10.22092/rafhc.2019.122311.1148

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۸، شماره ۱، سال ۱۳۹۸

فیزیولوژی پس از برداشت پاپایا

Postharvest physiology of papaya

بابک مدنی[۱]، مریم بروجردنیا[۲]

۱- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران.

۲- استادیار، پژوهشکده خرما ومیوه‌های گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۷

چکیده

مدنی، ب.، و بروجردنیا، م. ۱۳۹۸. فیزیولوژی پس از برداشت پاپایا. **نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۸ (۱):** ۱۱۵- ۱۰۶.

پاپایا یکی از میوه‌های تجاری مهم در بسیاری از مناطق گرمسیری جهان است. این میوه سرشار از ویتامین‌ها، عناصر معدنی و آنتی‌اکسیدان‌های ضروری بوده و به صورت یک میوه تازه‌خوری یا فرآوری شده استفاده می‌شود. این محصول فرازگرا بوده و دارای عمر پس از برداشت پایین و حساسیت بالا نسبت به آسیب‌های فیزیکی، از دست دادن آب، صدمه سرمازدگی، بیماری‌ها و آفات می‌باشد.حفظ کیفیت میوه پاپایا به مدیریت باغ، شیوه‌های برداشت، عملیات بسته‌بندی، تیمارهای پس از برداشت، مدیریت دما و شرایط حمل و نقل و انبار بستگی دارد. بلوغ میوه پاپایا در مرحله برداشت، فاکتور اصلی در کیفیت میوه، عمرماندگاری، پتانسیل انبارداری در دمای پائین و حساسیت به صدمات مکانیکی و بیماری‌ها می‌باشد. طول عمرانباری پاپایا با بسته‌بندی و انبارداری مناسب و تیمارهای قبل از برداشت و پس از برداشت همانند گرما، ترکیبات کلسیم و اشعه افزایش می‌یابد. این مقاله به فاکتورهای مؤثر در کیفیت میوه و مسائل پس از برداشت این محصول شامل تغییرات بیوشیمیایی، بیماری‌های پس از برداشت و راهکارهای موثر در افزایش کیفیت آن پرداخته است.

واژه‌های کلیدی: پاپایا، پس از برداشت، قبل از برداشت، کیفیت میوه.

نویسنده مسئول: Babakmadani2010@gmail.com تلفن: ۰۷۶۳۳۳۱۳۸۰۸

مقدمه

پاپایا با نام علمی *Carica papaya* L. متعلق به خانواده *Caricaceae* می‌باشد و به خربزه درختی معروف است. این گیاه بومی آمریکای گرمسیری، منطقه‌ای از جنوب مکزیک تا پاناما می‌باشد (۱۰) و گیاهی علفی چندساله با ارتفاع ۲ تا ۱۰ متر است. اندازه میوه پاپایا ۱۵تا ۵۰ سانتی‌متر و وزن میوه آن بین یک تا سه کیلوگرم می‌باشد. این گیاه تا سه سال باردهی اقتصادی دارد و از هر درخت حدود ۱۵۰ میوه تولید می‌شود. ارقام با وزن کمتر برای بازار مناسب‌تر هستند. شکل میوه از گرد تا تخم مرغی شکل بسته به رقم فرق می‌کند (شکل ۱-الف و ب). این محصول به‌طور عمده در استان سیستان و بلوچستان کشت می‌شود و با توجه به ارزش غذایی زیاد به ویژه ویتامین ث وآنتی اکسیدانت بالا همچنین باردهی زودهنگام کشت آن در مناطق دیگر گرمسیری ایران اهمیت بسزایی دارد. علاوه بر این در مناطق نیمه‌گرمسیری ایران امکان کشت این محصول در گلخانه نیز وجود دارد. به دلیل عمر ماندگاری پائین این محصول بازاریابی آن محدود بوده و باید به مسائل پس از برداشت آن برای افزایش کیفیت وافزایش طول عمر انباری توجه ویژه شود.

شکل ۱- الف) میوه پاپایا، ب) درخت پاپایا

نمو میوه و فیزیولوژی پس از برداشت

میوه پاپایا از نوع سته بوده و سرعت رشد و نمو آن به رقم، سن درختان، شرایط اقلیمی و شاخص‌های بلوغ وابسته است. به‌طور کلی از گلدهی تا رسیدن کامل میوه بین ۱۴۰ تا ۱۸۰ روز طول می‌کشد. الگوی رشد میوه با منحنی رشد سیگموئیدی همراه با دو فاز مهم مطابقت دارد. فاز اول رشد ۸۰ روز به طول می‌کشد و در طی فاز دوم دقیقاً قبل از بلوغ افزایش قابل توجهی در وزن خشک رخ می‌دهد. ظهور نوارهای زرد روی سطح میوه نشان‌دهنده تکمیل مرحله بلوغ میوه می‌باشد و زمانی که رنگ زرد بر روی پوست میوه غلبه کرد، در واقع میوه رسیده است.

تنفس و تولید اتیلن

پاپایا میوه‌ای فرازگرا است، بنابراین میزان تنفس و تولید اتیلن آن در طی رسیدن میوه افزایش می‌یابد (۱۰). میزان تنفس و تولید اتیلن به عوامل بسیاری از قبیل رقم، بلوغ میوه و شرایط انبار بستگی دارد. اوج‌های تنفسی و تولید اتیلن با نمو رنگ‌پذیری کامل پوست منطبق می‌باشند. اوج تولید اتیلن عموما قبل از اوج تنفسی در طی رسیدن میوه پاپایا قرار دارد. در پاپایا دو روز بعد از برداشت در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد، میزان تنفس و تولید اتیلن در مرحله تغییر رنگ (رنگ زرد کمتر از ۱۰٪ کل سطح میوه) افزایش می‌یابد و بعد از ۱۰ روز به بیشترین میزان خود می‌رسد. کاربرد خارجی ترکیبات کلسیم، میزان تنفس و تولید اتیلن را در میوه پاپایا کاهش می‌دهد، بنابراین باعث تاخیر در رسیدن میوه می‌گردد (۹).

تغییرات بیوشیمیایی میوه در طی رسیدن

رسیدن میوه در پاپایا به تغییرات بیوشیمیایی مربوط می‌شود که میوه سفت و غیر قابل استفاده را به میوه‌ای شیرین، نرم، آبدار و معطر تبدیل می‌کند. در طی رسیدن میوه، کلروفیل بافت پوست تخریب شده و رنگ کارتنوئیدها مشخص می‌شوند. کاروتنوئیدها عمده‌ترین رنگدانه‌های پوست و گوشت میوه هستند، در ترکیب کارتنوئیدها در بین ارقام اختلاف وجود دارد که بر حسب مقدار نسبی انواع مختلف کارتنوئیدها، رنگ پوست یا گوشت میوه تغییر می‌کند. در زمان رسیدن میوه، رنگ گوشت به موازات تغییر رنگ پوست میوه تغییر می‌نماید. در ارقام با گوشت زرد، عمدتا کاروتنوئیدهایی مانند بتاکریپتوزانتین، بتاکاروتن، لوتئین وجود دارد، در صورتی‌که درارقام با گوشت قرمز کاروتنوئید اصلی لیکوپن به همراه سایر رنگدانه‌ها می‌باشد.

تغییرات آنزیمی و غیرآنزیمی کربوهیدرات‌های دیواره سلولی در نرم شدن بافت میوه در طی رسیدن نقش دارند. فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک مختلف مانند پکتین متیل استراز، پلی‌گالاکتروناز، بتا ۱ و ۴ گلوکاناز، گالاکتوسیداز، اندوکسیلاناز، سلولازو پروتئیناز و تغییرات در ترکیب دیواره سلولی با نرم شدن میوه پاپایا مرتبط می‌باشد. فعالیت آنزیم‌های پکتین متیل استراز و سلولاز به تدریج از آغاز تنفس فرازگرا افزایش می‌یابد و دو روز بعد از اوج تنفسی به اوج خود می‌رسد. همچنین آنزیم‌های پلی‌گالاکتروناز و زیلانازدر طی دوره فرازگرا افزایش یافته و رابطه نزدیکی با میزان تنفس دارند (۹). قسمت‌های داخلی مزوکارپ سریع‌تر از قسمت‌های بیرونی میوه نرم می‌شود که دلیل آن عدم همزمانی تخریب دیواره سلولی در این نواحی می‌باشد. فعالیت پلی‌گالاکترونار و بتاگالاکتوسیداز با افزایش عمق بافت مزوکارپ افزایش می‌یابد، که منجر به نرم‌شدگی متفاوت بافت میوه می‌گردد.

در فاز انتهایی نمو میوه پاپایا (۱۱۰ روز پس

از گل‌دهی)، میزان قندهای محلول افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند. در ۱۱۰ روز پس از گلدهی، ساکارز کمتر از ۱۸٪ قندهای کل را تشکیل می‌دهد اما در حدود ۱۳۵ روز پس از گلدهی به سرعت به بیش از ۸۰ درصد کل قندها افزایش می‌یابد. اسیدیته قابل تیتر در میوه پاپایا نقش موثر در عطر میوه دارد و در زمان رسیدن میوه میزان آن به‌تدریج کاهش یافته یا بدون تغییر باقی می‌ماند (۹). سیتریک اسید و مالیک اسید از اسیدهای آلی غالب با غلظت زیاد موجود در پاپایا هستند. سایر اسیدهای آلی از قبیل اسکوربیک اسید، کوئینیک اسید، سوکسینیک اسید، تارتاریک اسید، اگزالیک اسید، گالاکترونیک اسید، آلفا کتوگلوتاریک اسید و فوماریک اسید در غلظت‌های کم در میوه وجود دارند. برخلاف اسیدیته قابل تیتر، غلظت اسکوربیک اسید در طی رسیدن میوه پاپایا افزایش می‌یابد (۱۴). افزایش در غلظت اسکوربیک اسید و کاروتنوئیدها به ترتیب ظرفیت آنتی‌اکسیدان‌های هیدروفیلیک و لیپوفیلیک میوه را افزایش می‌دهد (۶ و ۷). فرایند رسیدن باعث بهبود کیفیت (افزایش در اسکوربیک اسید، عطر و طعم بهتر میوه) میوه پاپایا می‌گردد (۶).

در طی رسیدن میوه تولید ترکیبات فرار موثر در عطر میوه افزایش می‌یابد. لینالول، بنزیل ایزوتیوسیانات، متیل بوتانوآت بیشترین ترکیبات فرار (۸۱ ٪ از کل ترکیبات فرار) میوه پاپایا هستند که بسته به رقم و منطقه جغرافیایی میزان آن‌ها متغییر می‌باشد. مقدار نسبی و غلظت کل ترکیبات فرار با توجه به مرحله رسیدگی میوه متفاوت است (۱۶).

شاخص‌های بلوغ

برای داشتن میوه‌ای با کیفیت مطلوب، برداشت میوه پاپایا در مرحله مناسب ضروری است. رنگ پوست به عنوان بهترین شاخص بلوغ میوه پاپایا محسوب می‌گردد. ظهور نوارهای زرد رنگ روی قسمت انتهایی سطح میوه، نشان‌دهنده مرحله بلوغ مناسب برای ارسال به مناطق دور می‌باشد (۹). تأخیر در برداشت باعث افزایش رنگ‌پذیری پوست و گوشت میوه و بهبود قندهای محلول می‌گردد اما میزان حساسیت میوه به مگس میوه با افزایش رنگ‌پذیری سطحی بیش از ۲۵٪ بیشتر می‌شود. به‌علاوه میوه‌هایی با ۴۰ تا ۶۰ درصد رنگ‌پذیری زرد در پوست، نسبت به صدمات مکانیکی ساییدگی و فشار و بیماری‌های پس از برداشت حساس‌تر می‌باشند.

فاکتورهای قبل از برداشت موثر در کیفیت میوه

عملیات باغبانی مانند تنک میوه و کوددهی روی کیفیت میوه پاپایا اثر می‌گذارد. حذف ۵۰ درصد از برگ‌های پاپایا بر روی میزان تشکیل میوه بی‌تأثیر می‌باشد، اما هرس بیش از حد، به‌طوری‌که ۷۵٪ برگ‌ها حذف شود باعث کاهش تشکیل میوه و ماده خشک آن می‌گردد

(۱۷). تنک میوه یکی از روش‌هایی است که باعث حفظ نسبت برگ به میوه در حد مناسب، اندازه مطلوب میوه، تولید یکنواخت میوه و شیرینی میوه می‌گردد. تنک میوه، به میزان یک میوه در هر گره باعث افزایش اندازه میوه بدون تأثیر بر میزان قند آن می‌شود. حذف میوه‌های پیر باعث افزایش رشد میوه و تجمع قندها در میوه جوان و افزایش اندازه میوه می‌گردد. از اثرات مفید تنک میوه در رقم Sunset پاپایا می‌توان به افزایش میوه‌دهی و مواد جامد قابل حل در میوه رسیده اشاره کرد (۱۷). کاربرد خارجی نیتروژن باعث تأخیر رنگ‌پذیری پوست و گوشت میوه در مرحله بلوغ و رسیدگی می‌گردد. تیمار کودی کلسیم به تنهایی یا در ترکیب با پتاسیم به‌طور معنی‌داری باعث افزایش غلظت کلسیم در مزوکارپ میوه می‌شود، در صورتی‌که کود پتاسیم به تنهایی غلظت کلسیم در مزوکارپ میوه را کاهش می‌دهد. وجود غلظت بالاتر کلسیم در بافت مزوکارپ با افزایش سفتی بافت میوه رابطه مثبت دارد (۷).

عوامل موثر در کیفیت میوه پس از برداشت

مدیریت دما

مدیریت دمای انبار باعث کنترل تنفس و تولید اتیلن میوه پاپایا می‌گردد، بنابراین عمرانبارداری میوه افزایش می‌یابد. شرایط بهینه انبار برای میوه پاپایا، دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد است (۹). نگهداری میوه در دمای زیر بهینه برای مدت زمان طولانی منجر به ایجاد علائم خسارت سرمازدگی می‌گردد. علائم خسارت سرمازدگی شامل تاول‌هایی روی پوست، مناطق آبکی، توده‌های سخت در مزوکارپ و اختلال در رسیدن میوه می‌باشد. پتانسیل میوه پاپایا نسبت به خسارت سرمازدگی به بلوغ میوه، دمای انبار و مدت زمان انبار بستگی دارد. برای مثال میوه سبز بالغ می‌تواند در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد برای کمتر از ۱۴ روز و میوه رسیده در دمای ۲۲/۵ تا ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد بین ۱۰ تا ۱۶ روزبدون خسارت سرمازدگی نگهداری شود. میوه در مرحله تغییر رنگ در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴ روز بدون خسارت سرمازدگی نگهداری می‌شود. تیمار گرمایی، متیل جاسمونات و واکس باعث کاهش خسارت سرمازدگی در پاپایا می‌شوند (۱۲).

صدمات فیزیکی

پوست میوه پاپایا، به صورت طبیعی حساس و نازک بوده و مستعد برای خسارات فیزیکی ناشی از وزن بیش از حد میوه‌ها و حمله پاتوژن‌ها می‌باشد. میزان آسیب پوستی وارده از مرحله برداشت تا بسته‌بندی میوه، پنج برابر افزایش می‌یابد. برای کاهش خسارت‌های پوستی از واکس میوه قبل یا بعد از تیمار حرارتی استفاده می‌کنند. میوه پاپایا باید با دقت جابجا گردد تا خسارت‌های وارده به آن کاهش

یابد (۳).

کاهش وزن

کاهش وزن در پاپایا به علت از دست رفتن آب از پوست میوه اتفاق می‌افتد. مقدار کاهش وزن در پاپایا به چندین عامل مانند ضخامت کوتیکول، بلوغ میوه و شرایط انبار (دما و رطوبت نسبی) و تیمارهای پس از برداشت بستگی دارد (۱۱). علائم کاهش وزن در میوه پاپایا شامل چروکیدگی، کاهش سطح براق پوست و بافت لاستیکی می‌باشد. با تغییر رنگ پوست میوه به زرد، ضخامت کوتیکول کاهش می‌یابد، بنابراین میوه برداشت شده در مرحله بلوغ کامل، آب بیشتری از دست می‌دهد.

برداشت میوه

برداشت میوه در پاپایا عموماً به صورت دستی صورت می‌گیرد. درجه رسیدن میوه‌ها برای برداشت به فاصله باغ تا بازار بستگی دارد. بهتر است میوه‌هایی که به بازار عرضه می‌شوند تا یک چهارم رسیده باشند. برای انتقال میوه به مسافت‌های دور با توجه به کیفیت، زمان رسیدن رقم و فصل باید از زمان تغییر رنگ تا مرحله رسیدن یک چهارم میوه برداشت شوند. مقدار میوه تولید شده در پاپایا با توجه به شرایط آب و هوایی متغییر می‌باشد. میوه‌ها از زمان تغییر رنگ پوست از سبز تیره تا سبز روشن باید برداشت شوند (۱۰). پس از برداشت در ابتدا برای حذف لاتکس و بقایا میوه پاپایا شسته می‌شود و سپس میوه‌ها بر اساس درجه رسیدگی و اندازه میوه طبقه‌بندی شده و میوه‌های معیوب از آن‌ها جدا می‌شوند. بعد از این مرحله میوه‌های پاپایا برای کنترل ضایعات پس از برداشت تیمار می‌گردند تا عمرانبارداری آن‌ها افزایش یابد.

بسته‌بندی میوه پاپایا

میوه‌ها در یک لایه درون کارتن‌های مقوایی یا پلی‌استایرن قرار می‌گیرند. بهترین شرایط انبار و حمل و نقل میوه‌های بالغ سبز تا ۱/۴ زرد در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد، میوه‌های نسبتاً رسیده (۱/۴-۱/۲ زرد) دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و میوه‌های رسیده (۱/۲<) دمای ۷ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد می‌باشد (۱۰ و ۱۳). هوای احاطه کننده اطراف میوه می‌تواند با بسته‌بندی تکی یا چندتایی میوه در فیلم‌های پلیمریک به صورت فعال یا غیرفعال تغییر یابد. بسته‌بندی‌های اتمسفر تغییریافته فعال شامل مخلوطی از گازهایی با غلظت مطلوب می‌باشند به‌طوری‌که تعادل اتمسفر تغییریافته به سرعت برقرار گردد (۱۴). همچنین در بسته‌بندی‌های اتمسفر تغییریافته افزایش رطوبت در فضای اطراف میوه باعث افزایش عمرماندگاری و خصوصیات بافت بهتر در میوه می‌گردد (۱۴). ترکیب اتمسفر در بسته‌بندی‌های با اتمسفر تغییریافته به چندین فاکتور از قبیل نفوذپذیری فیلم به اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و بخار آب، میزان تنفس و اثر دما بستگی دارد. بنابراین انتخاب فیلم بسته‌بندی

مناسب فاکتور کلیدی برای نگهداری در بسته‌بندی‌های اتمسفر تغییریافته در حد بهینه می‌باشد. استفاده از فیلم‌های پلی‌مری برای دستیابی به اتمسفر تغییریافته باعث افزایش عمر ماندگاری میوه پاپایا شده است. بسته‌بندی‌های اتمسفر تغییریافته با فیلم Cryovac® D-955 در پاپایا عمر ماندگاری میوه را به دو هفته در دمای اتاق (دمای ۳۲-۲۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۵-۳۲ درصد) و بیش از چهار هفته در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰-۷۲ درصد افزایش داد (۴).

اتمسفر انبار

از اتمسفر کنترل شده یا تغییریافته برای انتقال میوه‌های گرمسیری به فواصل طولانی استفاده می‌گردد. انبار اتمسفر تغییر یافته با کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن باعث افزایش پتانسیل انبارداری یا حمل و نقل میوه‌های گرمسیری از قبیل پاپایا شده است. در انبار با اتمسفر مطلوب برای میوه پاپایا باید اکسیژن آن بین دو تا پنج درصد و دی‌اکسیدکربن بین پنج تا هشت درصد باشد. واکنش میوه به انبار به چندین عامل از قبیل رقم، بلوغ میوه و دمای انبار بستگی دارد. نگهداری میوه پاپایا در اکسیژن یک درصد و دی‌اکسیدکربن سه درصد در دمای ۱۳ درجه سانتی‌گراد برای سه هفته و سپس رساندن آن در دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد باعث شده ۹۰٪ میوه‌ها مورد قبول واقع شوند، درصورتی‌که در دمای معمولی تنها ۱۰٪ از میوه‌ها مورد قبول می‌باشند (۱۶). استفاده از انبارهای کم فشار برای افزایش عمر انبارداری و کاهش پوسیدگی در پاپایا توصیه شده است. قرار دادن میوه پاپایا در اتمسفر تحت فشار ۲۰ میلی‌متر جیوه، دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰٪ برای مدت ۲۱-۱۸ روز در طی حمل و نقل باعث کاهش رسیدن میوه می‌گردد (۱).

بیماری‌های پس از برداشت

خسارت ناشی از بیماری‌های پس از برداشت در پاپایا به ۹۳ درصد هم می‌رسد. این بیماری‌ها به سه گروه در سطح میوه، انتهای میوه و درون میوه تقسیم‌بندی می‌شوند.گروه اول شامل بیماری آنتراکنوز می‌باشد که یکی از مهمترین بیماری‌های پس از برداشت پاپایا است. علائم بیماری در مزرعه ایجاد شده ولی تا زمان رسیدن میوه به صورت مخفی باقی می‌ماند. این علایم در سطح میوه شامل لکه‌های گرد و آبکی می‌باشد که به قطر پنج سانتی‌متر می‌رسند و در ابتدا به صورت قهوه‌ای روشن و بعد قهوه‌ای تیره در می‌آیند (شکل ۲). این بیماری عموماً توسط قارچ‌کش‌های شیمیایی کنترل می‌شود ولی به دلیل نگرانی مشتریان از بقایای قارچ‌کش‌ها در مواد غذایی، از مواد جایگزین مانند ترکیبات کلسیم استفاده می‌گردد. ترکیبات کلسیم از طریق افزایش سفتی باعث کاهش جوانه زدن اسپور و نفوذ به داخل میوه‌ها باعث کاهش بیماری می‌شود. این ماده به صورت قبل یا پس

شکل ۲- علائم بیماری آنتراکنوز در میوه پاپایا

از برداشت استفاده می‌شود. استفاده قبل از برداشت آن سبب افزایش کلسیم در پوست و گوشت میوه، افزایش سفتی، کاهش تولید اتیلن و کاهش فعالیت آنزیم گالاکتروناز شده است. ترکیبات کلسیم همچنین باعث کاهش بیماری آنتراکتوز در میوه و کاهش تولید اتیلن و بهبود رنگ میوه و سفتی آن شده‌اند (۷ و ۸).

بیماری‌های دیگری که در قسمت انتهای میوه ایجاد می‌شوند شامل *Alternaria sp.* و *Rhizopus stonifer* می‌باشند که از طریق زخم‌ها وارد میوه شده و به سرعت گسترش پیدا می‌کنند. عوامل بیماری‌زای درونی شامل *Penicilhum* sp. و *Fusarium* sp. می‌باشند که باعث رسیدگی نامتعادل میوه می‌شوند. به‌منظور کنترل عوامل بیماری‌زا، میوه‌های آلوده بلافاصله باید از باغ حذف شوند تا بیماری کنترل شود. قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری نقش موثری دارند و باید در فصل بارندگی که احتمال وقوع آن زیاد است، هر ۷ تا ۱۴ روز یکبار استفاده شوند ولی در فصل خشک می‌توان مصرف آنها را به ۱۴ تا ۳۰ روز یکبار رساند. ضد عفونی محل بسته‌بندی در ابتدا به منظور جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا مهم می‌باشد (۱۵).

کنترل رسیدن و پیری

رسیدن میوه را می‌توان توسط 1-MCP و اتیلن تنظیم نمود. 1-MCP به عنوان یک کنترل‌کننده رسیدن میوه به کار می‌رود. این ماده باعث کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن در ارقام مختلف پاپایا می‌شود. کاربرد اتیلن همچنین باعث افزایش رنگ زرد پوست و نرمی گوشت می‌گردد.

تیمارهای پس از برداشت

ترکیبات کلسیمی یکی از تیمارهای پس از برداشت می‌باشند. این تیمار سبب استحکام دیواره سلولی، ایجاد پکتات کلسیم و افزایش سفتی میوه می‌شود. این عنصر اثر ضد بیماری آنتراکنوز دارد و می‌تواند به عنوان یک جایگزین برای قارچ‌کش استفاده شود (۹ و ۱۰). همچنین تیمار پاپایا با اشعه گاما در دزهای ۰/۲۵

تا یک کیلوگرمی باعث افزایش عمر انباری پاپایا شده است. در دزهای۱ تا ۱/۵ کیلوگری اشعه گاما باعث کاهش بیماری‌های پس از برداشت می‌شود (۱۱). همچنین تیمار آب گرم ۵۴ درجه سانتی‌گراد به مدت دقیقه دقیقه باعث کاهش بیماری آنتراکنوز و افزایش کیفیت پاپایا می‌شود (۵).

فراوری میوه پاپایا

تقاضا برای میوه فرآوری شده پاپایا به صورت برش خورده به دلیل ارزش غذایی بالا وهمچنین تمایل مشتریان برای استفاده از محصولات برش خورده به دلیل استفاده راحت تر وعدم پوست‌گیری و بذرگیری رو به افزایش است. همچنین میوه رسیده قابل فرآوری به آبمیوه، مربا و ژله وکمپوت می‌باشد (۲).

توصیه‌های ترویجی

پاپایا یکی از میوه‌های گرمسیری ارزشمند و دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشد. با توجه به پتانسیل کشت آن در مناطق گرم ایران وحتی کشت به صورت گلخانه‌ای پیشنهاد می‌شود، بر روی واردات ارقام با کیفیت بالا به منظور بررسی سازگاری وتوسعه کشت‌های جایگزین تحقیق شود. همچنین می‌توان در محل کشت این محصول کارخانه‌های فرآوری احداث کرد و با گسترش کشت این محصول در مناطق جنوب کشور در جهت بازاریابی این محصول در کشورهای همسایه و داخل کشور اقدام نمود. با در نظر گرفتن این موضوع که پاپایا یک میوه گرمسیری است و پس از برداشت در دمای معمولی عمر ماندگاری کمی داشته و حساس به بیماری و آسیب‌های مکانیکی می‌باشد، تولیدکنندگان این محصول بایستی از طریق روش‌های قبل از برداشت همانند تغذیه مناسب و پس از برداشت همانند استفاده از انبار سرد جهت نگهداری و یا انتقال به بازارهای دوردست در جهت حفظ کیفیت و تازگی محصول اقدام کنند.

منابع

1. **Alvarez, A. M. 1980.** Improved marketability of fresh papaya by shipment in hypobaric containers. Hortic. Sci. 15: 517-518.
2. **Argañosa, A. C. S., Raposo, M. F. J., Teixeira, P. and Morais, A. M. 2008.** Effect of cut-type on quality of minimally processed papaya. J. Sci. Food Agric. *88* (12): 2050-2060.
3. **De Godoy-Beltrame, A. E., Jacomino, A. P., Costa Cerqueira-Pereira, E. and Almeida Miguel, A. C. 2015.** Mechanical injuries and their effects on the physiology of ‘golden’ papaya fruit. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 16 (1): 49-574.
4. **González-Aguilar, G. A., Buta, J. G. and Wang, C. Y. 2003.** Methyl jasmonate and modifi ed atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya “Sunrise”. Postharvest Biol. Technol 28: 361-370.

5. **Li, X., Zhu, X., Zhao, N., Fu, D., Li, J., Chen, W. and Chen, W. 2013.** Effects of hot water treatment on anthracnose disease in papaya fruit and its possible mechanism. Postharvest Biol. Technol. 86: 437-446.
6. **Madani, B., Mirshekari, A., Sofo, A. and Tengku Mudat Mohamed, M. 2016.** Preharvest calcium applications improve postharvest quality of papaya fruits (*Carica papaya* L. cv. Eksotika II). J. Plant Nutr. 39 (10): 1483-1492.
7. **Madani, B., Mirshekari, A. and Yahia, E. 2016.** Effect of calcium chloride treatments on calcium content, anthracnose severity and antioxidant activity in papaya fruit during ambient storage. J. Sci. Food Agric. 96 (9): 2963-2968.
8. **Madani, B., Mohamed, M. T. M., Biggs, A. R., Kadir, J., Awang, Y., Tayebimeigooni, A. and Shojaei, T. R. 2014.** Effect of pre-harvest calcium chloride applications on fruit calcium level and post-harvest anthracnose disease of papaya. Crop Protec *55*: 55-60.
9. **Madani, B., Mohamed, M. T. M., Watkins, C. B., Kadir, J., Awang, Y. and Shojaei, T. R. 2014.** Preharvest calcium chloride sprays affect ripening of 'EksotikaII' papaya fruits during cold storage. Sci. Hort. 171: 6-13.
10. **Madani, B., Wall, M., Mirshekari, A., Bah, A. and Mohamed, M. T. M. 2015.** Influence of calcium foliar fertilization on plant growth, nutrient concentrations, and fruit quality of papaya. Hortic. Technol. 25 (4): 496-504.
11. **Rashid, M. H. A., Grout, B. W. W., Continella, A. and Mahmud, T. M. M. 2015.** Low-dose gamma irradiation following hot water immersion of papaya (*Carica papaya* linn.) fruits provides additional control of postharvest fungal infection to extend shelf life. Radiat. Phys. Chem. 110: 77-81.
12. **Shadmani, N., Ahmad, S. H., Saari, N., Ding, P. and Tajidin, N. E. 2015.** Chilling injury incidence and antioxidant enzyme activities of Carica papaya L. 'Frangi'as influenced by postharvest hot water treatment and storage temperature. Postharvest Biol. Technol. 99: 114-119.
13. **Siddig, M, Ahmed, J. A., Lobo, M. G. and Ozadali, F. 2012.** Tropical and subtropical fruits: postharvest physiology, processing and packaging. India, Wiley-Blackwell. p. 631.
14. **Singh, S. P. and Rao, D. V. S. 2005.** Effect of modified atmosphere packaging (MAP) on the alleviation of chilling injury and dietary antioxidants levels in "Solo" papaya during low temperature storage. Eur. J. Hortic. Sci. 70: 246-252.
15. **Snowdon, A. L. 2010.** A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. Volume 1: General introduction and fruits. Manson publishing press. P. 302.
16. **Yahia, E. M. 2011.** Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Woodhead Publishing. Volume 4. p. 571.
17. **Zhou, L., Christopher, D. A. and Paull, R. E. 2000.** Defoliation and fruit removal effects on papaya fruit production, sugar accumulation, and sucrose metabolism. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 125: 644-652.