Pages
71-82

Investigation of the Impact of Various Packaging Types on Moisture Retention and Some Bioactive Compounds of Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.) During Storage

J. Rahaii Chokami[1]*and M. Hassanpour Asil[2]

1) Ph. D. graduate Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran.
2) Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran.

*Corresponding author**: rahaii85@gmail.com**

Received date: 2023.12.20 **Accepted date: 2024.02.19**

Abstract

Peppers are a popular fresh product in the market, but they have a limited shelf life. This study aimed to assess the influence of different types of packaging on weight loss, ascorbic acid content, total phenols, flavonoids, and antioxidant capacity in bell peppers during storage. The study compared five types of packaging: nylon freezer wrap, zip-kip bags, cellophane, plastic boxes, and paper cartons. Overall, peppers stored in plastic bags and containers exhibited lower weight loss compared to the control group (paper carton packaging). The most significant decreases in total phenols, flavonoids, and vitamin C content were observed in peppers stored in cartons. In contrast, bell peppers stored in freezer bags, zip-kip bags, and cellophane maintained higher levels of ascorbic acid, phenolic compounds, and flavonoids than the control group. In general, the highest losses in phenolic and flavonoid content were found in the control group, while the lowest losses were observed in peppers stored in freezer bags and zip-kip bags. Peppers stored in zip-kip bags and nylon freezer wrap demonstrated higher antioxidant capacity compared to those stored in other packaging types and the control group. Overall, the use of polyethylene bags, such as freezer bags and zip-kip bags, proved to be more effective in preserving the bioactive compounds of bell peppers during storage.

Keywords: Antioxidant capacity, Flavonoids, Total phenols and Vitamin C.

بررسی تأثیر انواع بسته‌بندی بر حفظ رطوبت و برخی ترکیبات زیست فعال فلفل دلمه (*Capsicum annuum* L.) در دوره انبارمانی

شماره صفحات
۸۲-۷۱

جمیله رهایی[1*] و معظم حسن‌پور اصیل[2]

۱) دانش‌آموخته سابق دکتری، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲) استاد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

* نویسنده مسئول: **rahaii85@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰

چکیده

فلفل یک کالای تازه محبوب در بازار است اما ماندگاری محدودی دارد. مطالعه حاضر اثر چند نوع مختلف بسته‌بندی را بر کاهش وزن، اسید آسکوربیک، فنل کل، فلاونوئیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی فلفل دلمه در طی انبارمانی ارزیابی کرد. پنج نوع بسته بندی در این مطالعه مورد آزمایش قرار گرفتند: پوشش نایلون فریزر، بسته زیب کیپ، سلوفان، جعبه پلاستیکی و کارتون کاغذی. در مجموع، فلفل های بسته بندی شده در کیسه و ظروف پلاستیکی کاهش وزن کمتری نسبت به شاهد (بسته بندی کارتن) نشان دادند. بیشرین کاهش در میزان فنل کل، فلاونویدها و ویتامین ث در فلفل های بسته بندی شده در کارتن بود. هنگامی که فلفل دلمه در کیسه فریزری، زیپ کیپ و سلوفان بسته بندی شدند، سطوح بالاتری از اسید آسکوربیک، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی را نسبت به نمونه‌های شاهد حفظ کردند. به طور کلی، بیشترین کاهش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در نمونه های شاهد بود، در حالی که کمترین تلفات فنلی و فلاونوئیدی در فلفل های بسته بندی شده با کیسه فریزر و زیپ کیپ ثبت شد. فلفل‌های بسته‌بندی شده با زیپ کیپ و نایلون فریزر نسبت به فلفل‌هایی که با فیلم‌های دیگر و نمونه‌های شاهد بسته‌بندی شده بودند، فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری را حفظ کردند. در مجموع استفاده از کیسه های پلی اتیلنی مانند کیسه فریزر و زیپ کیپ اثرات بهتری در حفظ ترکیبات زیست فعال فلفل دلمه در طی نگهداری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئیدها، فنول کل و ویتامین ث.

مقدمه

فلفل ها در سراسر جهان کشت می شوند و به دلیل طعم های متنوع و مواد مغذی ارزشمند در غذاهای بسیاری از جوامع گنجانده شده اند. فلفل‌ها علاوه بر مصارف آشپزی، برای مقاصد تولید رنگ‌های طبیعی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند و به‌خاطر خواص دارویی‌شان نیز ارزشمند هستند (Ramachandran *et al.*, 2013; Sura *et al.*, 2015) .فلفل ها منابع عالی مواد شیمیایی گیاهی مانند آنتوسیانین ها، ویتامین ها، اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و کپسایسینوئیدها هستند (Kumar *et al.*, 2009) .این ترکیبات به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های اولیه یا پاک‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند و از جمله فیتوکمیکال‌های اصلی مرتبط با سلامتی، از جمله فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و ضد میکروبی، کاهش بروز دیابت نوع ۲ و چاقی، محافظت در برابر کلسترول بالا و کاهش شیوع بیماری های قلبی عروقی تصلب شرایین می باشند (Alvarez-Parrilla *et al.*, 2011; Hurtado-Fernandez *et al.*, 2010; Sura *et al.*, 2015). فلفل ها معمولاً در مراحل اولیه سبز شدن و قرمز شدن دیررس چیده می شوند .آنها ماندگاری محدودی دارند و برای حفظ کیفیت آنها و به حداقل رساندن اتلاف ذخیره سازی نیاز به روش های مناسب پس از برداشت دارند .(Mahajan *et al.*, 2010; Erin *et al.*, 2018) عوامل مختلفی در کاهش کیفیت میوه فلفل پس از برداشت نقش دارند، مانند افزایش نرخ تنفس، تولید اتیلن، مسائل فیزیولوژیکی و پیری .(Chitravathi *et al.*, 2016) ارزش غذایی فلفل تحت تأثیر مرحله رشد میوه، روش های فرآوری و شرایط پس از برداشت در طول نگهداری، حمل و نقل و جابجایی قرار می گیرد (Chung *et al.*, 2012). علاوه بر این، از دست دادن آب، چروکیدگی، نرم شدن بافت، مشکلات فیزیولوژیکی و حملات قارچی نیز می تواند بر کیفیت تغذیه فلفل تأثیر بگذارد (Ilic *et al.*, 2017). روش های مختلفی را می توان برای افزایش ماندگاری فلفل ها مانند تنظیم دمای نگهداری، افزایش رطوبت و استفاده از فیلم های بسته بندی برای حفظ کیفیت محصول در طول زمان به کار برد (Sharma *et al.*, 2013). در طول ذخیره سازی، طیف وسیعی از تیمارها مانند مداخلات فیزیکی، شیمیایی و گازی را می توان برای به تاخیر انداختن رسیدن میوه و حفظ ارزش غذایی فلفل اجرا کرد (Ilić *et al.*, 2012; Mahajan *et al.*, 2010). تحقیقات نشان می‌دهد که دمای ذخیره‌سازی بهینه و سطوح رطوبت نسبی بالا می‌تواند به کاهش اتلاف آب و افزایش عمر مفید میوه‌های فلفل کمک کند (Sharma *et al.*, 2013). نشان داده شده است که دمای نگهداری پایین تر و افزایش رطوبت باعث افزایش طول عمر فلفل ها می شود، البته دمای بیش از حد پایین ممکن است منجر به آسیب های سرد شود (Lim *et al.*, 2007). در حا حاضر، بسته‌بندی برای افزایش عمر ماندگاری و حفظ کالاهای فاسد شدنی مورد استفاده قرار می گیرد (Manolopoulou *et al.*, 2012). انواع مختلفی از فیلم های بسته بندی، مانند پلی پروپیلن، پلی نایلون چند لایه، کیسه نایلونی وکیوم شده و پلی اتیلن، برای افزایش ماندگاری بسیاری از کالاها، از جمله سبزی و میوه ها، استفاده شده است. این فیلم ها از نظر خواص بازدارنده و نفوذپذیری انتخابی بر اساس ضخامت و ترکیب مواد متفاوت هستند. فیلم‌های بسته‌بندی یک تکنیک مهم را نشان می‌دهند که به طور موثر فرآیندهای

فیزیولوژیکی مانند از دست دادن آب، سرعت تنفس، تعرق، تولید اتیلن، نرم شدن و پوسیدگی را در انواع سبزیجات و میوه‌ها به تاخیر می‌اندازد (Sahoo *et al*., 2014; Barbosa *et al*., 2020). در حال حاضر از بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده یا تغییر یافته برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت فلفل دلمه استفاده می گردد (Sayyari et al., 2019). هدف از این پژوهش ارزیابی اثرات چندین نوع بسته بندی بر کیفیت فلفل دلمه بود. در این پژوهش، کاهش وزن، برخی ترکیبات زیست فعال، فعالیت های آنتی اکسیدانی و محتوای اسید اسکوربیک را در فلفل دلمه با شرایط بسته بندی را اندازه گیری کردیم.

مواد و روش ها

مواد گیاهی

فلفل های دلمه‌ای که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفتند از گلخانه تجاری در مراحل قرمز بالغ جمع‌آوری شدند. میوه های فلفل برداشت و در کیسه های پلی اتیلن در یک ظرف سرد قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل شدند. قبل از انجام آزمایش میوه های یک اندازه و بدون آسیب های فیزیکی ظاهری با آب مقطر شسته و در هوای آزمایشگاه خشک شدند.

بسته بندی و شرایط نگهداری

شش نوع بسته بندی مختلف شامل: پوشش نایلون فریزر (پلی اتیلن سبک ابعاد ۳۰×۴۰ سانتی متر، ضخامت ۱۰ میکرون)، بسته زیب کیپ (پلی اتیلن سبک ابعاد ۲۵×۳۵ سانتی متر، ضخامت ۴۰ میکرون)، کارتون کاغذی (سلولزی، ابعاد ۳۵×۲۵×۲۰ سانتی متررریال ضخامت ۴ میلیمتر)، جعبه پلاستیکی (پروپیلن سنگین ابعاد ۱۳/۵×۲۲/۵×۷/۵ سانتی متر، ضخامت ۴۰۰ میکرون) و سلفون (پروپیلن ابعاد ۳۰×۴۰ سانتی متر، ضخامت ۲۵ میکرون) مورد آزمایش قرار گرفتند. به ترتیب سه فلفل در هر بسته بندی مربوطه خود قرار داده شد. برای هر تیمار سه تکرار در هر زمان اندازه گیری (۰، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز) در نظر گرفته شد، سپس فلفل‌های بسته بندی شده و در دمای ۱۳ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد (RH) به مدت ۲۱ روز برای ارزیابی کیفیت نگهداری شدند.

کاهش وزن

کاهش وزن (٪) فلفل به عنوان درصد وزن اولیه هر نمونه با استفاده از ترازوی الکترونیکی اندازه گیری شد. کاهش وزن هر بسته‌بندی در ابتدای آزمایش، شرایط بازاریابی شبیه‌سازی شده در روزهای هفتم، چهاردهم و بیست و یکم ثبت شد.

اندازه گیری ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی

نمونه های فلفل به وزن ۰/۵ گرم با ۱۵ میلی لیتر (۸۰ درصد متانول) مخلوط و به مدت ۵ دقیقه همگن شدند. مایع رویی عصاره فلفل برای ارزیابی فنول کل و فلاونوئید کل فیلتر شد. کل فنول ها و فلاونوئیدها با روش های اسپکتروفتومتری برآورد شدند. کل ترکیبات فنلی بر اساس روش اعلام شده توسط کالیتا و جیانتی (۲۰۱۴) محاسبه شد. کل ترکیبات فنلی نمونه فلفل

به صورت اسید گالیک (µg/g) محاسبه شد. از روش رنگ سنجی برای ارزیابی کل ترکیبات فلاونوئیدی در نمونه های فلفل استفاده شد. کل ترکیبات فلاونوئیدی نمونه های فلفل به صورت کورستین (µg/g) بیان شد.

استخراج و آنالیز اسید آسکوربیک

اندازه‌گیری اسید آسکوربیک یا ویتامین C، در نمونه‌های میوه با استفاده از روش تغییر یافته‌ی کلاین و پری (۱۹۸۲) انجام شد. در این روش، ۵ گرم از نمونه‌های فلفل با ۵۰ میلی‌لیتر اسید متافسفریک به میزان ۱ درصد (وزن به حجم) عصاره‌گیری شد. سپس عصاره به وسیله سانتریفیوژ با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس، یک میلی‌لیتر از این عصاره با ۹ میلی‌لیتر محلول دیکلروفنل ایندوفنل (DCIPP) با غلظت ۰/۰۵ میلی‌مولار مخلوط و جذب نمونه‌ها سریعاً با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای تهیه استاندارد از اسید L-آسکوربیک ستفاده شد. مقدار ویتامین C به میلی‌گرم برای هر ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه شد (Perry & Klein, 1982).

فعالیت آنتی اکسیدانی (سنجش DPPH)

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها با استفاده از روش اندازه‌گیری مهار رادیکال‌های آزاد با استفاده از محلول ۲،۲-دی‌فنیل۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) مورد بررسی قرار گرفت [قاسم‌نژاد و همکاران، ۲۰۱۱]. در این روش، ۵۰ میکرولیتر از عصاره فلفل در لوله‌های فالکون کوچک قرار داده شده و به آن ۹۵۰ میکرولیتر از محلول DPPH با غلظت ۵-۱۰×۶/۲۵ اضافه شده و مخلوط شد. سپس محلول در دمای اتاق و در تاریکی نگهداری شد. پس از ۱۵ دقیقه، میزان جذب نمونه‌ها با استفاده از اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. فعالیت DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه شده است:

رابطه۱: $$\% \text{ DPPHsc} = \frac{(\text{Acont} - \text{Asamp})}{\text{Acont}} \times 100$$

در این رابطه، DPPHsc%= درصد بازدارندگی، Acont = میزان جذب DPPH، Asamp= میزان جذب (نمونه + DPPH)

تجزیه و تحلیل آماری

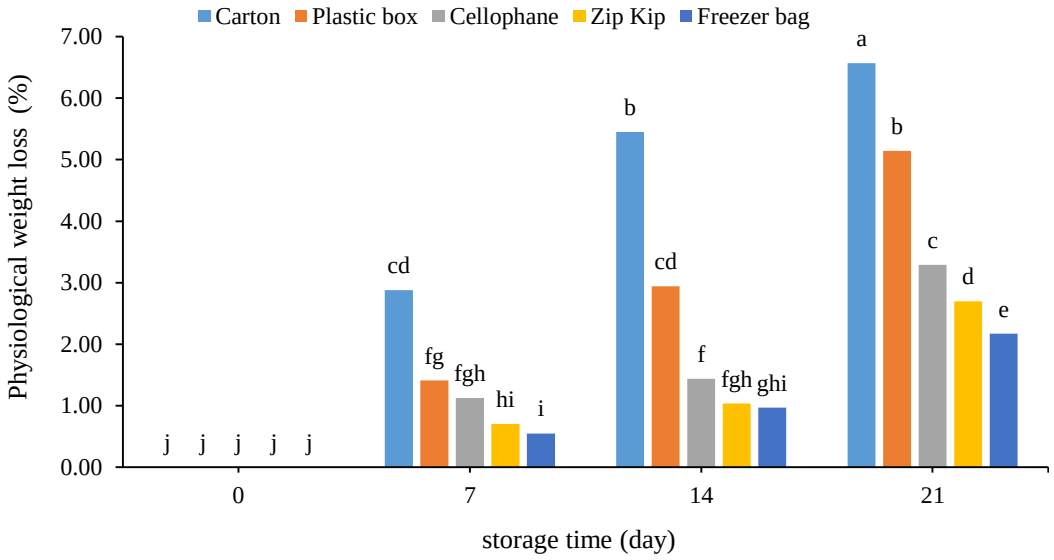
اثرات بسته بندی و زمان نگهداری بر کاهش وزن، فعالیت آنتی اکسیدانی، ویتامین C و ترکیبات زیست فعال با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SAS(V: 9.1) تعیین شد. آزمون توکی برای تعیین اینکه آیا تفاوت بین میانگین ها در $P<0.05$ معنی دار است یا خیر انجام شد.

نتایج و بحث

کاهش وزن

کاهش وزن یکی از مهم ترین پارامترهای کیفی است که ماندگاری میوه ها و سبزیجات را تعیین می کند (Castro *et al.*, 2002). کاهش وزن در میوه ها و سبزیجات در طول ذخیره سازی در درجه اول به دلیل از دست دادن آب ناشی از تنفس و

تبخیر است که به دما، رطوبت نسبی و شرایط نگهداری بستگی دارد (Awole *et al.*, 2011). در این پژوهش مشاهده شد که بسته بندی و شرایط نگهداری بر کاهش وزن میوه های فلفل در طول زمان نگهداری تأثیر می گذارد (شکل ۱). کاهش وزن در فلفل های بسته بندی شده با زیپ کیپ و کیسه فریزری در مقایسه با شاهد کمتر بود. Manolopoulou و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که فلفل دلمه بسته بندی شده با پلی اتیلن کم چگالی (مانند کیسه فریزر و زیپ کیپ) کاهش وزن بسیار کمتری نسبت به دگر انواع بسته بندی ها داشتند به طوریکه پس از ۲۱ روز نگهداری کاهش وزن کمتر از ۲ درصد نسبت به نمونه های شاهد بود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.



شکل ۱: میزان کاهش وزن میوه های فلفل دلمه‌ای در بسته‌بندیهای مختلف در طی زمان انبارمانی

Figure 1: Weight loss of bell pepper fruits in different packages during storage

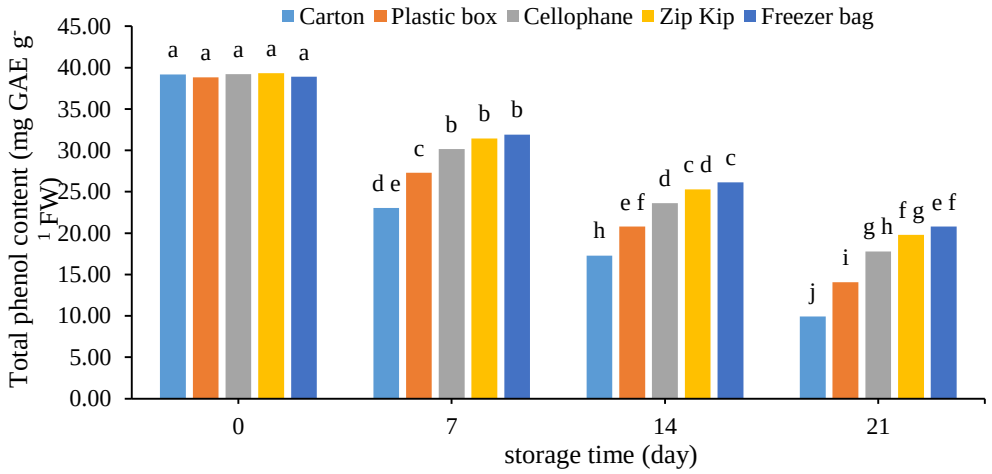
فنول کل، فلاونوئید کل و اسید آسکوربیک

فلفل منبع عالی از ترکیبات زیست فعال از جمله کاروتنوئیدها، فنولیک ها و فلاونوئیدها است. نمونه‌های فلفل در هر مرحله اندازه گیری تغییرات قابل توجهی ($p\leq 0.05$) در محتوای فنل کل در بسته بندی های مختلف نشان دادند. نتایج نشان داد که سطوح فنول کل با افزایش زمان ذخیره سازی کاهش یافت و بیشترین تلفات فنول کل در نمونه های کنترل ایجاد شد. میوه های فلفل دلمه که در کیسه فریزر و زیپ کیپ بسته بندی شده بودند، کمترین اتلاف ترکیبات فنلی را نشان دادند، در حالی که شاهد بیشترین از دست دادن ترکیبات فنلی را نشان دادند (شکل ۲). سطوح فلاونوئید کل در فلفل‌های بسته‌بندی شده، از ترتیب کیسه فریزری > زیپ کیپ> سلوفان> جعبه پلاستیکی> نمونه‌های کنترل پیروی کردند. کاهش قابل توجهی در فلاونوئید کل در طول ذخیره سازی مشاهده شد. بیشترین تلفات فلاونوئید کل در نمونه‌های شاهد ۷/۷۷ درصد بود، در حالی که کمترین افت فلاونوئید کل در نمونه‌های بسته بندی شده با کیسه فریزر به ممیزان ۳/۷۹ درصد بود (شکل ۳). کاهش ترکیبات فنلی به

اکسیداسیون توسط پلی فنل اکسیداز نسبت داده می شود Szwejda-Grzybowska .(Yamaguchi *et al.*, 2003) و همکاران. (۲۰۱۶) گزارش کردند که میوه های فلفل که در دمای ۵ درجه سانتیگراد به مدت چهار روز نگهداری می شدند، ۲ تا ۷ درصد در واریته بلوندی و ۱۱ تا ۲۰ درصد در واریته Yecla، در میزان پلی فنل ها کاهش نشان دادند. بسیاری از محققان نتایج مشابهی را گزارش کردند که ترکیبات فنلی در فلفل با افزایش زمان نگهداری کاهش می یابد (Barbagallo *et al.*, 2012; Haishan *et al.*, 2019; Iqbal *et al.*, 2015). چانگ و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کرد که فلفل های بسته بندی شده در کیسه های پلی اتیلن (۵۰ میکرومتر) سطح بالایی از محتوای فنلی را حفظ کردند. نتایج نشان داد که فلفل هایی که با فیلم های مختلف بسته بندی شده بودند، پایداری ترکیبات زیست فعال را در طول ذخیره سازی افزایش دادند. علاوه بر این، بسته‌بندی فلفل‌ها با لایه‌های مختلف به طور موثری کاهش محتوای کل فنول و فلاونوئید کل را در نمونه های فلفل کند کرد. ویتامین C یکی از مهم ترین ترکیبات فعال زیستی در فلفل است که نقش اساسی را به عنوان یک ترکیب آنتی اکسیدانی ایفا می کند (Zhang *et al.*, 2003). طیف وسیعی از غلظت اسید اسکوربیک در ارقام فلفل گزارش شده است. از این رو، تفاوت ها به نوع واریته، تنوع ژنتیکی، مرحله رسیدن و شرایط آب و هوایی مربوط می شود (Kumar *et al.*, 2009). مطالعات متعدد نشان می دهد که سطح اسید اسکوربیک در میوه ها با متابولیسم کربوهیدرات ها مرتبط است و سطح اسید اسکوربیک در میوه های در حال رسیدن به دلیل تجمع قندها بالاتر است (Campos *et al.*, 2013). یک تغییر معنی‌دار ($p \geq ۰/۰۵$) در محتوای اسید اسکوربیک بین فلفل‌های بسته‌بندی شده با کیسه ها و جعبه پلاستیکی و کنترل‌ها مشاهده شد (شکل ۴). نتایج نشان داد که فلفل ها در ابتدای نگهداری دارای بالاترین میزان اسید اسکوربیک بودند. داده های حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش زمان نگهداری در فلفل های بسته بندی شده و نمونه های شاهد، سطح اسید اسکوربیک کاهش یافت. در طول نگهداری، بیشترین تلفات اسید اسکوربیک در نمونه های شاهد مشاهده شد، در حالی که کمترین افت اسید اسکوربیک در فلفل هایی بود که با کیسه فریزری و زیپ کیپ بسته بندی شده بودند. مطالعات مختلف نتایج مشابهی را در مورد از دست دادن اسید اسکوربیک در فلفل در طول نگهداری گزارش کردند (Sahoo *et al.*, 2014; Haishan *et al.*, 2019; Chávez-Mendoza *et al.*, 2015).

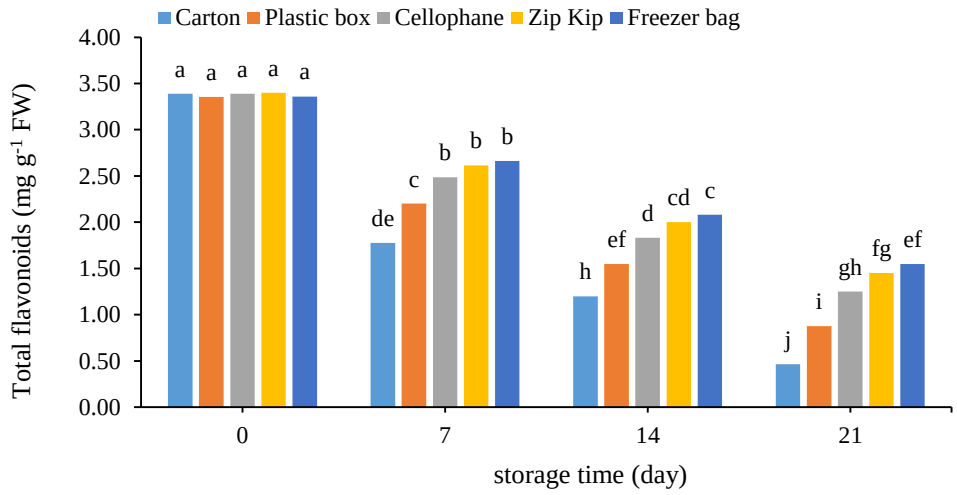
فعالیت آنتی اکسیدانی

ترکیبات آنتی اکسیدانی میوه ها و سبزیجات نقش اساسی در کاهش خطر ابتلا به چندین بیماری مزمن دارند (Singh *et al.*, 2015). فعالیت آنتی اکسیدانی با ترکیبات زیست فعال مانند ویتامین C، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی مرتبط است. ترکیبات آنتی اکسیدانی می توانند ترکیبات رادیکال آزاد را به دلیل خواص ردوکس گروه های هیدروکسیل خود مهار کنند (Palma *et al.*, 2015).



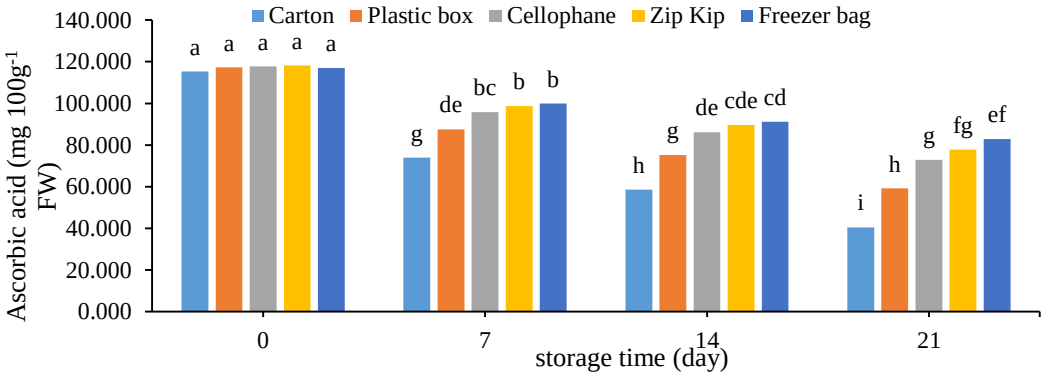
شکل ۲: میزان فنل کل میوه های فلفل دلمه‌ای در بسته‌بندیهای مختلف در طی زمان انبارمانی

Figure 2: Total phenol content of bell pepper fruits in different packages during storage



شکل ۳: میزان کاهش فلاونوئیدهای میوه های فلفل دلمه‌ای در بسته‌بندیهای مختلف در طی زمان انبارمانی

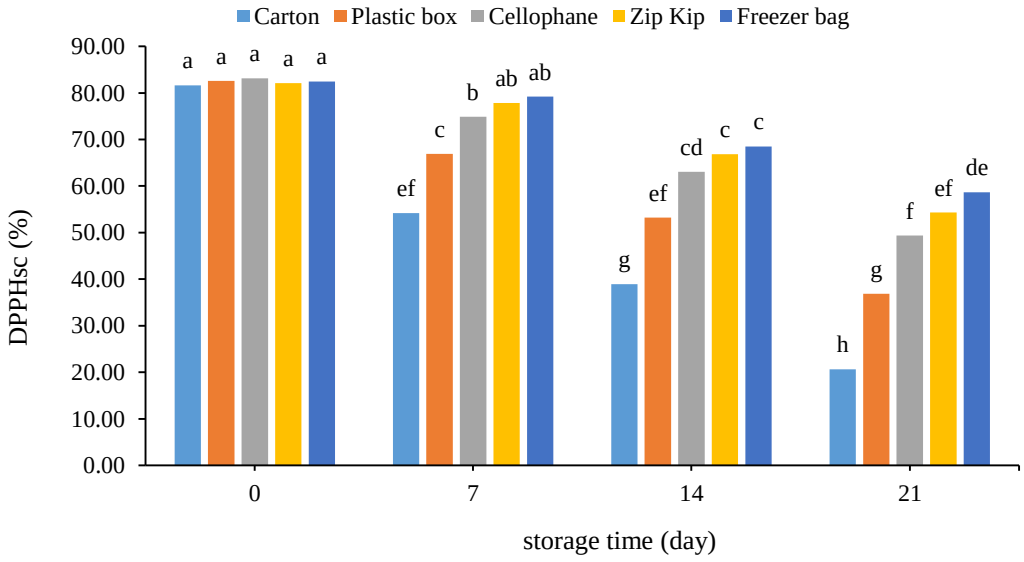
Figure 3: Total flavonoids content of bell pepper fruits in different packages during storage



شکل ۴: میزان کاهش اسیدآسکوربیک میوه های فلفل دلمه‌ای در بسته‌بندیهای مختلف در طی زمان انبارمانی

Figure 4: Ascorbic acid content of bell pepper fruits in different packages during storage

مطالعه حاضر فعالیت آنتی اکسیدانی فلفل بسته بندی شده با مواد پلاستیکی و نمونه های شاهد را ارزیابی کرد. نتایج این مطالعه نشان داد که فلفل های بسته بندی شده و نمونه های شاهد تفاوت معنی داری در فعالیت DPPH در طی نگهداری نشان دادند (شکل ۵). کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی می تواند با از بین رفتن ترکیبات آنتی اکسیدانی مانند فنل کل و اسید اسکوربیک در طول ذخیره سازی مرتبط باشد (Haishan *et al.*, 2019). در این پژوهش مشاهده شد که فعالیت آنتی اکسیدانی با افزایش زمان ذخیره سازی کاهش می یابد که با یافته های دیگر محققین (Chitravathi *et al.*, 2015; Devgan *et al.*, 2019) مطابقت دارد. بر اساس این مطالعه، میوه های فلفل بسته بندی شده با کیسه فریزری و زیپ کیپ فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری در طول نگهداری نشان دادند.



شکل ۵: میزان کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه های فلفل دلمه‌ای در بسته‌بندیهای مختلف در طی زمان انبارمانی

Figure 5: DPPHsc (%) of bell pepper fruits in different packages during storage

نتیجه گیری

در مجموع فلفل‌های بسته‌بندی شده در نایلون فریزر و بسته زیب کیپ، کاهش وزن کمتری را در مقایسه با فلفل‌های شاهد نشان دادند. همچنین، نتایج نشان داد که استفاده از نایلون فریزر و بسته زیب کیپ می تواند در حفظ ارزش غذایی فلفل موثر باشد. در نهایت، فلفل دلمه شیرین بسته بندی شده در نایلون فریزر، بسته زیب کیپ به طور موثری از کاهش فنول کل، فلاونوئیدهای کل و اسید اسکوربیک جلوگیری کردند. همچنین فلفل های بسته بندی شده با نایلون فریزر و بسته زیب کیپ در مقایسه با نمونه های شاهد، فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری نشان دادند.

منابع

Alvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L. A., Amarowicz, R., & Shahidi, F. (2011). Antioxidant activity of fresh and processed Jalapeno and Serrano peppers. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 59 (1): 163-173.

Awole, S., Woldetsadik, K., & Workneh, T.S. (2011). Yield and storability of green fruits from hotpepper cultivars (*Capsicum* spp.). *African Journal of Biotechnology*, 10 (56): 12662-12670.

Barbagallo, R.N., Chisari, M., & Patané, C. (2012). Polyphenol oxidase, total phenolics and ascorbic acid changes during storage of minimally processed 'California Wonder'and 'Quadratod' Asti' sweet peppers. *LWT-Food Science and Technology*, 49 (2): 192-196.

Barbosa, C., Machado, T., & Alves M.R. (2020). Fresh-cut bell peppers in modified atmosphere packaging: improving shelf life to answer food security concerns. *Molecules*, 25 (10): 2323.

Campos, M., Gómez, K., Moguel-Ordonez, Y., & Betancur, D. (2013). Polyphenols, ascorbic acid and carotenoids contents and antioxidant properties of habanero pepper (*Capsicum chinense*) fruit. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 3 (4): 47-54.

Castro, J. M., Avila, V.C.M., Rocha, F.M., Ochoa, M.A., & Gallegos, A.I. (2002). Effect of controlled atmospheres on quality of green pepper poblano (ancho). Proceedings of the 16th international pepper conference. November 10-12, Tampico, Tamaulipas, Mexico.

Chávez-Mendoza, C., Sanchez, E., Muñoz-Marquez, E., Sida-Arreola, J.P., & Flores-Cordova, M.A. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different grafted varieties of bell pepper. *Antioxidants*, 4(2): 427-446.

Chitravathi, K., Chauhan, O.P., & Raju, P.S. (2015). Influence of modified atmosphere packaging on shelf-life of green chillies (*Capsicum annuum* L.). *Food Packaging and Shelf Life*, (4): 1-9.

Chung, K.T., Zainon, M.A., Ismanizan, I., & Zamri, Z. (2012). "Effects of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packaging on the antioxidant capacity in pepper "Kulai" during low temperature storage. *The Scientific World Journal*, (3-4): 1-10.

Devgan, K., Kaura, P., Kumarm, N., & Kaur, A. (2019). Active modified atmosphere packaging of yellow bell pepper for retention of physicochemical quality attributes. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (2), 878-888.

Erin, M., O'D., David, A.B., Marian., J.M., Donald, A.H., & Ross, E.L. (2018). Sweet *capsicum*: postharvest physiology and technologies, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 46(4): 269-297.

Haishan, X., Shenghua, D., Hui, Z., Youjin, Y., Fangming, D., & Rongrong, W. (2019). Quality attributes and related enzyme activities in peppers during storage: effect of hydrothermal and calcium chloride treatment. *International Journal of Food Properties*, 22(1): 1475-1491.

Ilić, Z., Trajković, R., Perzelan, Y., Alkalai-Tuvia, S., & Fallik, E. (2012). Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on postharvest storage quality in green bell pepper fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 5(7): 2758-2767.

Iqbal, Q., Amjad, M., Asi, M. R., Ariño, A., Ziaf, Z., Nawaz, A., & Ahmad, T. (2015). Stability of capsaicinoids and antioxidants in dry hot peppers under different packaging and storage temperatures. *Foods*, 4(2): 51-64.

Kumar, O.A., & Tata, S.S. (2009). Ascorbic acid contents in chilli peppers (*Capscium* L.). *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 1(1): 50-52.

Lim, C. S., Kang, S. M., Cho, J.L., & Gross, K.C. (2007). Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits are susceptible to chilling injury at the breaker stage of ripeness. *Hortscience*. 42 (7): 1659-1664.

Mahajan, B. V. C., Dhillon, W. S., Sidhu, M. K., Jindal, S. K., Dhaliwal, M. S., & Singh, S. P. (2016). Effect of packaging and storage environments on quality and shelf-life of bell pepper (*Capsicum annuum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(6): 738-742.

Mahajan, B.V.C., Bhullar, K., & Dhillon, W. (2010). Effect of 1- methylcyclopropane (1-MCP) on storage life and quality of pear fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 47(3): 351-354.

Manolopoulou, H., Lambrinos, G., & Xanthopoulos, G. (2012). Active modified atmosphere packaging of fresh-cut bell peppers: effect on quality indices. *Journal of Food Research1*, (3): 140-158.

Palma, J.M.P., Sevilla, F., Jime´nez, ´n., A., del R´ıo, L. A., Corpas, F.J., de Morales, P.A., & Camejo, D.M. (2015). Physiology of pepper fruit and the metabolism of antioxidants: chloroplasts, mitochondria and peroxisomes. *Annals of Botany*, 116(4): 627-636.

Sahoo, N., Bal, L., Pal, U., & Sahoo, D. (2014). A comparative study on the effect of packaging material and storage environment on shelf life of fresh bell-pepper. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 8(3): 164-170.

Sayyari M, Sadeghi S, Karami M. (2019). Shelf life and some qualitative characteristics of Belly Pepper (*Capsicum annum* L.) packed in modified atmosphere. Journal of Food Science and Technology, 16 (90), 153-161

Sharma, A., Woldetasaidik, K., & Workmen, T.S. (2013). Postharvest quality and shelf life of some hot pepper varieties. *Food Science and Technology*, 50 (5), 842-855.

Singh, J.P., Kaur, A., Shevkani, K., & Singh, N. (2015). Influence of jambolan (*Syzygium cumini*) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten free eggless rice muffins. *International Journal of Food Science and Technology,* 50(5): 1190-1197.

Szwejda-Grzybowska, J.I., Kosson, R., & Grze-gorzewska, M. (2016). The effect of short-term storage and the hot water treatment of fresh-cut pepper fruit cv. 'Blondy F1' and 'Yecla F1' on the content of bioactive compounds and antioxidant properties. *Journal of Horticultural Research*, 24(2): 83-90.

Yamaguchi, T., Katsuda, M., Oda, Y., Terao, J., Kanazawa, K., Oshima, S., Inakuma, T., ishiguro, Y., Takamura, H., & Matoba, T. (2003). Influence of polyphenoloxidase and ascorbate oxidase during cooking process on the free radical scavenging activity of vegetables. *Food Science and Technology Research*, 9 (1): 79-83.

Zhang, D., & Hamauzu, Y. (2003). Phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant properties of green, red and yellow bell peppers. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 1 (2): 22-27.