Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 1, Spring 2019 (173-186)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.250863.1389

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸ (ص ۱۸۶-۱۷۳)

اثر زمان برداشت و کیتوزان بر کیفیت و عمر انبارمانی میوه‌های عروسک پشت‌پرده (*Physalis angulata* L.)

رسول حیدرنژاد[۱]، زهرا قهرمانی[۲*]، طاهر برزگر[۳] و ولی ربیعی[۳]

۱، ۲ و ۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/٤)

چکیده

رسیدن میوه شامل تغییرات اساسی فیزیولوژی و بیوشیمیایی است که رنگ، طعم، عطر، بافت و ارزش غذایی میوه‌ها را تغییر می‌دهد. در طول انبارداری و پس از آن، رسیدن کامل میوه‌ها ادامه می‌یابد، اگر این میوه‌ها مصرف یا فراوری نشوند، بیش از حد رسیده و کیفیت آنها سریعاً روبه‌زوال می‌رود. با توجه به این‌که برداشت در زمان مناسب می‌تواند عمر مفید میوه را بهبود بخشد؛ به‌منظور مطالعه اثر مرحله برداشت و پوشش کیتوزان بر انبارمانی و کیفیت میوه‌های عروسک پشت‌پرده، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مرحله برداشت (سبز بالغ، سبز مایل به زرد و زردرنگ) و پوشش کیتوزان (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) بود. میوه‌های برداشت و تیمارشده به‌مدت ۳۰ روز در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نتایج نشان داد که اثر مرحله برداشت و سطوح مختلف پوشش کیتوزان طی انبارمانی تأثیر معنی‌داری روی صفات کیفی و عمر انباری میوه داشت. با بلوغ میوه درصد کاهش وزن، میزان ویتامین‌ث، کارتنوئید و شاخص طعم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و میزان کلروفیل، فنل کل و اسیدیته قابل‌تیتراسیون کاهش یافت. کاربرد پوشش کیتوزان کاهش محتوای کلروفیل، فنل کل، اسیدیته قابل‌تیتراسیون، درصد کاهش وزن، روند بلوغ و تغییر رنگ میوه را در مدت انبارمانی به تأخیر انداخت. بیشترین میزان کاهش وزن میوه، شاخص طعم، ویتامین‌ث طی بلوغ و انبارداری در میوه‌های شاهد مشاهده شد. همچنین میوه‌های سبز بالغ تیمارشده با کیتوزان در سطح ۰/۵ درصد، بهترین کیفیت طی انبارمانی داشت.

واژه‌های کلیدی: پوشش‌های خوراکی، فیزیولوژی پس از برداشت، کلروفیل، کیفیت میوه، ویتامین ث، *Physalis angulata* L.

The effects of harvesting stage and chitosan coating on quality and shelf-life of *Physalis angulata* L.

Rasol Heydarnezhad[1], Zahra Ghahremani[2*], Taher Barzegar[3], Vali Rabiei[3]
1, 2, 3. Former M.Sc. Student, Assistant Professor and Associate Professor , Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
(Received: Jan. 23, 2018 - Accepted: Apr. 24, 2018)

ABSTRACT

Ripening of fruit includes major physiological and biochemical changes that change the color, taste, fruit aroma, texture and nutritional value of fruits. During storage and after the full ripening of fruits, if the fruit is not consumed or processed, over-ripe, and their quality is decaying rapidly. Since the harvest at the right time can improve the shelf life of fruits, therefore, the effect of harvesting stage and chitosan coating were studied on shelf-life and quality of physalis fruit. The experiment was conducted in factorial based on a completely randomized design with three replications. Treatments consisted of harvesting stage (green mature, yellowish green and yellow) and chitosan coating (0, 0.5 and 1 percent). Fruits were stored at 15 °C for 30 days. Results showed that the harvesting stage and different levels of chitosan coating had significant effects on quality and shelf-life of fruits during storage time. With fruit maturity, weight loss, vitamin C, carotenoid contents and flavor index significantly increased, and chlorophyll content, Total phenol and TA decreased. Chitosan coating treatment delayed decreasing of chlorophyll content, water loss, total phenol, TA, fruit maturity and color change. During storage time, the highest weight loss, flavor index and vitamin C, was observed in control fruits. Also, mature green fruit treated with 0.5 percent chitosan had the highest quality during storage time.

Keywords: Chlorophyll, edible coatings, fruit quality, physiology of post-harvest, vitamin C, *Physalis angulata* L.

* Corresponding author E-mail: z.ghahremani@znu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عروسک پشت‌پرده (*Physalis angulata* L.) گیاهی علفی و یک‌ساله است که میوه‌های رسیده آن جنبه خوراکی و دارویی دارد (Gao *et al*., 2003) و در مناطق مختلف به نام‌هایی از قبیل: کاماپو (Camapu)، گوجه وحشی (Wild tomato)، گیلاس زمستانی (Winter cherry) و گیلاس زمینی معروف است (Pietro *et al*., 2000). میوه‌های آن کوچک صاف و مومی‌شکل است که قطر آن به‌طور متوسط ۱/۲۵ تا ۲/۵ سانتی‌متر است و توسط کاسه گل (کالیکس) پوشیده شده است که وقتی میوه به‌طور کامل می‌رسد، کاسه گل به‌طور طبیعی از گیاه جدا می‌شود. باوجود آنکه این گیاه به‌عنوان یک گیاه بومی در سراسر مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان ازجمله آفریقا، آسیا، امریکا و آمازون توزیع شده است اما به‌طورکلی، این گیاه بومی استرالیا در نظر گرفته می‌شود (Kissmann & Groth, 1995; Pio Corr^ea, 1926; Bastos *et al*., 2008). هر بوته از این گیاه می‌تواند در یک فصل زراعی ۶۴ تا ۲۰۰ عدد میوه تولید کند. در یک کشت آزمایشی در آمس، ایالت آیووا، عملکرد میوه به‌طور متوسط ۲ پوند (۱/۱ کیلوگرم) در هر بوته گزارش شد که این میزان برابر با حدود ۹ تن در هر هکتار می‌باشد. در مکزیک و هند، میزان تولید ۷/۷ تا ۱۰ تن در هر هکتار گزارش شده است (Julia & Morton, 2010).

در طی بلوغ گیاهان، تغییرات فیتوشیمیایی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها مؤثر است و کیفیت غذایی انواع مختلف میوه و سبزی‌ها را در زمان‌های خاص تحت تأثیر قرار می‌دهد. در طول انبارداری و پس از آن، رسیدن کامل میوه‌ها ادامه می‌یابد، اگر این میوه‌ها مصرف یا فراوری نشوند، بیش‌ازحد رسیده، کیفیت آنها سریعاً روبه‌زوال رفته و منجر به مرگ سلول‌ها می‌شود. برداشت در زمان مناسب، می‌تواند عمر مفید میوه را بهبود بخشد (Avila, 2006; Rodrigues, 2012). بر این اساس و با توجه به نتایج حاصل از برخی پژوهش‌ها، میوه‌های این جنس را برای مصرف خوراکی، بر اساس رنگ اپیدرم به شش مرحله: سبز، زرد، زرد متمایل به نارنجی، نارنجی، نارنجی تیره و نارنجی مایل به قرمز، که سه مرحله اول بهترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی برای مصرف انسان را دارا می‌باشد؛ تقسیم شده است (Fischer & Martinez, 1999). با این‌حال، برخی رنگ پوست میوه را شاخص خوبی برای زمان برداشت نمی‌دانند، زیرا که کاسه گل به‌طور کامل بسته است، و رنگ میوه به‌طور کامل قابل‌مشاهده نیست (Andrade, 2008). در مطالعات دیگر نیز، رنگ کاسه گل شاخص برداشت میوه برای مصرف انسان بیان شده است (Chitarra, 2005).

انبارداری یکی از مهمترین فرآیندهای پس از برداشت است؛ زیرا شرایط نامناسب انبار از علل مهم آسیب کمی و کیفی در میوه‌ها است. بیشتر محصول باغبانی در ایران نیز مانند کشورهای درحال‌توسعه در انبار معمولی و مقدار کمی در سردخانه‌های تجاری نگهداری می‌شود (TabatabaeKoloor, 2012). قرار دادن میوه‌ها در انبار با دمای پایین، متابولیسم‌های فیزیولوژیکی را کند کرده، کیفیت میوه را حفظ و عمر انباری میوه را افزایش می‌دهد (Han *et al*., 2006). فساد پس از برداشت محصولات کشاورزی، از دست‌دادن وزن و آب در اثر تنفس دو فرآیند مهم تحت تأثیر شرایط انبار هستند (Bako *et al*., 2005).

طی فرایند رسیدگی، شرایط اتمسفری اطراف میوه ابتدا کیفیت میوه را بهبود می‌بخشد، اما به‌سرعت روبه‌زوال می‌رود. این فرایند بیوشیمیایی و متابولیکی را می‌توان با تغییر در شرایط محیطی اصلاح کرد (Thompson *et al*., 1972). رسیدن میوه شامل تغییرات اساسی ازنظر فیزیولوژی و بیوشیمیایی است که رنگ، طعم، عطر، بافت و ارزش غذایی میوه‌ها را تغییر می‌دهد (Klimczak *et al*., 2007). میوه‌های عروسک پشت‌پرده فرازگرا بوده و پس از رسیدن به بلوغ فیزیولوژیکی به‌صورت سبز بالغ قابل‌برداشت می‌باشند (Julia & Morton, 2010)؛ همچنین با توجه به این‌که در میوه‌های فرازگرا رسیدن میوه پس از برداشت نیز ادامه پیدا کرده و میوه می‌تواند بیش از اندازه رسیده شود؛ بنابراین پیدا کردن مناسب‌ترین مرحله برداشت، برای داشتن عمر انباری کافی و کیفیت خوب در چنین میوه‌هایی بسیار حائز اهمیت است.

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از دستاوردهای بالقوه برای افزایش قابلیت نگه‌داری میوه‌ها و سبزی‌ها، به‌کارگیری پوشش‌های خوراکی روی سطح میوه‌ها همراه با نگه‌داری در محیط خنک می‌باشد (Park *et al*., 2005). پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازک از مواد خوراکی هستند که در سطح محصولات به‌کار برده می‌شوند و جایگزینی برای پوشش‌های محافظ واکسی می‌باشند (Mchugh & Senesi, 2000). پوشش‌های خوراکی، کیفیت، سلامت و ثبات خواص فیزیکی محصولات را با ایجاد یک مانع نیمه‌تراوا به بخارآب، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن بین محصولات و اتمسفر اطراف آنها، باعث افزایش ماندگاری محصول می‌شوند. پوشش‌های خوراکی ممکن است از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، لیپیدها و یا ترکیبی از آنها باشند. کیتوزان یک پلی‌ساکارید کاتیونی است که از فرآیند استیل‌زدایی قلیایی کیتین به‌دست می‌آید (Magsudi *et al*., 2003). کیتوزان به‌دلیل خاصیت بازدارندگی رشد بسیاری از باکتری‌های بیماری‌زا و قارچ‌ها، در فیلم‌های ضدمیکروبی و پوشش‌های خوراکی مورداستفاده قرار می‌گیرد (Meng *et al*., 2014). کیتوزان در پس از برداشت خربزه درختی، کنترل مؤثری در کاهش وزن، حفظ سفتی، به تأخیرانداختن تغییر رنگ پوست، میزان مواد جامد محلول و اسیدیته در طی پنج هفته انبارداری داشت (Ali *et al*., 2011). گزارش شده است که ترکیب کیتوسان با اسانس دارچین، یک پوشش مناسب برای حفظ کیفیت فلفل‌شیرین است (Xing *et al*., 2011). ظاهر میوه‌ها و سبزی‌ها مثل رنگ میوه هنگامی‌که با کیتوزان پوشش داده می‌شوند معمولاً بهبود می‌یابد. بعد از انبار، میزان مواد جامد محلول میوه‌های تیمارشده با کیتوزان طبق محصول تغییر می‌کند و مواد جامد محلول پایین‌تر نسبت به میوه‌های شاهد در انبه و موز گزارش شده است (Bautista-Banos *et al*., 2006).

این آزمایش به‌منظور مطالعه تغییرات کیفی میوه‌های برداشت‌شده در مراحل مختلف رسیدن و نگهداری‌شده توسط پوشش‌های خوراکی می‌باشد و با توجه به این‌که در طی بلوغ گیاهان، تغییرات فیتوشیمیایی، کیفیت غذایی انواع مختلف میوه و سبزی‌ها را در زمان‌های خاص تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ برداشت در مرحله مناسب بلوغ، برای داشتن میوه‌هایی با کیفیت مطلوب‌تر و با انبارمانی بهتر ضروری است. با توجه به مطالب فوق، به‌منظور مطالعه تغییرات بیوشیمیایی میوه‌های عروسک پشت‌پرده (*Physalis angulate* L.) طی بلوغ میوه طی دوره انبارمانی، پژوهش حاضر با هدف مطالعه اثر تلفیقی مرحله برداشت و پوشش کیتوزان بر عمر ماندگاری و حفظ کیفیت عروسک پشت‌پرده در طی انبارداری انجام شد.

محل اجرای آزمایش

این پژوهش در آزمایشگاه‌های گروه علوم‌باغبانی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۵ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل زمان برداشت میوه در سه مرحله سبز بالغ (شروع رنگ‌گیری)، سبز زرد (۵۰ درصد رنگ‌گیری) و زرد (رنگ‌گیری کامل) و تیمار پوششی کیتوزان در سه سطح (صفر به‌عنوان شاهد، ۰/۵ و ۱ درصد) بود. برای تهیه غلظت‌های ذکرشده کیتوزان (ساخت شرکت سیگما آلدریچ آلمان) از حلال اسیداستیک یک درصد استفاده گردید. درنهایت با استفاده از سود یک نرمال، pH محلول روی ۵/۵ تنظیم گردید.

میوه‌های عروسک پشت‌پرده با اندازه یکسان در هر مرحله از گیاهان کشت‌شده در مزرعه پژوهشی دانشگاه زنجان برداشت شده و به آزمایشگاه انتقال داده شد. پس از شستشوی میوه‌ها و خشک‌نمودن آنها، میوه‌های بدون پوشش کاسه گل با سطوح مختلف کیتوزان تیمار شد. برای پوشش‌دهی از روش غوطه‌وری استفاده شد. در این روش نمونه‌ها به‌مدت چند ثانیه درون محلول با دمای اتاق غوطه‌ور شدند. نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه در محیط باقی ماندند تا محلول اضافی از روی آنها جدا شود. سپس بسته‌بندی (۱۲میوه در هر بسته) شده و به‌مدت ۳۰ روز در دمای ۱±۱۵ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. نمونه‌برداری از میوه‌ها در چهار مرحله (میوه‌های شاهد تازه برداشت‌شده و سپس بافاصله ۱۰ روز یک‌بار) انجام

www.SID.ir

Archive of SID

شد. پس از شروع انبارداری در هر مرحله صفات کمی و کیفی میوه‌ها موردبررسی قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه‌های هر واحد آزمایشی با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و پس از انتقال به آزمایشگاه و نیز به فواصل معین وزن شدند و درصد کاهش وزن از طریق رابطه یک محاسبه گردید.

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{W1-W2}{W1} \times 100 \quad (۱)$$

W1: وزن اندازه‌گیری‌شده قبل از نگهداری در انبار، W2: وزن اندازه‌گیری‌شده بعد از خروج از انبار می‌باشد.

برای اندازه‌گیری میزان فنل کل به ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره گیاه، ۲ میلی‌لیتر کربنات‌سدیم (۲ درصد)، ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرو لیتر معرف فولین سیکالچو (۵۰ درصد) اضافه شد. بعد از گذشت نیم ساعت جذب آنها در طول‌موج ۷۲۰ نانومتر نسبت به شاهد ثبت گردید. اسیدگالیک به‌عنوان استاندارد برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد. میزان فنل کل عصاره‌ها بر اساس میلی‌گرم معادل اسیدگالیک بر گرم وزن خشک گیاه گزارش شد (Meda *et al*., 2005).

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل از دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل K-0032 ساخت ژاپن) استفاده شد و مقدار مواد جامد محلول برحسب درصد بریکس ثبت شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل‌تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و اسیدیته قابل‌تیتراسیون برحسب گرم در ۱۰۰میلی‌لیتر اسیدتارتاریک بیان شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس تیتر شد (Ayala *et al*., 2004).

شاخص طعم میوه یا نسبت قند به اسید که تعیین‌کننده طعم و مزه میوه‌ها است، از طریق نسبت مواد جامد محلول کل (S) به اسیدیته قابل تیتراسیون (A)، با استفاده از رابطهٔ ۲ ارزیابی شد (Dissa *et al*., 2008).

$$I = S/A \quad (۲)$$

اندازه‌گیری میزان ویتامین ث با روش تیتراسیون با ید در یدورپتاسیم انجام شد. پایان تیتراسیون زمانی بود که رنگ عصاره میوه‌ها آبی تیره شده و این رنگ چند ثانیه پایدار ماند (Jalilimarandi, 2004).

اندازه‌گیری کلروفیل و کارتنوئید میوه به‌روش آرنون انجام شد (Arnon, 1967). میزان کلروفیل با استفاده از استون ۸۰ درصد استخراج و درنهایت میزان جذب نور توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV-600) در دو طول‌موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل و دو طول موج ۴۸۰ و ۵۱۰ نانومتر برای کارتنوئید قرائت و محاسبه گردید. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) SAS V.9.1 آنالیز و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از ارزیابی خصوصیات کیفی میوه‌های عروسک پشت‌پرده در مرحله برداشت، در شروع انبارمانی در جدول ۱ بیان‌شده است. بدیهی است که داده‌های مربوطه مبنای تغییرات فیزیکوشیمیایی در ۳۰ روز اول انبارداری و یا در طی کل دوره انبارداری است.

درصد کاهش وزن

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات زمان انبارمانی، سطوح مختلف کیتوزان و مرحله برداشت و همچنین اثرات متقابل زمان انبارمانی و مرحله برداشت، زمان انبارمانی سطوح مختلف کیتوزان و سطوح مختلف کیتوزان و مرحله برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

جدول ۱. خصوصیات کیفی میوه عروسک پشت‌پرده در زمان شروع انبارداری

Table 1. Physicochemical characteristics of fruits of the *Physalis angulata* L. at the beginning of storage

Harvest stage	Total phenol (mg. gr Fw^{-1})	TA (%)	TSS (Brix)	TSS/TA (%)	Vitamin c (mg.100gr Fw^{-1})	Chlorophyll (mg.100gr Fw^{-1})	Carotenoid (mg.100gr Fw^{-1})
Green mature	0.84	1.74	4.13	2.36	84.53	52.58	21.06
Yellowish green	1.85	1.086	4.96	4.56	96.12	26.71	31.5
Yellow	2.41	0.941	5.8	6.15	118.95	17.38	39.26

www.SID.ir

Archive of SID

کیتوزان به‌طور معنی‌داری کاهش وزن میوه‌ها را در طول انبارداری به تأخیر انداخت. بیشترین درصد کاهش وزن میوه در ۳۰ روز بعد از انبارمانی (۱۰/۵ درصد) در میوه‌های بدون پوشش کیتوزان مشاهده شد و کمترین درصد کاهش وزن میوه در ۱۰ روز بعد از انبارمانی (۰/۳۷ درصد) در تیمار پوشش کیتوزان یک درصد مشاهده شد (شکل ۱). درصد کاهش وزن میوه‌های سبز بالغ به‌طور معنی‌داری نسبت به دو مرحله بلوغ (مرحله سبز زرد و زردرنگ) در مدت‌زمان انبارمانی بالاتر بود. به‌طوری‌که بیشترین درصد کاهش وزن برای میوه‌های شاهد سبز بالغ پس از ۳۰ روز انبارمانی برابر با ۹/۲ درصد مشاهده شد (شکل ۲). کمترین درصد کاهش وزن (۰/۹۴ درصد) برای میوه‌های برداشت‌شده در مرحله زردرنگ مشاهده شد.

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۳)، بیشترین درصد کاهش وزن میوه (۱۱/۳۶ درصد) در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله سبز بالغ و بدون پوشش کیتوزان بوده است و کمترین درصد کاهش وزن میوه در تیمار برداشت میوه به‌ترتیب در مرحله سبز زرد و مرحله زردرنگ (۱/۸ و ۱/۹ درصد) با پوشش کیتوزان یک درصد مشاهده شد

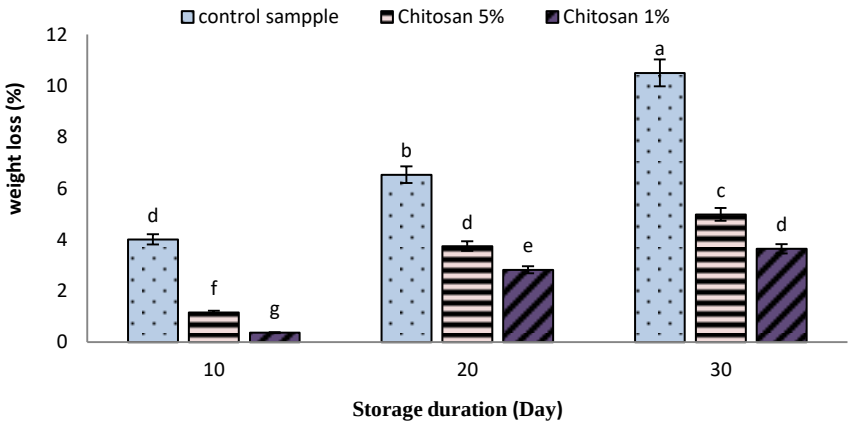
پوشش کیتوزان یک لایه نیمه نفوذپذیر و صاف در سطح میوه تشکیل می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان یک سد حفاظتی برای کاهش میزان تنفس و تعرق از طریق سطوح میوه استفاده شود (Dong *et al*., 2004). تأثیر مفید کیتوزان در حفظ آب میوه و تأثیر مثبت آن در میوه‌های توت‌فرنگی (Hernandez *et al*., 2006) و قارچ (Jiang *et al*., 2012) گزارش‌شده است.

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر کیتوزان، مرحله برداشت و مدت‌زمان انبارمانی بر صفات کیفی میوه‌های عروسک پشت‌پرده
Table 2. Analysis of variance for effect of chitosan, harvesting stage and storage period on qualitative traits of physalis fruits

Sources of changes	df	Mean of squares							
		Weight loss	Total phenol	TA	TSS	TSS/TA	Vitamin C	Chlorophyll	Carotenoid
Storage duration	2	138.68**	6.11**	1.7**	3.67^{ns}	198.41**	7636.65**	1172.84**	19645.32**
Chitosan	2	167.91**	0.277^{ns}	0.140**	3.66^{ns}	31.87**	1393.16^{ns}	35.176**	43.159^{ns}
Harvest stage	2	112.57**	2.56**	0.252**	1.40^{ns}	16.74**	189.126^{ns}	960.85**	376.87**
Storage duration × Chitosan	4	8.87**	4.17**	0.029**	0.35^{ns}	5.98**	397.41^{ns}	18.801**	113.97**
Storage duration × Harvesting stage	4	7.84**	6.22**	0.010**	3.086^{ns}	1.84^{ns}	543.66^{ns}	77.59**	1466.51**
Chitosan × Harvesting stage	4	22.88**	0.041^{ns}	0.0099**	0.88^{ns}	2.50^{ns}	1678.011**	1.289^{ns}	76.99**
Storage duration × Chitosan × Harvesting stage	8	1.84^{ns}	0.428^{ns}	0.0056**	2.46^{ns}	3.38**	1431.039**	6.22^{ns}	105.28**
Error	54	0.970	0.312	0.0249	0.707	0.692	12.077	1.32	2.63
CV		23.123	13.044	2.68	11.47	9.48	6.80	9.25	9.72

**، * و ns: معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

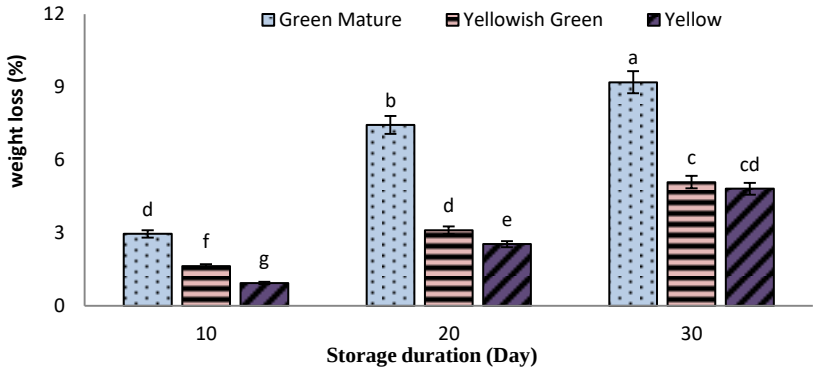
**, *, ns: Significant at 1% and 5% of probability levels, and non-significant, respectively.



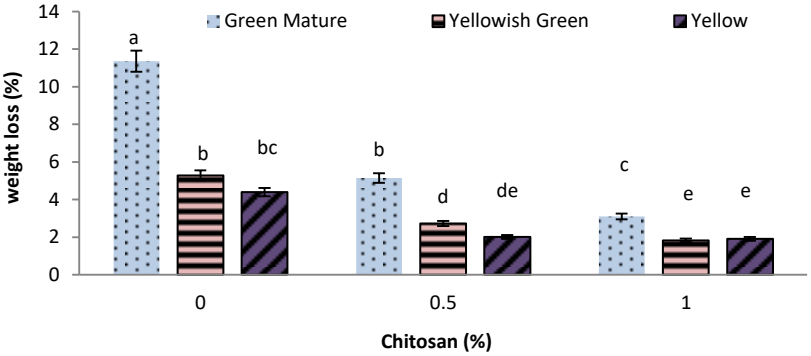
شکل ۱. اثر متقابل زمان انبارداری و کیتوزان بر میزان کاهش وزن میوه‌های عروسک پشت‌پرده
Figure 1. Interaction effect of storage period and chitosan on weight loss of physalis fruits

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. اثر متقابل زمان انبارمانی و مرحله برداشت بر میزان کاهش وزن در میوه‌های عروسک پشت‌پرده
Figure 2. Interaction effect of storage period and harvesting stage on weight loss of physalis fruits



شکل ۳. اثر متقابل کیتوزان و مرحله برداشت بر میزان درصد کاهش وزن در میوه‌های عروسک پشت‌پرده
Figure 3. Interaction effect of chitosan and harvesting stage weight loss of physalis fruits

فنل کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در میوه‌های عروسک پشت‌پرده نشان داد که اثرات ساده زمان انبارمانی، مرحله برداشت و همچنین اثرات متقابل زمان انبارمانی و مرحله برداشت و همچنین اثرات متقابل زمان انبارمانی و پوشش کیتوزان در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (شکل ۴) نشان داد در طی انبارمانی ابتدا میزان فنل کل در میوه‌های عروسک پشت پرده ابتدا افزایش یافت و سپس کاهش یافت؛ همچنین پوشش کیتوزان مورداستفاده در این آزمایش نیز کاهش میزان فنل کل را به تأخیر انداخت؛ به‌طوری‌که بیشترین (۳/۰۱ میلی‌گرم بر گرم بافت خشک) میزان فنل کل در میوه‌های تیمار شده با پوشش کیتوزان با سطح یک درصد بعد از ۲۰ روز انبارمانی مشاهده شد. کمترین میزان فنل کل (۱/۴۱ میلی‌گرم در گرم بافت خشک) در میوه‌های فاقد تیمار پوششی کیتوزان در ۳۰ روز بعد از انبارمانی مشاهده شد.

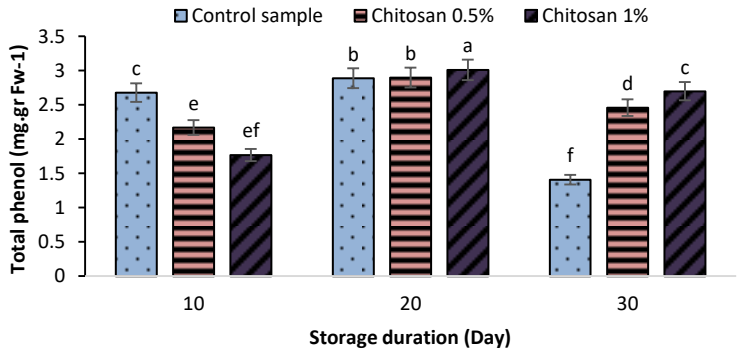
طبق نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (شکل ۵) با بلوغ میوه میزان مواد فنلی در میوه‌های عروسک پشت‌پرده افزایش یافت ولی در طی انبارمانی میزان مواد فنلی کاهش یافت؛ به‌طوری‌که میزان فنل در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله زردرنگ در ۲۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان (۳/۳۳ میلی‌گرم بر گرم بافت خشک) بود؛ که با میزان آن در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله سبز مایل به زرد بعد از ۲۰ روز انبارمانی تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین میزان فنل کل (۱/۰۶۸ میلی‌گرم بر گرم بافت خشک) در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله سبز بالغ و بعد از ۱۰ روز انبارمانی مشاهده شد.

نتایج نشان داد میزان فنل‌کل در طی انبارمانی کاهش‌یافته بود که بسته به شرایطی نظیر عوامل

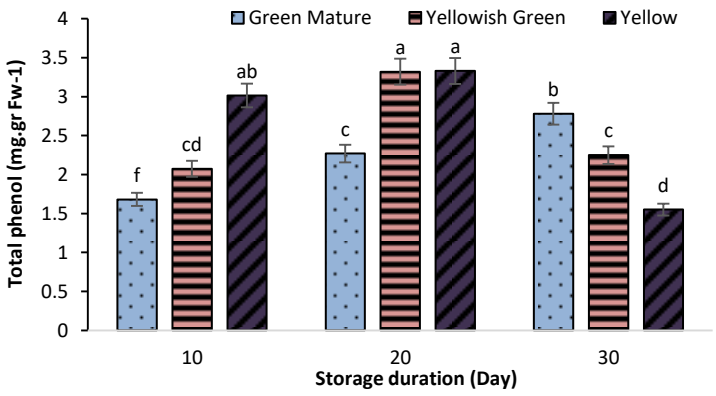
www.SID.ir

Archive of SID

محیطی، نوع محصول، برداشت و مرحله برداشت و مرحله رسیدگی می‌تواند کاهش یا افزایش یابد. ترکیبات فنلی در همه بافت‌های میوه وجود داشته و غالباً فراوان‌ترین متابولیت ثانویه در میوه‌ها را تشکیل می‌دهد. بیوسنتز ترکیبات فنلی از فنل‌آلانین به‌عنوان پیش‌ساز معمول در گیاهان عالی شروع می‌شود. فنل‌آلانین آنزیم کلیدی در سنتز ترکیبات فنلی است که آمین‌زدایی از فنیل‌الانین را کاتالیز می‌کند. تغییرات در میزان فنل کل میوه‌ها در طول دوره پس از برداشت به فاکتورهای مختلفی مثل ژنوتیپ، مرحله رسیدگی در زمان برداشت، رقم، شرایط فصل رشدی و طول دوره انبار و دمای انبار بستگی دارد. ترکیبات فنلی مهارکننده قوی برای تنش اکسایشی هستند و در همکاری با پراکسیدازها در جمع‌آوری یا حذف پراکسیدهیدروژن شرکت می‌کنند (Bautista *et al.*, 2003). در این تحقیق نیز تحت تأثیر کیتوزان، میزان ترکیبات فنل کل نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین میزان رنگیزه‌های کلروفیلی و کارتنوئید تحت تأثیر کیتوزان افزایش یافت. جدا از نوع تیمار، کاهش فنل کل در این آزمایش طی انبارمانی با پژوهش‌های قبلی مطابقت دارد. کاهش میزان فنل کل با افزایش زمان انبارمانی به‌دلیل مصرف فنل‌ها در مقابله با تنش‌های محیطی مانند سرمازدگی است (Cao *et al.*, 2010). همچنین پوشش کیتوزان سبب تغییر اتمسفر اطراف میوه شد، و به‌صورت کاهش O_2 و کاهش CO_2 شده و درنتیجه در فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز که یکی از آنزیم‌های مسیر سنتز ترکیبات فنلی است تأخیر ایجاد می‌کند (Diaz-Mula *et al.*, 2010). تفاوت در نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند به‌دلیل غلظت‌های متفاوت و میزان تبادل گازی متفاوت در سطوح مختلف پوشش کیتوزان مورد استفاده باشد.



شکل ۴. اثر متقابل زمان انبارداری و کیتوزان بر میزان فنل کل میوه‌های عروسک پشت‌پرده
Figure 4. Interaction effect of storage period and chitosan on Total phenol of physalis fruits



شکل۵. اثر متقابل زمان انبارمانی و مرحله برداشت بر میزان فنل کل در میوه‌های عروسک پشت‌پرده
Figure 5. Interaction effect of storage duration and harvesting stage on total phenol of physalis fruits

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدیته قابل‌تیتراسیون (TA)

اسیدیته قابل‌تیتراسیون در تمامی سطوح پوشش کیتوزان و مرحله برداشت در طی مدت‌زمان انبارمانی کاهش یافت (جدول ۳). همچنین میوه‌های سبز بالغ بدون پوشش کیتوزان، کمترین میزان اسیدیته قابل‌تیتراسیون (۰/۵۴۵ درصد) در ۳۰ روز بعد از انبارمانی را داشتند. نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که باوجود این‌که طی انبارداری میزان اسیدیته قابل‌تیتراسیون در میوه‌های عروسک پشت‌پرده کاهش می‌یابد ولی در میوه‌هایی که تحت تیمار پوششی کیتوزان قرارگرفته بودند میزان کاهش کم‌تر از میوه‌های شاهد بود؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان اسیدیته قابل‌تیتراسیون (۱/۲۲ درصد) در میوه‌های تحت تیمار کیتوزان با سطح یک درصد طی ۱۰ روز بعد از انبارمانی را دارا بودند.

معمولاً اسیدهای‌آلی طی انبارمانی میوه به‌دلیل مصرف‌شدن در تنفس و تبدیل‌شدن به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن‌ها رابطه مستقیم با فعالیت‌های متابولیکی دارد (Marandi, 2003). کاهش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون طی نگهداری میوه در پوشش می‌تواند به‌دلیل تخمیر یا شکسته‌شدن اسید به قند حین تنفس باشد. کاهش اسیدیته قابل‌تیتراسیون در پایان مدت انباری می‌تواند به‌دلیل تغییرات متابولیکی میوه‌ها و یا استفاده از اسیدهای آلی در فرآیند تنفس باشد که پوشش کیتوزان با کاهش سرعت تنفس موجب حفظ اسید می‌شود (Ding *et al*., 2002).

نتایج مشاهده‌شده در تیمارهای از نوع پوششی ممکن است به‌دلیل غیرقابل نفوذ بودن نسبت به مولکول‌های اکسیژن و دی‌اکسیدکربن، اتمسفر تغییر داده‌شده در اطراف میوه‌ها باشد که باعث کاهش تنفس و حفظ اسیدهای آلی می‌شود (Eum *et al*., 2009). به‌نظر می‌رسد کاهش اسیدهای آلی در میوه‌های سبز بالغ و بدون پوشش (میوه‌های شاهد) به‌دلیل از دست‌دهی آب باشد زیرا هرگونه کاهش در رطوبت میوه، منجر به کاهش مصرف اسیدهای‌آلی شده و به حفظ کیفیت میوه کمک می‌کند (Chen *et al*., 2007).

جدول ۳. اثرات متقابل زمان انبارمانی، کیتوزان و مرحله برداشت بر صفات کیفی میوه عروسک پشت‌پرده

Table 3. Interaction effects of storage period, chitosan and harvesting stage on qualitative traits of physalis fruits

Harvesting stage	Chitosan (%)	Storage duration of (Day)	TA (%)	TSS/TA (%)	Vitamin C ($mg.100gFW^{-1}$)	Carotenoid ($mg.100gFW^{-1}$)
Green mature	0	10	1.095 b	4.33 hi	185.18 e	37.07 d
Green mature	0	20	1.072 b	6.33 f	191.29 d	16.12 3f
Green mature	0	30	0.585 g	13.03 a	195.33 c	9.83 h
Green mature	0.5	10	1.279 ab	4.12 i	187.47 de	37.67 d
Green mature	0.5	20	1.105 b	5.063 h	192.79 cd	37.090 d
Green mature	0.5	30	0.867 cd	10.003 c	158.087 kj	9.49 h
Green mature	1	10	1.37 a	3.64 l	156.063 k	37.87 d
Green mature	1	20	1.201 ab	5.50 gh	193.115 cd	11.45 g
Green mature	1	30	0.688 e	7.48 ef	120.52 m	11.74 g
Yellowish green	0	10	1.109 b	5.40 gh	197.11 bc	58.47 c
Yellowish green	0	20	0.892 cd	7.28 ef	168.97 i	14.75 f
Yellowish green	0	30	0.545 h	11.74 b	142.48 l	6.043 j
Yellowish green	0.5	10	1.141 ab	4.77 hi	193.57 cd	68.013 ab
Yellowish green	0.5	20	0.990 bc	6.09 fg	198.14 b	8.75 hi
Yellowish green	0.5	30	0.810 de	7.35 ef	169.04 h	6.12 j
Yellowish green	1	10	1.171 ab	4.91 h	176.24 g	65.77 b
Yellowish green	1	20	1.002 bc	5.39 gh	176.44 fg	10.44 gh
Yellowish green	1	30	0.648 ef	11.19 b	162.78 j	8.54 hi
Yellow	0	10	0.987 bc	7.35 ef	201.54 a	68.80 ab
Yellow	0	20	0.825 d	8.50 d	186.9 de	18.75 e
Yellow	0	30	0.507 i	13 a	115.78 mo	10.093 gh
Yellow	0.5	10	1.01 bc	6.066 fg	199.225 ab	73.39 a
Yellow	0.5	20	0.877 cd	7.70 e	192.14 cd	8.76 hi
Yellow	0.5	30	0.618 f	9.29 cd	175.30 gh	7.10 i
Yellow	1	10	1.141 ab	5.86 g	189.165 de	74.87 a
Yellow	1	20	0.939 c	6.24 f	181.44 f	8.21 hi
Yellow	1	30	0.612 f	10.036 c	178.43 fg	5.56 k

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن می‌باشند.

In each column, averages with at least one common character have no significant difference at the 5% probability level of the Duncan test.

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص TSS/TA

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات زمان انبارمانی، سطوح مختلف کیتوزان و مرحله برداشت و همچنین اثرات متقابل سطوح مختلف کیتوزان و زمان انبارمانی، سطوح مختلف کیتوزان و مرحله برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. شاخص TSS/TA، در هر سه مرحله برداشت و نیز در تیمار میوه‌های دارای پوشش کیتوزان و فاقد کیتوزان در طی مدت‌زمان انبارمانی افزایش یافت (جدول ۳). با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول۳) میوه‌های سبز بالغ و بدون پوشش کیتوزان، بیشترین میزان شاخص طعم (۱۳/۰۳درصد) را در ۳۰ روز بعد از انبارمانی داشتند، و در پایان مدت‌زمان انبارمانی در بین تیمار مرحله برداشت نیز میوه‌های سبز بالغ بیشترین تغییر را در میزان شاخص TSS/TA را دارا بودند. همچنین کمترین میزان شاخص طعم (۳/۶۴ درصد) در میوه‌های سبز بالغ تیمارشده با کیتوزان با سطح یک درصد ۱۰ روز بعد از انبارمانی حاصل شد.

به‌طورکلی در هر سه مرحله برداشت توأم با پوشش‌دهی طی مدت‌زمان انبارمانی، شاخص طعم افزایش یافت، ولی پوشش کیتوزان به‌دلیل تأثیر بر آسیب‌های سرمایی باعث کاهش سرعت تنفس و از دست‌دهی رطوبت، بر میزان اسید قابل‌تیتراسیون مصرفی میوه‌ها پس از برداشت اثرگذار است و موجب حفظ اسید می‌شود (Echeverria & Valich, 1989). افزایش شاخص طعم طی انبارمانی به کاهش اسید کل و افزایش مواد جامد محلول بستگی دارد. با ایجاد آسیب سرمازدگی شدت تنفس افزایش می‌یابد و در نتیجه مصرف اسیدهای آلی و تبدیل آنها به قندها موجب افزایش شاخص طعم می‌شود (Ranjbar *et al*., 2008). بالاتر بودن میزان مواد جامد محلول در میوه‌های بدون پوشش و در اثر غلیظ‌شدن عصاره و کاهش اسید قابل‌تیتراسیون طی تنفس سبب افزایش میزان شاخص طعم است. اسید قابل‌تیتراسیون به‌طور مستقیم با میزان اسیدهای‌آلی میوه مرتبط است و کاهش در اسیدیته درنتیجه تغییرات متابولیکی در میوه به‌دلیل استفاده از اسیدهای آلی در فرایند تنفس است (B-Gol *et al*., 2013). در آزمایش‌های مشابه، جدا از تیمارها با طولانی‌شدن انبارمانی میزان اسید قابل‌تیتراسیون در میوه‌های پوشش داده‌شده کاهش یافت؛ اما شدت کاهش از نمونه‌های شاهد کندتر بود (Ali *et al*., 2011).

ویتامین ث

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثرات زمان انبارمانی، سطوح مختلف کیتوزان و مرحله برداشت و همچنین اثرات متقابل کیتوزان و مرحله برداشت و زمان انبارمانی، سطوح مختلف کیتوزان و مرحله برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۳)، با بلوغ میوه میزان ویتامین‌ث افزایش یافت ولی طی انبارمانی میزان ویتامین‌ث روند کاهشی داشت. سطوح مختلف کیتوزان به‌طور معنی‌داری از کاهش میزان ویتامین‌ث در طول انبارداری جلوگیری کرده است به‌طوری‌که بیشترین میزان ویتامین‌ث در ۱۰ روز بعد از انبارمانی (۲۰۱/۵۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله زردرنگ و فاقد پوشش کیتوزان و کمترین میزان ویتامین‌ث در ۳۰ روز بعد از انبارمانی (۱۱۵/۷۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه) در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله زردرنگ و فاقد پوشش کیتوزان مشاهده شد.

در طی رسیدن میوه، اسیداسکوربیک در میوه تجمع پیدا می‌کند، اما میزان افزایش در میوه‌هایی که روی گیاه باقی می‌ماند نسبت به میوه‌های برداشت‌شده در مرحله رسیده سبز و یا نارنجی بیشتر است. اسیدیته قابل‌تیتراسیون بالا، عامل پایداری اسیدآسکوربیک در میوه‌هاست، بنابراین عروسک پشت‌پرده همچون گوجه‌فرنگی به‌عنوان یک میوه با اسیدیته بالا، میزان اسید اسکوربیک نسبتاً پایدار در طی انبارداری پس از برداشت نشان داده است (Tavarini *et al*., 2007).

پوشش کیتوزان تأثیر قابل‌توجهی بر حفظ ویتامین ث در میوه‌های پوشش داده‌شده دارد (Xing *et al*., 2011). با توجه به گزارش‌های موجود، افزایش غلظت کیتوزان موجب کاهش روند رسیدن و تأخیر در پیری

www.SID.ir

Archive of SID

و حفظ بیشتر محتویات ویتامین ث می‌شود (Abbasi *et al.*, 2009). ازآنجایی‌که کاهش ویتامین ث وابسته به حضور اکسیژن می‌باشد (اکسیژن مولکولی سبب اکسیداسیون اسیدآسکوربیک می‌شود) وجود کیتوزان در فرمولاسیون پوشش میوه، موجب کاهش انتشار O_2، در نتیجه پایین‌آمدن شدت تنفس و تأخیر در رسیدن میوه و حفظ ویتامین ث و تأخیر پیری میوه‌های عروسک پشت‌پرده می‌شود.

کاهش افت میزان ویتامین ث به‌دلیل کاهش نفوذپذیری اکسیژن توسط پوشش‌هاست. اکسیژن کم باعث کاهش سرعت اکسیداسیون ویتامین ث می‌شود. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که شرایط اتمسفر تعدیل‌شده توسط پوشش کیتوزان موجب کاهش از دست دادن ویتامین‌ث می‌شود. در پژوهشی نیز کمترین افت ویتامین ث در انبه را با تیمار یک درصد کیتوزان گزارش دادند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (Chien *et al.*, 2007).

کلروفیل

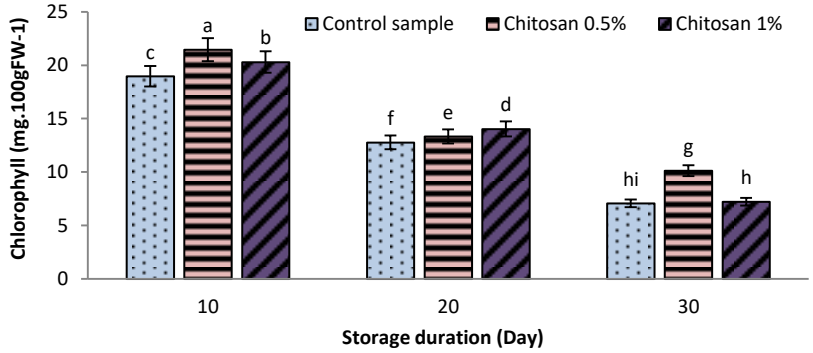
با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات زمان انبارمانی، سطوح مختلف کیتوزان و مرحله برداشت و همچنین اثرات متقابل زمان انبارمانی در مرحله برداشت، زمان انبارمانی در سطوح مختلف کیتوزان و سطوح مختلف کیتوزان در مرحله برداشت بر محتوای کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به جدول مقایسه میانگین (شکل۶) طی مدت‌زمان انبارمانی، باوجود کاهش میزان کلروفیل، پوشش کیتوزان از کاهش میزان کلروفیل جلوگیری کرده است به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل در ۱۰ روز بعد از انبارمانی (۲۱/۴۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) در میوه‌های دارای پوشش کیتوزان با سطح ۰/۵ درصد و کمترین میزان (۷/۰۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) کلروفیل در ۳۰ روز بعد از انبارمانی در میوه‌های فاقد تیمار پوششی کیتوزان مشاهده شد.

با بلوغ میوه و گذشت زمان انبارمانی میزان کلروفیل کل میوه کاهش یافت (شکل ۷). بیشترین میزان محتوای کلروفیل (۳۱/۱۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله سبز بالغ در ۱۰ روز بعد از انبارمانی به‌دست آمد، همچنین کمترین میزان کلروفیل (۵/۴۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله زردرنگ ۳۰ روز بعد از انبارمانی مشاهده شد (شکل ۷). میزان کلروفیل در سبزی‌ها باگذشت زمان در انبار کاهش می‌یابد. سبزی‌های حاوی کلروفیل در انبار به‌تدریج تغییراتی در محتوای کلروفیل آن‌ها رخ می‌دهد که عوامل محیطی مانند دما، اکسیژن و اتیلن بر میزان تغییرات کلروفیل اثر می‌گذارد (Haard, 1993). پوشش کیتوزان موجب حفظ رنگ‌دانه کلروفیل میوه در طی انبارمانی گردید. در میوه‌های عروسک پشت‌پرده، هر سه مرحله رشدی که با پوشش کیتوزان تیمارشده بودند مقدار کلروفیل در پایان دوره انباری بیشتر از میوه‌های شاهد بود. یکی از عوامل تخریب کلروفیل، اتیلن می‌باشد، در اثر کاهش تنفس با کاربرد کیتوزان، میزان تولید اتیلن نیز کاهش‌یافته و از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌شود (Chien *et al.*, 2007).

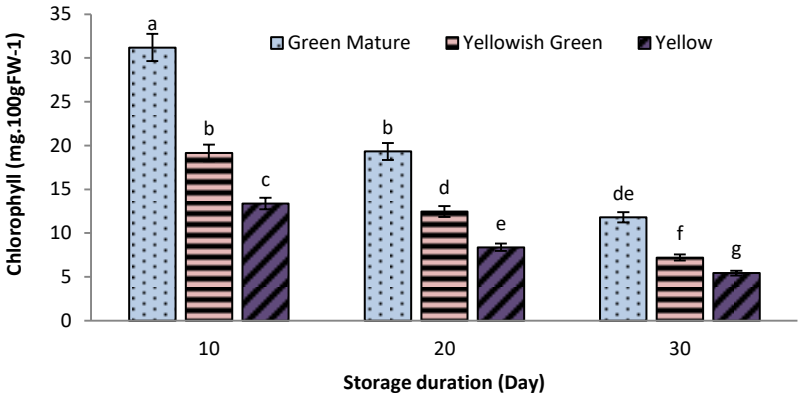
از مهمترین دلایل کاهش کلروفیل، تخریب آن‌ها به‌وسیله گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشد. از طرفی دیگر رقابت بین پیشی‌گرفتن آنزیم گلوتامیل‌کیناز به‌هنگام تنش از آنزیم گلوتامات‌لیگاز اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل باعث می‌شود تا پیش‌ساز گلوتامات بیشتر به مصرف اسیدآمینه‌ها به‌ویژه پرولین برسد. بنابراین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می‌شود. اعتقاد بر این است که کیتوزان سرعت تنفس را آهسته و تولید اتیلن را کاهش می‌دهد. همچنین گزارش‌شده است که در میوه پاپایا، کیتوزان باعث افزایش غلظت درونی دی‌اکسیدکربن شده است و به‌عنوان یک نتیجه، افزایش سطح دی‌اکسیدکربن باعث کاهش سنتز اتیلن و تأخیر در پیری میوه و درنتیجه کاهش تخریب کلروفیل می‌شود (Chien *et al.*, 2007). تأثیر مثبت کیتوزان بر حفظ کلروفیل در میوه‌های گواوا (Hong *et al.*, 2012) و لانگون‌فروت (Jiang *et al.*, 2001) نیز گزارش‌شده است، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد غلظت یک درصد کیتوزان در این آزمایش، باعث صدمه به بافت میوه شده که افزایش شدت تنفس و افزایش فعالیت آنزیم‌ها و درنتیجه کاهش میزان کلروفیل را باعث شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۶. اثر متقابل زمان انبارمانی و کیتوزان بر میزان کلروفیل در میوه‌های عروسک پشت‌پرده
Figure 6. Interaction effect of storage period and chitosan on chlorophyll content of physalis fruits



شکل ۷. اثر متقابل زمان انبارمانی و مرحله برداشت بر میزان کلروفیل در میوه‌های عروسک پشت‌پرده
Figure 7. Interaction effect of storage period and harvesting stage on the amount of chlorophyll of physalis fruits

کاروتنوئید

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثرات ساده زمان انبارمانی و مرحله برداشت و همچنین اثرات متقابل زمان انبارمانی با کیتوزان و مرحله برداشت بر میزان کارتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) میزان کارتنوئید با بلوغ میوه افزایش یافت. در تمامی سطوح پوشش کیتوزان و مرحله برداشت در طی مدت‌زمان انبارمانی کاهش یافت و این کاهش در میوه‌های پوشش داده‌شده کیتوزان در سطح یک درصد در پایان ۳۰ روز انبارمانی بیشتر بود به‌طوری‌که بیشترین میزان کارتنوئید در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله زردرنگ به‌ترتیب در تیمار پوشش کیتوزان در سطح یک درصد و ۰/۵ درصد (۷۴/۸۷ و ۷۳/۳۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) در ۱۰ روز بعد از انبارمانی و کمترین میزان کارتنوئید (۵/۵۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت تازه) در میوه‌های برداشت‌شده در مرحله زردرنگ تحت تیمار کیتوزان در سطح یک درصد مشاهده شد.

عوامل متعددی مانند مرحله رسیدگی، واریته و شرایط آب و هوایی؛ در میزان ترکیبات کارتنوئیدها مؤثر است (Martinez *et al*., 2001). انبارداری و فرآوری ممکن است به ناپایداری زنجیره کارتنوئیدها منجر شود. این ترکیبات ممکن است تحت فرآیند ایزومریزاسیون (ایجادشده با دما، نور و اسید) و اکسیداسیون (ناشی از دما، نور، فلزات و آنزیم‌ها) تجزیه شوند (Stahi *et al*., 2003). نتایج بیانگر افزایش غلظت کارتنوئیدها در نمونه‌های عروسک پشت‌پرده در طی مراحل بلوغ و انبارمانی است. شیب تغییرات مشاهده‌شده طی دوره انبارمانی احتمالاً به تبدیل انواع کارتنوئیدها به یکدیگر و ایزومریزاسیون بین آنها مربوط می‌شود (Chien *et al*., 2007).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به نتایج حاصل از بررسی مراحل رشد و نمو در میوه‌های عروسک پشت‌پرده با بلوغ میوه میزان کلروفیل کاهش‌یافته و کارتنوئید میوه افزایش می‌یابد، همچنین در طی انبارمانی میزان کارتنوئید روند کاهشی را دنبال می‌کند. غلظت زیاد کیتوزان باعث صدمه به بافت میوه شده و افزایش تنفس و زوال کارتنوئید را ناشی می‌شود و به‌همین علت غلظت کیتوزان ۱٪ در این آزمایش، نتوانسته بهترین تأثیر را در بین تیمارها داشته باشد. برخی محققین تأثیر تیمار کیتوزان ۰/۵٪ را بهتر از کیتوزان ۱٪ گزارش‌کرده و علت آن را صدمه بافت‌های میوه در غلظت‌های بالای کیتوزان بیان نمودند (Finidokht *et al*., 2011)؛ که نتایج حاصل از این آزمایش با آن مطابقت دارد. کارتنوئیدها، رنگ‌دانه‌هایی هستند که نقش مهمی در حمایت گیاهان در برابر فرآیندهای اکسیداتیو دارند که می‌تواند به‌عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدانی با اکسیژن منفرد و رادیکال پراکسید واکنش دهند (Stahi *et al*.,2003). در این تحقیق تغییرات میزان کارتنوئید کل در مراحل رشد و انبارمانی گیاه معنی‌دار بود به‌طوری‌که میوه بالغ دارای بالاترین میزان کارتنوئید بود. گزارش‌ها نشان داده است که میزان کارتنوئید کل در گیاهان رازیانه و شنبلیله با بلوغ افزایش می‌یابد (Singh *et al*., 2010). سطح کلروفیل و کارتنوئید در برگ‌های ذرت وابسته به سن است (Drazkiewicz & Barzyorski, 2005).

نتیجه‌گیری کلی

پژوهش حاضر باهدف بررسی تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان بر کیفیت انبارمانی، طی مراحل مختلف برداشت میوه‌های عروسک پشت‌پرده انجام گرفت. نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش نشان داد که ویتامین ث و شاخص طعم در میوه‌های برداشت‌شده معنی‌دار و در مرحله زردرنگ و تا روز دهم انبارمانی بیشتر بود و از روز دهم به بعد با کاهش همراه بود، همچنین با بلوغ و تغییر رنگ میوه، میزان کلروفیل و اسیدیته قابل‌تیتراسیون کاهش و میزان ویتامین‌ث و کارتنوئید افزایش یافت که این بهبود شاخص طعم و مزه را به‌همراه خواهد داشت؛ نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش نشان داد با افزایش زمان انبارمانی، کیفیت ظاهری، میزان مواد جامد محلول و فنل کل در میوه کاهش یافت. تیمار میوه‌ها با غلظت ۰/۵ درصد کیتوسان به‌صورت غوطه‌وری باعث حفظ کیفیت ظاهری، ویتامین ث، کلروفیل و کاروتنوئید و فنل کل در میوه‌های عروسک پشت‌پرده شد.

REFERENCES

1. Abbasi, N. A., Iqbal, Z., Maqbool, M. & Hafiz, I. A. (2009). Postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruits as affected by coating. *Pakistan Journal of Botany*, 41, 343-357.
2. Ali, A., Tengku, M., Muda, M., Sijam, K. & Siddiqu, Y. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. *Food Chemistry*, 124, 620-626.
3. Andrade, L. (2008). Physalis ou uchuva: fruta da Colômbia chega ao Brasil. Revista Rural, São Paulo. *Agronomy Journal*, 38, 11-12.
4. Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, 112-121.
5. Avila, A. J. (2006). Influencia de la madurez Del fruto Y del secado del cáliz en uchuva *Physalis peruviana* L., almacenada a 18ºC. *Acta Agronómica Colombiana, Bogotá*, 55(4), 29-38.
6. Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y. & Wang, C. Y. (2004). Effect of storage temperature on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Lebensm-Wiss. *Food Science and Technology*, 37, 687-695.
7. Gol, B. N., Patel, R., Rao, P. & Ramana, T. V. (2013). Improvement of quality and shelf life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 185-195.
8. Bako, S. P. & Adams, F. (2005). Respiratory weight loss in Yam (Dioscorea rotundata Poir) Tubers, fruits of Valencia oranges (*Citrus sinensis* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) stored using plant derived materials as protective coating in Zaria, Nigeria. *International Journal of Botany*, 1(2), 143-146.
9. Bastos, G. N., Silveira, A. J., Salqado, C. G., Picanco-Diniz, D. I. & Nascimento, J. L. (2008). *Physalis angulata* exerts anti-inflammatory effects in rats by inhibiting different pathways. *Journal of Ethnopharmacol*, 118(2), 246-251.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Bautista-Banos, S., Hernandez-Lauzardo, A. N., Velazquez-Del Valle, M. G., Hernandez-Looez, M., Ait-Barka, E., Bosquez-Molina, E. & Wilson, C. L. (2006). Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*, 25, 108-118.
11. Bautista-Banos, S., Hernandez-Lopez, M., Bosquez-Molina, E. & Wilson, C. L. (2003). Effects of chitosan and plant extractes on growth of Colletotrichum gloeosporioides, anthracnose levels and quality of papaya fruit. *Crop Protection*, 22, 1087-1092.
12. Cao, S., Zheng, Y., Kaituo, W., Huaijin, R. & Tang, Sh.Sh. (2010). Effect of methyl jasmonate on cell wall modification of loquat fruit in relation to chilling injury after harvest. *Food Chemistry*, 118, 641-647.
13. Chien, P. J., Sheu, F. & Yang, F. H. (2007). Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango Fruit. *Journal of Food Engineering*, 78, 225-229.
14. Chitarra, M. I. F. A .B. (2005). *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. (2nd Ed.). Lavras: UFLa.
15. Diaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillen, F., Valverde, J. M., Valero, D. & Serrano, M. (2011). Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars. 2. Effect on bioactive compounds and antioxidant activity. *Postharvest Biology and Technology*, 61, 110-116.
16. Ding, C. K., Chachin, K., Ueda, Y., Wang, C. Y., Imahoria, Y. & Chien, Y. W. (2002). Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 24, 341-348.
17. Dissa, A. O., Desmorieux, H., Bathiebo, J. & Koulidiati, J. (2008). Convective drying characteristics of Amelie mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Amelie') with correction for shrinkage. *Journal of Food Engineering*, 88, 429-437.
18. Dong, H. L., Cheng, J., Tan, K., Zheng & Jiang, Y. (2004). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Journal of Food Engineering*, 64, 355-358.
19. Drazkiewicz, M. & Barzyorski, T. (2005). Growth parameters and photosynthetic pigments in leaf segments of Zea mays exposed to cadmium, as related to protection mechanisms. *Journal of Plant Physiology*, 162, 1013-1021.
20. Echeverria, E. & Valich, J. (1989). Enzymes of sugar and acid metabolism in stored Valencia organs. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 114, 445-449.
21. Eum, H. L. Hwang, D. K. Linke, M. Lee, S.K. & Zude, M. (2009). Influence of edible coating on quality of plum (*Prunus salicina* Lindl. cv. 'Sapphire'). *European Food Research and Technology*, 229, 427-43.
22. Finidokht, R., Asghari, M. & Shirzad, H. (2011). The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape "Shahroodi". *Iranian Journal of Food Science*, 26(4), 378-384. (In Farsi).
23. Fischer, G. & Martinez, O. (1999). Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación com la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana, Bogotá*, 16(1), 35-39.
24. Gao, Y. Ma., Y. Li, M., Cheng, T. Li, S. W., Zhang, J. & Xia, N. S. (2003). Oral immunization of animals with transgenic cherry tomatillo expressing HBsAg. *World Journal Gastroenterol*, 9(5), 996-1002.
25. Haard, F. N. (1993). Características de los tejidos vegetales comestibles. In: FennemaOR, editor. *Química de los Alimentos*. 2nd ed. Zaragoza: Acribia. 961-1024.
26. Han, J., Tian, S. P., Meng, X. H. & Ding, Z. H. (2006). Response of physiologic metabolism and cell structures in mango fruits to exogenous methyl salicylate under low temperature stress. *Physiologia Plantarum*, 128, 125-133.
27. Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Valle, V. D., Velez, D. & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 110, 428-435
28. Hong, K. J., Xie, L., Zhang, D. Sun. & Gong, D. (2012). Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 144, 172-178.
29. Jalili Marandi, R. (2004). *Postharvest Physiology (Handling and storage of fruits, vegetables and ornamental plants)*. Publishers Jihad Urmia University. (2nd ed.). p. 276.
30. Jiang, T. J., Feng, L. F. & Li, J. R. (2012). Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan–glucose complex coating under cold storage. *Food Chemistry*, 131, 780-78.
31. Jiang, Y. M. & Li, Y. B. (2001). Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry*, 73, 139-143.
32. Julia, F. & Morton. (2010). Fruits of Warm Climates Center for New Crops and Plant Products Purdue University Department of Horticulture and Landscape Architecture 625 Agriculture Mall Drive West Lafayette, IN 47907.

www.SID.ir

Archive of SID

33. Kissmann, K. G. & Groth, D. (1995). *Plantas infestantes e nocivas*, Tomo III, BASFSA. 485-487.
34. Klimczak, L., Malecka, M. Szalchta, M. & Gliszczynska-Swiglo, A. (2007). Effect of storage on the contents of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (16), 313-322.
35. Maghsoodi, V. (2003). Effect of vanillin on germination time and radial growth of moulds in apple pure. *Journal of Plant Physiology*, 22, 153-164.
36. Marandi, Ch. (2003). *Post-harvest physiology*. Urmia University Press, 5-559-59. (in Farsi)
37. Martinez, G. A., Civello, P. M., Chaves, A. R. & Anon, M. C. (2001). Characterization of peroxidase mediated chlorophyll bleaching in strawberry fruit. *Phytochemical*, 58, 379-387.
38. Mchugh, T. H. & Senesi, E. (2000). Apple wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*, 65(3), 480-485.
39. Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O. G. (2005). As well as their scavenging activity. *Food Chemistry*, 91, 571-577.
40. Meng, X. Li, B. Liu, J. & Tian, Sh. (2008). Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*, 106, 501-508.
41. Park, S. I., Stan, S. D., Daeschel, M. A. & Zhao, Y. (2005). Antifungal coatings on fresh strawberries (*Fragaria* × *ananassa*) to control mold growth during cold storage. *Journal Food Sciences*, 70(4), 202-207.
42. Pietro, R. C., Kashima, S. Sato, D. N., Januario, A. H. & Franca, S. C. (2000). In vitro antimycobacterial activities of *Physalis angulata* L. Phytomedicine. *Acta Agronómica Colombiana, Bogotá*, 7 (4), 335-338.
43. Pio Corrˆea, M. (1926). Diccionario das Plantas Uteis do Brasil, Rio de Janeiro: Vol-I. *Directoria Geral de Estat´ıstica*, 26, 408-409.
44. Rangbares, H., Hassanpour, M. & Asgari Sarcheshmeh, M. A. (2006). Effect of calcium chloride, hot water and polyethylene coating on shelf life and quality of pomegranate fruit. *Science and food Technology of Iran*, 4 (2), 1-9. (in Farsi)
45. Rodrigues, F. A. (2012). Caracterização do ponto de colheita de *Physalis peruviana* L. na região de Lavras MG. *Bioscience Journal, Uberlândia*, 28(6), 862-867.
46. Singh, P., Singh, U., Shukla, M. & Singh, R. L. (2010). Variation of some phytochemicals in methi and saunf plants at different stages of development. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, 4, 93-99.
47. Stahi, W. & Sies, H. (2003). Antioxidant activity of carotenoids. *Molecular and Medicine*, 24, 345-351.
48. Tabatabaekoloor, R. (2012). Orange responses to storage conditions and polyethylene wrapped liner. *Agricultural Engineer International: CIGR Journal*, 14(2), 127-130.
49. Tavarini, S., Remorini, D. & Massai, R. (2007). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids change during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Journal of Food Chemistry*, 107, 282-288.
50. Thompson, A. K., Been, B. O. & Perkins, C. (1972). Handling, storage and marketing of plantains. In: Proceedings of *the tropical region of the American Society of Horticultural Science*, 16, 205-212.
51. Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J. & Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Chemistry*, 124, 1443-1450.

www.SID.ir