment, and biocontrol on the reduction of postharvest decay of Golden Delicious apples. Postharvest Bio. and Technol. 27 (3): 222-223.

17- Liu, F. W. 1978. Modification of apple quality by high temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103, 730-732.

18- Lurie, S., Klein, J. D. and Ben-Aric, R. 1990. Postharvest heat treatment as a possible means of reducing superficial scald of apples. J. Hort. Sci. 65, 503-506.

19- Lurie, S. and Klein, J. D. 1992a. Calcium and heat treatments to improve storability of Anna apple. Hort. Sci. 27, 36-39, 1-5.

20- Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments of horticultural crops. Hort. Rev. 22, 91-111.

21- Lurie, S., Fallik, E., Klein, J. D., Kozar, F. and Kovacs, K. 1998. Postharvest heat treatment of apples to control San Jose Scale (Quadraspidiotus Perniciosus Comstock) and Blue Mold (*Penicillium expansum* Link) and Maintain Fruit Firmness. J. Am. Soc. Hort. Sci. 123 (1): 110-114.

22- McDonald, R. E., Miller, W. R., McCollum, T. G. and Brown, G. E. 1991. Thiabendazole and imazalil applied at 53 degrees centigrade reduce chilling injury and decay of grapefruit. Hort. Sci. 26, 397-399.

23- McDonald, R. E., McCollum, T. G. and Baldwin, E. A. 1996. Prestorage heat treatments influence free sterols and flavor volatiles of tomatoes stored at chilling temperature. J. Am. Soc. Hort. Sci. 121, 531-536.

24- Meydani, J. 1997. Postharvest Physiology. Ahvaz University Pub. 403 Pages. (In Farsi)

25- Nunes, C., Usall, J., Teixido, N., Ochoa de Eribe, X. and Vinas, I. 2001. Control of post harvest decay of apples by pre harvest and Post harvest application of ammonium molybdate. Pest Manage. Sci. 57 (12): 1093-1099.

26- Rahemi, M. 1994. Post harvest Physiology, An introduction to fruit and vegetable physiology and handling. Shiraz University Pub. 259 Pages. (In Farsi)

27- Seymour, G. B., John, P. and Thampson, A. K. 1987. Inhibition of degreening in the peel of bananas ripened at tropical temperatures. II. Role of ethylene, oxygene and carbon dioxide. Ann. Appl Biol. 110, 153-167.

28- Sus,V. and Vinas, L. 1990. Effect of disinfection on the fungal contamination of apple and cold room stores, evaluation of disinfectants in the control of *Penicilium expansum*. Microbiologie Aliments-Nutri. 8 (1): 95-102.

29- Tugwell, B. and Paul, J. 1988. Guidelines for apple and pear postharvest treatments. Horticultural SARDI.

30-Wild, B. L. and Wood, C. W. 1989. Hot dip treatments reduce chiling injury in long- term storage of "valencia" oranges. Hort. Sci. 24, 109-110.

31- Yu, Y. B., Adams, D. O. and Yang, S. F. 1980 . Inhibition of ethylene production by 2, 4-dinitrophenol and high temperature. Plant Physiology. 66, 286-290.

Effects of Employing the Warm Solutions of Imazalil on the Qualitative and Quantitative Characteristics of "*Golden Delicious*" Apples

Sh. Nikkhah and E. Ganji Moghadam

This research was conducted in order to study the effects of warm solutions of a fungicide (Imazalil) on reducing the fungal decay of apple "Golden Delicious" in Khorasan Agricultural and Natural Research Center. The experimental design was set in factorial plan with 4 factors based on a completely randomized design with 3 replicates. Factor A, was fungicide concentrations (0, 500, 1000 mg/l), factor B was the temperature of solutions (25, 38, 45°C), factor C was dipping time (1 and 2 minutes) and factor D was cold storage duration (0, 45, 90, 120, 150 and 180 days). Treated fruits were maintained at cold storage condition (temperature 0-1°C and relative humidity 85%). The results revealed that fungicide solution concentration had significant effect on the fruit flesh firmness, decay, total soluble solids (TSS) and TSS/TA. Besides, fungicide solution temperature had a significant effect on weight loss, flesh firmness, titrable acidity. The results of organoleptic tests showed that fungicide solution concentration and temperature had significant effect on texture, color, odor, taste and overal acceptance. Taken as a whole, results indicated that warm solutions of fungicide (imazalil) at concentration 500 mg/l for 2 min improved qualitative and sensory evaluation of "*Golden Delicious*" apple after 6 months keeping in cold storage.

Key words: Apple, Fungal Decay, Golden Delicious, Imazalil, Qualitative and Quantitative Characteristics