نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۸۶-۷۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 79-86
ISSN: 2008 - 4730

ارزیابی تأثیر روش ضدعفونی ونوع بسته‌بندی برشاخص‌های کیفی رطب رقم برحی (*Phoenix dactylifera* cv. Barhee)

فاطمه روشنی[۱]- سیدمحمدحسن مرتضوی[۲*]- احمد مستعان[۳]- ناجی صیاحی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۱۸

چکیده

رقم برحی یکی از مهم‌ترین ارقام تجاری خرما می‌باشدکه تولید آن در ایران عمدتاً در استان خوزستان صورت می‌گردد. این رقم در هر سه مرحله پایانی نمو به‌ویژه مرحله رطب، طرفداران زیادی دارد. بافت میوه خرما در مرحله رطب نرم بوده و به علت رطوبت و قند بالا، خیلی زود توسط میکروارگانیسم‌ها آلوده شده و عمر نگهداری کوتاهی دارد. استفاده از روش‌های نوین جهت ضدعفونی و بسته‌بندی مناسب می‌تواند با کاهش این محدودیت‌ها، سبب گسترش بازار مصرف این محصول با ارزش شود. در این پژوهش میوه‌های خرمای رقم برحی در مرحله رطب برداشت و پس از ضدعفونی به دو روش پاستوریزاسیون با حرارت و پرتودهی فرابنفش در بسته‌های از جنس پلی‌پروپیلن به دو روش کاملاً بسته (سیل) و منفذدار بسته‌بندی شدند. میوه‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از گذشت سه ماه از نظر خصوصیات بیوشیمیایی و کیفی شامل درصدکاهش وزن، درصد آب بافت، غلظت مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، غلظت ترکیبات فنولی، میزان کلنی کپک رشد یافته و رنگ ظاهری آنالیز شدند. این پژوهش بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا شد. نتایج نشان دادکه ضدعفونی میوه‌ها به هر دو روش سبب کنترل قابل توجه بار میکروبی میوه رطب گردید و میوه‌های ضدعفونی شده با پرتو فرابنفش، کم‌ترین تغییرات از نظر رنگ سطحی، درصد کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتر و غلظت مواد جامد محلول راداشتند. هم‌چنین میوه‌های قرار گرفته در بسته‌بندی سیل کاهش وزن ناچیزی داشته، و به دلیل عدم قرار گرفتن در معرض هوای محیط، از تغییرات رنگ و آلودگی میکروبی ناچیزی برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: خرما، رطب، پرتودهی فرابنفش، پاستوریزاسیون، بسته‌بندی و کیفیت

مقدمه

نخل خرما با نام علمی *Phoenix dactylifera* L.، گیاهی تک‌لپه و بومی نواحی گرم وخشک به شمار می‌آید. میوه خرما از نظر گیاه‌شناسی یک سته تک‌بذر است که از پنج قسمت اصلی اپیکارپ مومی و قابل پوسته شدن، مزوکارپ گوشتی، اندوکارپ الیافی و متمایل به سفید، هسته وکلاهک تشکیل شده است (۱۲). از زمان تلقیح تا رسیدن کامل میوه، حدود ۲۰۰ روز طول می‌کشد، که این دوره نمویی شامل ۵ مرحله مجزا به نام‌های حبابوک، کیمری، خلال، رطب و تمار می باشد. میوۀ خرما درسه مرحله آخر نمو قابل مصرف است ولی مطلوب‌ترین شکل مصرف خرما در بیشتر ارقام، مرحله رطب می‌باشد. در این مرحله میوه نرم، قسمتی از آن تا تماماً قهوه‌ای شده و میزان آب آن به ۴۵-۳۰ درصد کاهش می‌یابد (۸). مهم‌ترین ارقام خرمای ایران که درمرحله رطب مصرف می‌شوند مضافتی، شاهانی و برحی می باشند. رقم برحی[5] یکی از مهم‌ترین ارقام تجاری دنیا و نواحی جنوب‌غرب کشور می باشد که در هر سه مرحلۀ خلال، رطب و تمار قابل مصرف است. میوه در مرحله رطب به علت درصد رطوبت و قند بالا و برخورداری از بافتی نرم، عمر نگهداری کوتاهی داشته و خیلی سریع توسط میکروارگانیسم‌هایی مثل مخمرها و کپک‌ها آلوده می‌گردد (۶). استفاده از مواد شیمیایی و قارچ‌کش‌های سنتزی جهت کاهش بار میکروبی میوه رطب، به علت اثرات باقیمانده این مواد روی میوه و عدم امکان شستشوی میوه در زمان مصرف، امکان‌پذیر نمی‌باشد. بهترین روش برای حفظ طولانی‌مدت رطب

۱و۲- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(* -نویسنده مسئول: Email: mortazavi_mh@scu.ac.ir)
۳- هیات علمی مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری
۴- کارشناس ارشد مؤسسه غذا و داروی استان خوزستان

5- Barhee

برحی، نگهداری آن درون فریزر و خروج آن از فریزر چند ساعت قبل از مصرف می‌باشد که این روش بسیار هزینه‌بر بوده و از نظر اقتصادی برای بسیاری از تولیدکننده‌ها، فروشندگان و مصرف‌کننده‌های محصول قابل استفاده نیست (۷). اگر چه کاهش دمای نگهداری، امکان رشد میکروارگانیسم‌ها بر روی میوه را کاهش می‌دهد ولی نگهداری درون سردخانه (دماهای نزدیک صفر درجه سانتی‌گراد) ماندگاری رطب برحی را حداکثر یک یا چند هفته افزایش می دهد و آلودگی و تغییر طعم میوه به تدریج صورت می گیرد (۱۲). بر همین اساس تعریف واعمال تیمارهایی که به کمک آن‌ها بتوان از آلودگی و بار میکروبی میوه‌ها کاست و بدین ترتیب امکان نگهداری آنها را بیشتر نمود، اهمیت زیادی دارد. در زمینه کمتر نمودن امکان آلودگی میوه خرما در مرحله رطب، آبگیری (دهیدراسیون) از جمله روش های متداول برای برخی ارقام خرما می باشد که ازجمله مشکلات این روش می توان به تغییر رنگ و بافت میوه اشاره نمود به گونه‌ای که ازکیفیت خوراکی آن کاسته می‌شود (۷). از دیگر روش‌هایی که به کمک آن می توان با کاهش بار میکروبی میوه خرما، ماندگاری آن‌را افزایش داد، پاستوریزه نمودن میوه رطب می باشدکه کمتر مورد توجه قرار گرفته است. فرآیند پاستوریزاسیون که شامل گرمادهی خوراکی ها به ویژه مایعات در دما و زمانی معین و سپس خنک کردن فوری آن هاست باعث کاهش رشد میکروب‌های بیماری‌زا تا حد امکان می‌شود (۱۷). هم‌چنین پرتودهی محصولات باغی با اشعه گاما و فرابنفش توانسته در موارد زیادی، به عمر نگهداری پس از برداشت آن‌ها کمک نماید. تیمار امواج فرابنفش با طول موج کوتاه (۲۸۰-۱۰۰ نانومتر) سبب تولید ترکیبات ضدقارچی، کاهش خسارت سرمازدگی و کاهش نرم‌شدگی میوه‌ها می‌گردد (۱۱). هم‌چنین نتایج منتشر شده توسط محققین مختلف، نشان‌دهنده اثر مثبت پرتودهی فرابنفش بر کنترل آلودگی‌های پس از برداشت میوه نارنگی (۳)، خربزه درختی (۱۵)، کیوی‌فروت (۱۰) و توت‌فرنگی (۴) می‌باشد. با توجه به کیفیت خوراکی مطلوب میوه خرما رقم برحی، درصورتی که بتوان این میوه را در مرحله رطب که حساس ترین مرحله برای انبارداری و حمل و نقل است به بهترین شکل به دست مصرف‌کننده رساند، می توان به بهبود جایگاه آن در بازارهای داخلی و جهانی کمک مؤثری نمود. در این تحقیق تلاش گردید تا اثرات پاستوریزاسیون و پرتودهی فرابنفش بر کاهش بار میکروبی، حفظ کیفیت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه خرما رقم برحی، مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

این پژوهش در تابستان، پاییز و زمستان سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه علوم باغبانی دانشگاه شهید چمران اهواز و کارگاه الگویی بسته بندی خرما (واقع در موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور) انجام گردید. بدین منظور میوه‌های خرما در مرحله رطب از کلکسیون نخیلات مؤسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور واقع در شهرستان اهواز با مشخصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی تهیه شدند. پس از انتقال خوشه‌های حاوی خرما به آزمایشگاه، میوه‌های رطب سالم و یکنواخت جدا شده و جهت اعمال تیمارهای ضدعفونی پاستوریزاسیون، پرتودهی فرابنفش و شاهد به سه گروه تقسیم شدند.

اعمال تیمارهای ضدعفونی

جهت اعمال تیمار پاستوریزاسیون، میوه‌ها به صورت یک‌ردیفه در سینی چیده شده و سپس به مدت ۱ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد قرار گرفتند. این زمان و دما بر اساس انجام چندین پیش‌تیمار انتخاب گردید. به منظور پرتودهی میوه‌ها با پرتو فرابنفش، میوه‌ها به صورت یک ردیفه در سینی‌های ضدعفونی شده چیده و هر دو سمت میوه، مجموعاً ۸ دقیقه توسط لامپ‌های UV-C مدل F20WT8GL تعبیه شده درقفسه فلزی پوشیده شده با ورق آلومینیوم و باشدت پرتو ۰/۷۲ ژول بر متر مربع تیمار شدند.

بسته‌بندی

بلافاصله پس از هر تیمار ضدعفونی، ۱۴ عدد میوه در ظروف بسته‌بندی که قبلاً به مدت ۱۲ ساعت زیر هود مجهز به لامپ UV و جریان هوای استریل بودند، قرارداده شد. سپس هر سه گروه میوه‌های ضدعفونی شده با گرمای مرطوب (پاستوریزه شده)، پرتودهی شده با نور UV-C و شاهد توسط دستگاه Tecnova، مدل T520 در ظروف یکسان از جنس پلی‌پروپیلن بسته‌بندی شدند. نیمی از بسته‌های هر تیمار به صورت کاملاً سیل و نیم دیگر به صورت منفذدار ایجاد گردید. عمل دوخت (سیل) به صورت اتوماتیک و توسط دستگاه انجام شد و برای ایجاد منفذ به کمک پانچ در هر بسته ۱۶ سوراخ ایجاد شد. بسته‌های تهیه شده به سردخانه با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد انتقال یافتند و به صورت تصادفی درقفسه‌های سردخانه چیده شدند.

آنالیز کیفی

در روز آغاز انبارداری (روز صفر) و سه ماه پس از آن، میوه‌ها از نظر فاکتورهای مختلفی مثل درصد کاهش وزن، درصد آب بافت، غلظت مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، غلظت ترکیبات فنولی، میزان کلنی کپک رشد یافته و رنگ ظاهری ارزیابی و مقایسه شدند. درصد کاهش وزن میوه‌ها با اندازه‌گیری وزن بسته قبل و پس از انبارداری محاسبه شد. برای

اندازه‌گیری محتوای آب بافت، ۱۰۰ گرم از بافت گوشت میوه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و اختلاف وزن آنها پیش و پس از خشک شدن بدین منظور مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری پارامترهای غلظت مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و رنگ عصاره، عصاره میوه ها تهیه شد. بدین منظور ۳ گرم از مخلوط هموژن حاصل از ۵ میوه در هاون چینی له شده و پس از اضافه نمودن ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن، توسط پمپ خلأ صاف گردید تا عصاره شفافی حاصل شود. میزان مواد جامد محلول موجود در عصاره میوه توسط قند سنج دیجیتال Atago و اسیدیته قابل تیتر بر اساس میزان سود ۰/۰۱ نرمال مصرفی تا رسیدن به پ‌هاش ۸/۱ و بر اساس میلی‌گرم اسید مالیک در ۱۰۰ گرم بافت میوه محاسبه شد (۸). مواد فنولی کل بر اساس آزمون Folin–Ciocalteu اندازه گیری گردید. بدین منظور ابتدا عصاره متانولی بافت میوه استخراج و ۱۰۰ میکرولیتر از روشناور حاصل از سانتریفیوژ نمونه به ۷۵۰ میکرولیتر معرف فولین ۱۰ بار رقیق شده درون لوله آزمایش اضافه شد. مخلوط واکنش به مدت ۱۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه قرار گرفت و سپس ۷۵۰ میکرولیتر از محلول کربنات سدیم ۶ درصد به آن اضافه شده و به مدت ۹۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه قرارگرفت؛ در ادامه میزان جذب مخلوط واکنش در طول موج ۷۲۵ نانومتر قرائت شده و نتایج بر اساس نمودار استاندارد بدست آمده برای میلی گرم در ۱۰۰ گرم اسیدگالیک در بافت زنده گزارش شد (۱۳). فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها نیز بر اساس روش FRAP انجام گرفت. بدین منظور ۱۰۰ میکرولیتر از روشناور عصاره متانولی میوه پس از سانتریفیوژ، با ۲/۵ میلی‌لیتر از واکنشگر تازه تهیه شده FRAP مخلوط شد. مخلوط حاصله به مدت ۵۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس میزان جذب در طول موج ۵۹۳ نانومتر قرائت شده و نتایج بر اساس میلی‌مول آهن II بر گرم وزن تر گزارش‌شد (۱۴). میزان کلنی کپک نمونه‌ها با روش کشت سطحی و با استفاده از محیط کشت YGC ارزیابی شد. رنگ ظاهری میوه‌ها بر اساس فواصل رنگی L، a و b به دست آمد و پس از تبدیل به زاویه هیو با استفاده از رابطه (arctan(b*/a* گزارش گردید (۲۷).

آنالیز آماری

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی و اجرا شد. تجزیه داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC و مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون LSD انجام گردید. به منظور تعیین رابطه میان صفات اندازه‌گیری شده و میزان تغییرات مشترک آنها از ضریب همبستگی پیرسون با استفاده از مقدار عددی مشاهدات در هر تیمار استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز کیفی میوه‌ها پیش از انبارداری در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱- صفات کیفی مورد بررسی در میوه‌های رقم برحی خرما در ابتدای آزمایش

صفت کیفی	مقدار
درصد کاهش وزن	۰ درصد
درصد آب بافت	۲۹/۹۷ درصد
غلظت مواد جامد محلول	۵۲/۲۰ درصد
اسیدیته قابل تیتراسیون	۴۵/۸۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	۹۵/۶۱ میلی‌مول آهن II در ۱۰۰ گرم بافت
غلظت ترکیبات فنولی	۶۵۲/۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تر
میزان کلنی کپک رشد یافته	۰ cfu بر گرم وزن تر
رنگ سطحی (زاویه هیو)	۶۳/۵۲ درجه

درصد کاهش وزن و درصد آب بافت

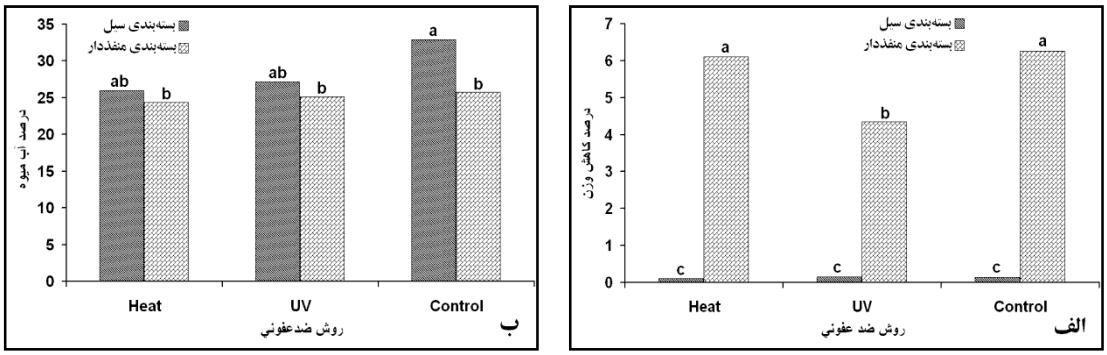
از جمله صفات کیفی مهم و قابل توجه در نگهداری محصولات باغی، درصد کاهش وزن فرآورده می‌باشد. همانطور که در شکل ۱- الف نشان داده شده است، در بسته‌های منفذدار کاهش وزن به نحو قابل توجه‌ای بیشتر بود به گونه‌ای که ۶/۳-۴/۳ درصد وزن میوه‌ها در این بسته‌ها کاهش یافته بود. مقدار کاهش وزن در بسته‌های سیل بسیار اندک و در محدوده ۰/۵۱ درصد قرار داشت. همچنین مشخص گردید که در میوه‌های تیمار شده با پرتو فرابنفش، کاهش وزن کمتر از دو تیمار شاهد و پاستوریزه شده با حرارت بود. دلیل بیشتر بودن درصد کاهش وزن میوه‌های موجود در بسته‌های منفذدار را می‌توان به خروج بیشتر رطوبت از بسته و هم‌چنین کاهش وزن کمتر میوه‌های موجود در بسته های سیل را اتمسفر اشباع از رطوبت محیط درون بسته دانست (۲۰). در واقع پوشش‌های بسته‌بندی با داشتن درجات مختلفی از نفوذپذیری نسبت به بخار آب، بر روی خروج رطوبت از بسته و میزان کاهش وزن میوه طی دوره نگهداری تأثیر می‌گذارند (۲۵). اثر مثبت و قابل توجه بسته‌بندی سیل در جلوگیری از کاهش وزن میوه‌های توت‌فرنگی نیز به اثبات رسیده است (۲۴). در این تحقیق، پرتودهی با UV-C به عنوان یک روش ضدعفونی، موجب کنترل درصد کاهش وزن گردید. در زمینه اثرات بازدارنده پرتو UV-C بر کاهش وزن میوه‌های کیوی‌فروت (۱۰) و هلو (۱۸)، گزارش‌هایی وجود دارد. به نظر می‌رسد پرتو فرابنفش با کمتر کردن تولید اتیلن و شدت تنفس میوه، سبب کاهش مصرف ذخایر کربوهیدراتی و کنترل درصد کاهش وزن میوه می‌شود. قسمت اعظم میوه‌ها و سبزی‌ها را آب تشکیل می‌دهد و در خرما نیز پس از ترکیبات قندی، بیشترین درصد تشکیل‌دهنده میوه خرما آب است (۸).

میزان رطوبت خرما طی رسیدن میوه کاهش می‌یابد و رطوبت بافت ارتباط مستقیمی با کیفیت خوراکی میوه خرما به خصوص در مرحله رطب داشته، به گونه‌ای که میوه‌هایی که رطوبت بیشتری از دست می‌دهند به تدریج بافت سفت‌تری پیدا می‌کنند. همان‌گونه که در شکل ۱-ب دیده می‌شود، بسته‌بندی سیل توانست با کاهش از دست‌دهی آب، رطوبت بافت را به نحو مطلوبی حفظ نماید. در این زمینه عاشور و همکاران (۹) نیز نشان دادند اگر چه محتوای رطوبت خرما طی زمان انبارداری کاهش می‌یابد ولی روند این کاهش در میوه‌های قرار گرفته در بسته‌بندی تحت خلا و اتمسفر تغییر یافته کُندتر بود. نوع روش فرآوری محصول نیز بر محتوای رطوبت آن تأثیر بسزایی دارد، به بیان دیگر اگر قرار است از روشی برای ضدعفونی محصول استفاده شود، بهتر است روش به‌کار برده شده صدمه ای به آب بافت و خصوصیات کیفی میوه وارد نکند. در این تحقیق، استفاده از دمای بالا و پاستوریزاسیون به عنوان یک روش ضدعفونی، اگر چه موجب کاهش محتوای رطوبت میوه‌ها گردید ولی این اختلاف معنی‌دار نبود.

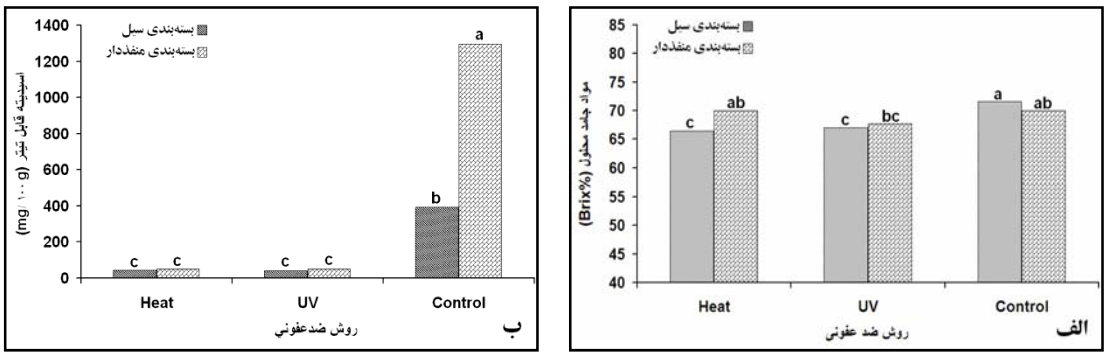
غلظت موادجامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون

منظور از مواد جامد محلول، قندها، مواد معدنی و آلی هستندکه به صورت محلول درسلول‌های بافت میوه وجود دارند. میوه‌هایی که در بسته‌بندی منفذدار قرار داشتند نسبت به میوه‌های قرار گرفته در بسته‌بندی سیل از غلظت مواد جامد محلول بیشتری برخوردار بودند (شکل ۲-الف). قرار دادن میوه کیوی‌فروت به مدت ۱۰ دقیقه درمعرض پرتو فرابنفش، به علت اثر تاخیری این تیمار بر روند رسیدگی و بلوغ میوه به طور غیر مستقیم از افزایش میزان مواد جامد محلول در طی دوره انبارداری جلوگیری نمود (۱۰). به نظر می‌رسد افزایش غلظت مواد جامد محلول به دلیل از دست دادن آب بیشتر و نیز وجود شرایطی برای تبدیل رطب به خرما رخ داده است. در واقع افزایش دما و یا قرار گرفتن در معرض هوای محیط سبب خروج بیشتر آب از میوه، غلیظتر شدن شیره سلولی و افزایش غلظت مواد جامد محلول در محصول می‌شود (۱).

اسیدیته قابل تیتر از دیگر صفات کیفی مورد بررسی در این پژوهش بود. اسیدهای آلی در کنار قندها نقش مهمی در تعیین طعم و مزه میوه ایفا می‌کنند. نتایج مندرج در شکل ۲-ب، نشان می‌دهد که در میوه‌های مربوط به هر دو روش ضدعفونی با پرتو UV و یا دمای بالا (پاستوریزاسیون)، اسیدیته قابل تیتر به نحو چشمگیری کمتر از شاهد بود. این اختلاف برای میوه‌هایی که در بسته‌های باز قرار داشتند بیشتر بود. دلیل آن را می‌توان به اثر مثبت هر دو روش ضدعفونی در کنترل رشد میکروارگانیسم‌هایی نسبت داد که فعالیت آن‌ها سبب تبدیل قند میوه به اسید و ترش شدن میوه رطب می‌شود (۷).



شکل ۱- اثر متقابل روش ضد عفونی و نوع بسته بندی بر درصد کاهش وزن (الف) و درصد آب میوه (ب) در خرما رقم برحی



شکل ۲- اثر متقابل روش ضد عفونی و نوع بسته بندی بر مواد جامد محلول (الف) و اسیدیته قابل تیتراسیون (ب) در میوه خرما رقم برحی

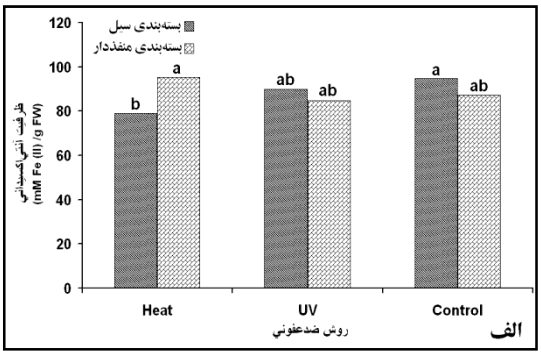
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی وغلظت ترکیبات فنولی

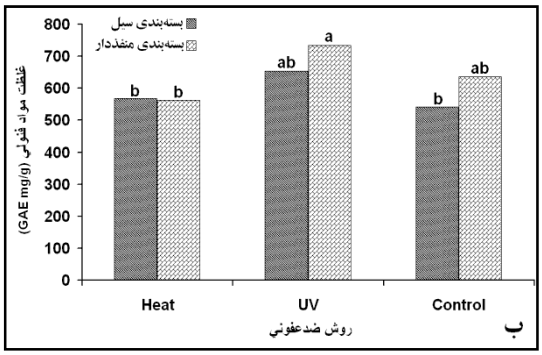
بخش مهمی از ارزش غـذایی میـوه هـا مربـوط بـه ترکیبـات بـا خاصیت آنتی اکسیدانی می باشـد. ایـن ترکیبـات بـه گروهـی اطـلاق می‌گردد که از طریق واکنش با رادیکال‌هـای آزاد و گونـه‌هـای فعـال اکسیژن که برای سلول‌های زنده خطرناک مـی‌باشـند، خسـارت‌هـای اکسایشـی وارده بـه موجـود زنـده را بـه حـداقل مـی‌رسـانند (۲۶). ویتامین ها، کارتنوئیدها، آنتوسیانین هـا، گلوتـاتیون و ترکیبـات فنـولی گروهی از آنتی‌اکسیدان‌ها هستند که در رژیم غذایی مشتمل بـر مـواد گیاهی، به وفور یافت می‌شوند. بر اساس نتایج بدست آمـده، اگـر چـه روش ضدعفونی و نوع بسـته‌بنـدی تـأثیر قابـل تـوجهی بـر ظرفیـت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های تیمار شده داشتند ولی این اختلاف اندک بـود (شکل ۳-الف). غلظت ترکیبات فنـولی تحـت تـأثیر سـطوح مختلـف روش ضدعفونی و نوع بسته بندی قرار گرفت، به گونه‌ای کـه غلظـت ترکیبات فنولی میوه هـای پرتـودهی شـده بـا پرتـو فـرابنفش کـه در بسته‌های منفذدار قرار داشتند بالاتر بـود (شـکل ۳-ب). دلیـل بـالاتر بودن غلظت مواد فنولی میوه‌های پرتودهی شده را می‌توان بـه پدیـده هرمسیس نسبت داد. در این رویداد پرتو فرابنفش، با اعمال تنش های خفیف اکسایشی به سلول، باعـث تجمـع ترکیبـات آنتـی‌اکسـیدانی از جمله ترکیبات فنولی می‌شود. تأثیر مثبت پرتـو فـرابنفش بـر افـزایش غلظت ترکیبات فنولی در میوه توت‌فرنگی نیز گزارش شده اسـت کـه این افزایش به اثر پرتو فرابنفش در تجمع پلی‌آمین‌هـا و فعـال شـدن آنزیم‌های مانند فنیل‌آلانین‌آمونیالایز نسبت داده می‌شود که در تولیـد ترکیبات فنولی نقش دارند (۴). همچنین انبه‌های برش خورده‌ای کـه در معرض پرتو فرابنفش قرار گرفتند نسبت بـه نمونـه‌هـای شـاهد، از ترکیبـات فنـولی بـالاتری برخـوردار بودنـد (۱۹). در مـورد اثـر نـوع بسته بندی بر میزان ترکیبات فنولی باید گفت که بسته بنـدی منفـذدار میوه‌ها باعث افزایش معنی‌دار میزان غلظت این ترکیبات در محصـول شد. این نتیجه با گزارش عشورنژاد و قاسم‌نژاد (۵) که گزارش دادند با گذشت زمان ترکیبات فنلی میوه ازگیل ژاپنی بسته بندی شـده نسـبت به میوه‌های بدون پوشش کاهش کمتری داشت مغایرتدارد.

میزان کلنی کپک رشد یافته و رنگ سطحی

بیماری‌های ناشی از غذا، یکی از شایع‌ترین مشکلات بهداشـتی و تغذیه ای در جهان امروز است که بار سنگین بهداشـتی و اقتصـادی را بر انسان ها تحمیل کرده اسـت. بـاکتری هـا، کپـک هـا و مخمرهـا از مهم‌ترین عوامل ایجادکننده بیماری‌های ناشی از مواد غذایی می‌باشند (۲۲). ازجمله روش های کنترل فساد میکروبی به کاربردن روش هـای نوین ضـدعفونی و بسـته‌بنـدی محصـول اسـت. یکـی از روش‌هـای ضدعفونی میوه ها که به علت محفوظ ماندن بافت، نسبت به شستشـو با آب و مواد شـوینده برتـری دارد، پرتـودهی میـوه بـا نـور فـرابنفش می‌باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در میوه‌های ضدعفونی شده به هر دو روش پرتـودهی و پاستوریزاسـیون کـه در بسـته‌هـای سـیل قـرار داشتند، پس از سه ماه نگهداری در سردخانه، هیچ‌گونه آثاری از رشـد کپک مشاهده نشد ولی در میوه‌های قرار گرفته در ظروف منفذدار، بـه خصوص آن‌هایی که ضدعفونی نشده بودند، شدت آلودگی کپک قابل توجه بود (شکل ۴-الف). این نتایج حائز اهمیت زیادی می‌باشـد زیـرا نشان می‌دهد که در صورت ضدعفونی میوه رطب و قـرار دادن آن در ظروف دربسته، امکان تغییر کیفیت و آلودگی آنها بسیار کم اسـت. در زمینه تأثیر مثبت پرتو فرابنفش بـر کنتـرل آلـودگی پـس از برداشـت محصولات باغی گزارشات زیادی وجود دارد. در واقع این پرتو به علت ایجاد جهش در ژنوم میکروارگانیسم‌ها (۲۳) و القای آنزیم‌های کلیدی در مسـیر متابولیـت‌هـای ثانویـه از قبیـل فنیـل‌آلانـین‌آمونیـالایز و پروکسیداز و درنتیجه تجمع ترکیبات ضـد قـارچی (۱۶) باعـث ایجـاد مقاومت میوه در برابر نفوذ میکروارگانیسم ها می شود. در همین زمینـه مـارکوینی (۲۳) نشـان داد کـه رشـد قـارچ‌هـای گسـترش یافتـه بـر توت فرنگی، با پرتودهی نور فرابنفش به میزان ۵ کیلوژول بر متر مربع محدود شد.



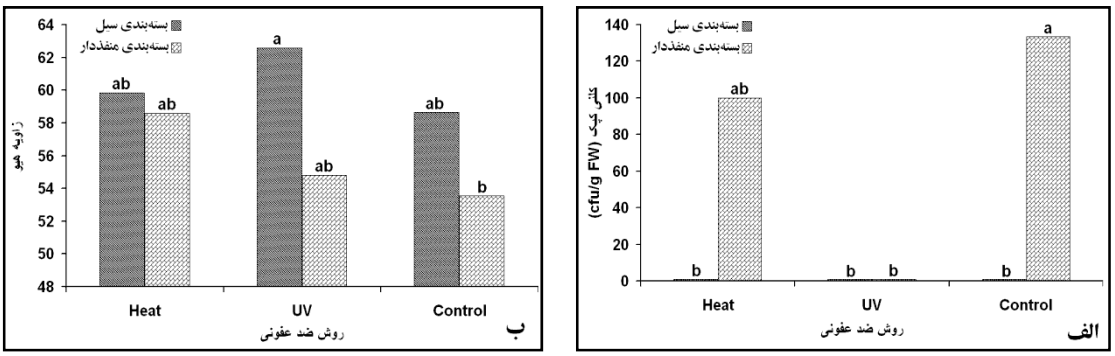


شکل ۳- اثر متقابل روش ضد عفونی و نوع بسته بندی بر ظرفیت آنتی اکسیدانی (الف) و غلظت مواد فنولی (ب) در میوه خرما رقم برحی

ضمن اینکه بیان کردند مقدار جهش ایجاد شده در ژنوم میکروارگانیسم ها به دُز پرتو و سطح تابش بستگی دارد. در مورد اثر بسته بندی بر میزان آلودگی میکروبی محصول باید گفت که پوشش بسته‌بندی با جلوگیری از نفوذ رطوبت و اسپور قارچ‌ها به درون بسته از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند. در این خصوص راحمی و زارع (۲) با بررسی اثر کیسه‌های فاقد سوراخ و سوراخ‌دار بر میزان آلودگی قارچی انجیر خشک، دریافتند که میزان آلودگی قارچی میوه‌های موجود در بسته‌های منفذدار نسبت به بسته‌های بدون منفذ بالاتر بود.

از جمله معیارهایی که در جلب نظر مثبت مشتری تأثیر به سزایی دارد، رنگ ظاهری مطلوب میوه می‌باشد. ضمن این‌که این شاخص در تشخیص بلوغ تجاری میوه هم نقش دارد. یکی از مؤلفه‌هایی که با آن تغییرات رنگ ظاهری ارزیابی می‌شود زاویه هیو می‌باشد، که مقدار آن نشان‌دهنده رنگ پوست میوهاست. همچنان که از نتایج این آزمایش برمی‌آید، مقدار زاویه هیو برای میوه‌های قرار گرفته در بسته‌های سیل بیشتر بود. در خرما، گذشت زمان منجر به تیره شدن رنگ ظاهری و کمتر شدن زاویه هیو می‌شود، به عبارتی بسته‌بندی سیل میوه ها و ضدعفونی آن‌ها با روش پرتودهی توانست به حفظ کیفیت رنگ ظاهری آن‌ها کمک شایانی کند. بیشترین کاهش زاویه هیو در میوه‌های قرار گرفته در بسته‌های منفذدار و به خصوص میوه‌های ضدعفونی نشده مشاهده شد (شکل ۴–ب). تغییر رنگ میوه و تیره‌تر شدن رنگ سطحی خرما به فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده ترکیبات پلی‌فنولی نسبت داده می‌شود (۲۱).

بررسی ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در این آزمایش (جدول ۲) نشان داد که بین بیشتر آن‌ها همبستگی معنی‌داری وجود داشت. به عنوان مثال درصد کاهش وزن میوه با مقدار آب بافت و زاویه هیو رابطه منفی و با صفات غلظت مواد جامد محلول و میزان رشد کپک همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. این همبستگی بیانگر این است که تیمارهایی که سبب از دست دادن آب بیشتر شده بودند، شیره سلولی غلیظ‌تر و مواد جامد محلول آن‌ها بیشتر شد، ضمن اینکه شرایط منجر به کاهش آب میوه‌ها، تماس بیشتر آن‌ها با هوای محیط و در نتیجه آلودگی بیشتر میکروبی آن‌ها بوده است. هم‌چنین همبستگی مثبت و معنی‌دار آلودگی کپک و اسیدیته میوه، حاکی از ترش شدن رطب‌هایی است که توسط کپک‌ها آلوده شده بودند.



شکل ٤- اثر متقابل روش ضد عفونی و نوع بسته بندی بر میزان کلنی کپک (الف) و زاویه هیو (ب) در میوه خرما رقم برحی

جدول ۲- ضرائب همبستگی بین صفات کیفی مورد بررسی

صفات کیفی	درصدکاهش وزن	درصد آب بافت	مواد جامدمحلول	اسیدیته قابل تیتر	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	غلظت مواد فنولی	کلنی کپک	زاویه هیو
کاهش وزن	۱							
درصد آب بافت	-۰/۵۰*	۱						
مواد جامد محلول	۰/۲۸ns	۰/۵۲*	۱					
اسیدیته قابل تیتر	۰/۴۳*	۰/۰۸ns	۰/۴۲*	۱				
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	۰/۱۲ns	۰/۱۹ns	۰/۲۸ns	۰/۰۳ns	۱			
غلظت مواد فنولی	۰/۲۲ns	-۰/۳۳ns	-۰/۱۷ns	۰/۰۰ns	-۰/۲۵ns	۱		
کلنی کپک	۰/۵۶**	-۰/۲۱ns	۰/۲۰ns	۰/۴۷*	۰/۴۰*	-۰/۰۵ns	۱	
زاویه هیو	-۰/۴۵*	۰/۴۱*	۰/۰۴ns	-۰/۳۹ns	۰/۱۰ns	-۰/۰۴ns	-۰/۰۴ns	۱

ns غیرمعنی دار،**معنی دار در سطح احتمال۱٪و *معنی دار در سطح ۵٪

رابطه منفی میان زاویه هیو و درصد کاهش وزن و رابطه مثبت این شاخص با درصد آب بافت حاکی از بیشتر بودن زاویه هیو و حفظ رنگ میوه در تیمارهایی است که به حفظ آب بافت کمک نمودند که از آن جمله می‌توان به بسته‌بندی در ظروف سیل اشاره نمود.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بسته‌بندی در ظروف سیل می‌تواند به طور مؤثری از دست‌دهی آب بافت و آلودگی میکروبی را کنترل نموده و با محدود نمودن تماس میوه با هوای اطراف، تولید ترکیبات پلی‌فنولی قهوه‌ای را کاهش و به حفظ رنگ ظاهری میوه کمک نماید. عدم ضد عفونی میوه رطب سبب آلودگی شدید میکروبی آن، ترش شدن بافت و تغییر رنگ شدید آن می‌شود. در مقابل، هر دو روش ضدعفونی به نحو مؤثری ضمن کاهش آلودگی، از تغییر طعم مطلوب رطب پیشگیری می‌نماید. مهم‌ترین تفاوت دو تیمار ضدعفونی به روش پاستوریزاسیون در دمای بالا و پرتودهی فرابنفش، حفظ بهتر آب بافت در میوه‌های ضد عفونی شده با پرتو فرابنفش بود. نتایج بدست آمده از این پژوهش مؤید امکان استفاده کاربردی ضدعفونی به خصوص پرتودهی فرابنفش در کنترل آلودگی‌های پس از برداشت رطب و امکان گسترش بازارهای اقتصادی این محصول با ارزش می‌باشد.

منابع

۱- چراغی دهدزی س. و همدمی ن. ۱۳۹۰. بررسی تغییرات رنگ و بافت خرمای (رقم کبکاب) بسته‌بندی شده تحت فشار اتمسفری یا خلأ طی انبارداری در دماهای مختلف. مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۲ (۲): ۲۲۵-۲۳۱.

۲- راحمی م. و زارع ح. ۱۳۸۱. تاثیر نوع بسته‌بندی و دماهای مختلف بر ضدعفونی و نگهداری انجیر خشک استهبان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶ (۲): ۲۹-۴۱.

۳- رمضان‌نژاد م. معلمی ن.، مرتضوی س.م.ح. و حیاتی ج. ۱۳۹۱. مدیریت تلفیقی کیفیت پس از برداشت نارنگی (پرتانجلو) با استفاده از پرتو فرابنفش و اسانس اکالیپتوس. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۳ (۲): ۱۳۹-۱۵۲.

۴- سیروئی‌نژاد ب، مرتضوی س.م.ح.، معلمی ن. و عشقی س. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد پس از برداشت پوترسین و پرتوتابی فرابنفش بر کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم "سلوا". مجله تولیدات گیاهی، ۳۶ (۱): ۱۱۷-۱۲۷.

۵- عشورنژاد م. و قاسم نژاد م. ۱۳۹۱. اثر بسته بندی با فیلم سلوفان و انبارداری سرد بر کیفیت نگهداری و عمر انبارمانی (*Eriobotrya japonica*) میوه ازگیل ژاپنی. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۷ (۲): ۹۵-۱۰۲

۶- کریمی‌پور فرد ه. ۱۳۸۰. پوسیدگی و ترشیدگی میوهٔ خرما و راهکارهای کنترل آن. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسهٔ تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور، ۱۴ ص.

۷- مرتضوی س.م.ح.، ارزانی ک. و برزگر م. ۱۳۸۷. تاثیر زمان و دمای آبگیری بر خصوصیات کیفی خرمای رقم برحی در مرحله رطب. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۲۱ (۲): ۱۸۷-۱۹۳.

۸- مرتضوی س.م.ح.، ارزانی ک. و برزگر م. ۱۳۹۰. بررسی الگوی رشد و تغییرات فیزیکوشیمیایی میوه‌های نرمال و بکربار خرما رقم برحی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۲ (۲): ۱۳۱-۱۴۸.

9- Achour M., Amara S., Salem N., Jebali A. and Hamdi M. 2003. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on Deglet Nour date storage in Tunisia. Fruits, 58: 205-212.

10- Bal E. and Kok D. 2009. Effect of UV-C treatment on kiwifruit quality during the storage period. Journal of Central European Agriculture, 10: 375-382.

11- Barka M., Mercier J., Corcuff R., Castaigne F., and Arul J. 1999. Photochemical treatment to improve storability of fresh strawberries. Journal of Food Science, 64: 1068-1072.

12- Barreveld W.H. 1993. Date Palm Products. Agricultural Services Bulletin, No 101. 216 p. F.A.O., Rome.

13- Benzie I.F.F. and Strain J.J. 1996. Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239: 70-76.

14- Biglari F., Alkarkhi A.F.M. and Easa A.M. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. Food Chemistry, 107: 1636-1641.

15- Cia P., Pascholati S.F., Benato E.A. Camili E.C. and Santos C.A. 2007. Effects of gamma and UV-C irradiation on the post harvest control of papaya anthracnose. Postharvest Biology and Technology, 43: 366-373.

16- Droby S., Chalutz E., Horev B., Cohen L., Gaba V., Wilson C.L. and Wisniewski M. 1993. Factors affecting UV-C induced resistance in grapefruit against green mould decay caused by *Penicillium digitatum*. Plant Pathology, 42:

418-424.
17- Fan X., Annous B.A., Beaulieu J.C. and Sites J.E. 2008. Effect of hot water surface pasteurization of whole fruit on shelf life and quality of fresh-cut cantaloupe. Journal of Food Science, 73: 91-98.
18- Gonzalez Aguilar G., Wang C.Y. and Buta G.J. 2004. UV-C Irradiation reduces break down and chilling injury of peaches during cold storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84: 415–422.
19- González Aguilar G.A., Villegas-Ochoa M.A., Martínez-Téllez M.A., Gardea A.A. and Ayala-Zavala J.F. 2007. Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UV-C. Journal of Food Science, 72: 197-202.
20- Kader A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Technology, 34: 99-104.
21- Khali M., and Selselet-Attou G. 2007. Effect of heat treatment on polyphenol oxidase and peroxidase activities in Algerian stored dates. African Journal of Biotechnology, 6: 790-794.
22- Loir Y.L., Baron F. and Gautier M. 2003. Staphylococcus aureus and food poisoning. Genetics and Molecular Research, 2: 63-76.
23- Marquenie D., Michiels C., Geeraerd A.H., Schen K.A., Soontjens C., VanImpe J.F., and Nicola B.M. 2002. Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage life strawberry and sweet cherry. International Journal of Food Microbiology, 73: 187-196.
24- Nielsen T. and Leufven A. 2008. The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries. Food Chemistry, 107: 1053-1063.
25- Sandhya 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. Food Science and Technology, 43: 381-392.
26- Vicente A.R., Civello P.M., Matinez G.A., Powell A.L.T., Labavitch J.M. and Chavez A.R. 2005. Control of postharvest spoilage in soft fruit. Stewart postharvest Review, 1: 1-11.
27- Yam K.L. and Papadakis S.E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering. 61: 137-142.