مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد پانزدهم، شماره ششم، ۱۳۸۷
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

تأثیر حذف هورمون اتیلن با استفاده از نانوزئولیت‌های پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم بر افزایش عمر انبارمانی و خصوصیات کیفی کاهوی سالادی و کلم چینی

یوسف رضائی کلج[۱]، *بهزاد قره‌یاضی[۲]، معصومه عمادپور[۳] و آزاد عمرانی[۴]

[۱]کارشناس‌ارشد و پژوهشگر موسسه زیست پژوهان خاورمیانه، [۲]دانشیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی، کرج، [۳] کارشناس‌ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی و پژوهشگر سابق موسسه زیست پژوهان خاورمیانه، [۴]کارشناس موسسه زیست پژوهان خاورمیانه

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۱

چکیده

اتیلن در فساد میوه‌ها و سبزی‌های برگی عامل مؤثری می‌باشد. به‌منظور بررسی اثر کاهش اتیلن بر عمر انبارمانی کاهوی سالادی و کلم چینی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار با ۲ عامل نوع سبزی برگی (کاهو یا کلم) و دستگاه حاوی گرانول‌های نانوجاذب اجرا شد. تیمارها شامل حضور دستگاه جاذب در کلم چینی و یا کاهوی سالادی و تیمارهای شاهد بود. برای اندازه‌گیری صفات درصد افت وزنی، سفتی بافت، pH، رنگ و ارزیابی کیفیت ظاهری، در مدت ۲۱ روز نگهداری در سردخانه، نمونه‌برداری از آن‌ها در لحظه صفر و در دوره‌های ۷ روزه انجام شد. نتایج نشان دادند که استفاده از دستگاه حاوی نانوجاذب، بر خصوصیات کیفی مورد بررسی کاهو و کلم، تأثیر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در کلم چینی، پس از ۲۱ روز انبارمانی، بیشترین سفتی بافت (۲۰۸/۸۳N)، پائین‌ترین میزان کاهش وزن (۲/۹٤٥ درصد)، پائین‌ترین pH (٦/٤۲)، بالاترین شفافیت رنگ (٦۳/۲۱ درصد)، بالاترین خلوص رنگ (۲۷/۸۹)، پائین‌ترین زاویه فام (٦٥/۲)، بالاترین شاخص کیفیت قابل رویت (۳) و پائین‌ترین قهوه‌ای شدگی بافت آوندی محل برش (۳/۸۳)، مربوط به تیمار حضور دستگاه جاذب بود. در کاهوی سالادی نیز، بیشترین سفتی بافت (۱٤٤/۳N)، پائین‌ترین میزان کاهش وزن (٤/۱۳ درصد)، پائین‌ترین pH (٦/٤۳)، بالاترین شفافیت رنگ (٦٥/٦۱ درصد)، بالاترین خلوص رنگ (۲۸/۷۲)، پائین‌ترین زاویه فام (٦٥/٤۲)، بالاترین شاخص کیفیت قابل رویت (۲/۳۳) و پائین‌ترین قهوه ای شدگی بافت آوندی محل برش (۳)، مربوط به تیمار حضور دستگاه جاذب بود. بنابراین حضور نانوجاذب‌ها از کاهش وزن، پلاسیدگی (کاهش سفتی بافت)، کاهش شفافیت و خلوص رنگ، فساد و کاهش کیفیت ظاهری، در کاهو و کلم جلوگیری نموده و سبب افزایش عمر انبارمانی این سبزی‌های برگی شد.

واژه‌های کلیدی: نانوجاذب، اتیلن، انبارمانی، سردخانه، کاهو، کلم

*- مسئول مکاتبه: ghareyazie@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

اتیلن در فساد میوه‌ها و سبزی‌ها فاکتور موثری بوده و به‌طور طبیعی در اکثر بافت‌های گیاهی تولید می‌شود. این ماده مدت‌ها برای رسیدگی مصنوعی میوه‌های فرازگرا (کلیماکتریک) مانند موز به‌کار می‌رفت اما تولید و تجمع آن در طول مدت انبارداری می‌تواند باعث صدمه‌های جدی، به‌خصوص در گل‌های شاخه بریده و سبزی‌های برگی مانند کاهو شود. در واقع اتیلن سبب افزایش شاخص میزان تنفس شده و رسیدگی و پیری را تسریع می‌کند (نگوین و کارلین، ۱۹۹٤؛ دی، ۱۹۹۳). اتیلن در غلظت‌های بسیار کم (0.1 ml/l) هم می‌تواند سبب شروع رسیدگی شود و عواملی مانند قرار داشتن در مراحل مختلف بلوغ، رقم و شرایط انبارداری پس از برداشت بر حساسیت به اتیلن مؤثری می‌باشند (لی و همکاران، ۱۹۹۵).

زرد شدن برگ، ظاهر شدن لکه‌های قهوه‌ای برروی سبزی‌های برگی مانند کاهو که لکه زنگار نامیده می‌شود می‌تواند یکی از آثار اتیلن باشد (جلیلی مرندی، ۲۰۰٤). هم‌چنین اتیلن سبب زرد و پیر شدن برگ‌های کلم چینی می‌شود (بکمن و ارلس، ۲۰۰۰).

برای کاهش ضایعات انباری و حفظ کیفیت محصول در سردخانه، علاوه‌بر کاهش دما، بسته‌بندی و درجه‌بندی مناسب محصول و کنترل هوشمند گازهای مضر انباری نیز ضروری است. یکی از عوامل موثر در کاهش عمر انبارمانی کاهو و کلم، همانند سایر محصولات انباری، وجود گاز اتیلن در محیط انبار است. میزان تولید اتیلن در کاهو و کلم بسیار پائین است ولی در صورتی که در معرض گاز اتیلن قرار گیرند، به‌دلیل حساسیت بالا به اتیلن، علائمی مانند اسپات در فاصله میان رگبرگ‌ها و نیز زرد شدن برگ در آن رخ می‌دهد (کاسمایر، ۱۹۷۸؛ بکمن و ارلس، ۲۰۰۰).

روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای کاهش میزان اتیلن در انبار وجود دارد. یکی از ساده‌ترین روش‌ها تهویه است (اسکایک و همکاران، ۱۹۸۷). اگر کنترل مطلوب اتیلن از طریق تهویه امکان‌پذیر نباشد، باید به دنبال روش‌هایی برای استفاده از مواد جاذب اتیلن بود و یا با تبدیل آن به دی اکسید کربن و آب، مقدار اتیلن را کاهش داد.

اشعه UV نیز به‌عنوان یکی از خنثی‌کننده‌های اتیلن استفاده می‌شود. اتیلن مستقیم توسط نور UV از بین نمی‌رود. نور UV با اکسیژن واکنش داده و تولید ازن می‌کند، که اتیلن را از بین می‌برد (تامسون و رید، ۱۹۸۹).

ژانگ و همکاران (۲۰۰٦) تأثیر تشعشع گاما را بر حفظ کیفیت کاهو در طول مدت انبارداری در ٤ درجه سانتی‌گراد ارزیابی کردند. به نظر می‌رسد که بهترین تیمار برای حفظ کیفیت کاهو، تابش ۱/۰ کیلوگری اشعه گاما باشد. کیم و همکاران (۲۰۰٦) نیز نتیجه‌ای مشابه به‌دست آورد و گزارش نمودند که سطح پائینی از تشعشع گاما (۱ کیلوگری)، به‌طور قابل توجهی تعداد باکتری‌های لاکتیک اسید را روی نمونه‌های کاهوی سالادی[1]، بدون هر گونه کاهش در کیفیت ظاهری آن پائین می‌آورد.

بار و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که شستشوی کاهو قبل از انبارداری، تحت هر شرایطی (با آب کلره یا معمولی و یا با دمای ٤ یا ۵ درجه سانتی‌گراد)، از قهوه‌ای شدن بافت آوندی محل برش و تنزل خصوصیات کیفی مطلوب کاهو جلوگیری می‌کند. مارتین- دیانا و همکاران (۲۰۰۵) و مارتین- دیانا و همکاران (۲۰۰٦) به این نتیجه رسیدند که شستشوی کاهوی سالادی با غلظت‌های متوسط لاکتات کلسیم (۱/۵ درصد) بهترین تیمار شستشو به‌منظور حفظ کیفیت کاهوی سالادی در مدت ۱۰ روز انبارمانی بود. به‌طوری‌که باعث ایجاد بالاترین درجه شادابی و پائین ترین درجه‌های قهوه‌ای شدگی شد.

درجه حرارت در نگهداری کلم چینی بسیار موثر است. نگهداری در ۲۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش سرعت تنفس و تولید اتیلن، کاهش وزن و پیچش برگ کلم شده و کیفیت این کلم‌ها در مقایسه با نمونه‌های نگهداری شده در ۰ و ۲ درجه سانتی‌گراد، پائین‌تر است

1- Iceberg

Archive of SID

www.SID.ir

(پورتر و همکاران، ۲۰۰۲). شرایط انبارداری توصیه شده برای کلم چینی ۲-۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت حداکثر ٦ هفته است (مرتنز، ۱۹۸۵). برای اکثر کلتیوارهای تست شده کلم، دمای نگهداری ۲ درجه سانتی‌گراد بهتر از صفر درجه سانتی‌گراد بود (آدامیکی و همکاران، ۱۹۹۹). مدت نگهداری کلم چینی ۱۲-۸ هفته نیز گزارش شده است (کنت‌ول، ۲۰۰۱).

هیون- جو و همکاران در سال ۲۰۰۵، پس از بسته‌بندی کلم چینی در شرایط اتمسفر تغییر یافته، از تشعشع ۱ کیلوگری استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که ترکیب این دو تیمار، از تغییر خصوصیات کیفی (نظیر اسیدیته قابل تیتر، pH و بافت) کلم جلوگیری می‌کند (هیون- جو و همکاران، ۲۰۰۵). غلظت‌های ۲ درصد O_2 به همراه ۲/۵ درصد CO_2 و یا غلظت ۱/۵ درصد O_2 به همراه ۲/۵ درصد CO_2 برای نگهداری کلم چینی در شرایط اتمسفر کنترل شده قابل توصیه‌اند. غلظت‌های CO_2 بالای ۵ درصد کاهش در وزن و چین‌های برگ کلم را سبب می‌شود (آدامیکی و همکاران، ۱۹۹۹).

در سال‌های اخیر برای جذب اتیلن، از مواد شیمیایی مختلف از جمله پرمنگنات پتاسیم استفاده می‌شود، ذرات پرمنگنات پتاسیم برای کنترل اتیلن موفقیت‌آمیز بوده و سطح اتیلن را در سردخانه‌های تجاری پائین نگه می‌دارد (تامسون و رید، ۱۹۸۹؛ تامسون، ۱۹۹٤). استفاده از مواد جاذب اتیلن که اکسید کننده قوی هستند، مانند پرمنگنات پتاسیم و ازن در انبار، از تأثیر اتیلن جلوگیری به‌عمل می‌آورند (جلیلی مرندی، ۲۰۰٤). پرمنگنات پتاسیم یک ماده اکسید کننده قوی است که علاوه‌بر از بین بردن اتیلن، غیر فرار نیز می‌باشد و می‌توان آن را به‌راحتی از فرآورده جدا کرد. برای حصول اطمینان از برطرف شدن اتیلن، لازم است که فرآورده در سطح گسترده‌ای از پرمنگنات پتاسیم قرار داده شود (زمردی، ۲۰۰۵). برای این منظور می‌توان محلول اشباع پرمنگنات پتاسیم را روی بسترهای مناسب و مواد معدنی بی‌ضرر مانند میکای متورم، سلنیت، سلیکاژل، پلیت‌های آلومینا، پرلیت و شیشه‌های منبسط شونده قرار داد. پلیت‌های حاوی پرمنگنات پتاسیم در بسته‌های کوچک (Sachet)، فیلترها و غیره قرار گرفته و وقتی هوا از میان آنها عبور می‌کند، اتیلن به‌طور موثری جذب می‌شود. این ایده راهگشای ما در این پژوهش برای استفاده از گرانول‌های نانوجاذب در قالب فیلترهای موجود در یک ماشین مکنده هوا، بود. برای افزایش سطح اثرگذاری، افزایش سطح تماس پرمنگنات پتاسیم با هوای اطراف میوه ضرورت دارد. استفاده از ذرات نانومتری مواد نگهدارنده (بستر)، می‌تواند سطح تماس را چندین هزار برابر افزایش دهد.

با توجه به موارد فوق این پژوهش با هدف کاهش ضایعات و افزایش عمر انبارمانی کاهوی سالادی و کلم چینی به کمک دستگاه حاوی نانوجاذب‌های اتیلن از جنس پرمنگنات پتاسیم با بستر زئولیت طراحی شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت ۲۱ روز در محل سردخانه شرکت وحدت سبز و هم‌چنین آزمایشگاه موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج اجرا شد. آزمایش روی کاهوی رقم سالادی و کلم چینی صورت گرفت که پس از یکنواخت سازی از نظر تاریخ برداشت و ویژگی‌های ظاهری، به سردخانه منتقل شدند.

پس از انتخاب مکان مناسب برای قرار گرفتن دستگاه حاوی نانوجاذب‌های گاز اتیلن (در تیمارهای با حضور دستگاه جاذب، در منتهی الیه محل سردخانه و زیر فن‌های خنک کننده هوای داخل) کاهو و کلم‌های فاقد علائم بیماری، آلودگی‌های قارچی و صدمات فیزیکی، انتخاب و تعداد ۱۵ عدد از هر کدام در جعبه‌های پلاستیکی مناسب انبارداری، به‌طور جداگانه، قرار گرفتند. قابل ذکر است که هر کاهو یا کلم قبل از قرار گرفتن در جعبه پلاستیکی، در پوشش نایلونی ساده، با ۱۸ منفذ قرار گرفت. دمای سردخانه صفر درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۱۰۰-۹۸ درصد تنظیم شد (کنت‌ول، ۲۰۰۱).

دستگاه حاوی گرانول‌های نانوجاذب گاز اتیلن مدل ۱۵۰۰ ساخت کمپانی BIOCONSERVACION بود. این دستگاه دارای سه طبقه کشویی است که در هر

Archive of SID

www.SID.ir

طبقه ۱۰ کیلوگرم گرانول قابل تعویض به‌کار رفته و هر کیلوگرم گرانول قابلیت جذب ۳/۷ لیتر گاز اتیلن را دارد. این دستگاه هوای محیط را با قدرت زیاد مکش می‌کند و از فیلترهای حاوی گرانول عبور داده و پس از جذب گاز اتیلن، در نهایت هوای پاک و تصفیه شده را به محیط باز می‌گرداند. هر کیلوگرم گرانول، حدودا برای ۵ تن کاهو و کلم، در یک دوره انبارداری استفاده می‌شود. گرانول‌ها قابل تعویض و جاذب اتیلن از جنس پرمنگنات پتاسیم با بستر زئولیت است که یک‌بار مصرف بوده و در اثر واکنش با اتیلن به دی اکسید منگنز تبدیل می‌شود.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار با ۲ عامل دستگاه حاوی نانوجاذب‌های اتیلن و ارقام مورد بررسی انجام شد. تیمارها شامل حضور دستگاه جاذب در کلم رقم چینی، حضور دستگاه جاذب در رقم کاهوی سالادی و تیمارهای شاهد (کلم چینی و کاهوی سالادی در محیط بدون دستگاه جاذب) بودند.

کل مدت نگهداری کاهو و کلم به‌مدت ۲۱ روز بود و برای اندازه‌گیری صفات، نمونه‌گیری در لحظات صفر، ۷، ١٤ و ۲۱ روز پس از انبارداری صورت گرفت. صفات مورد مطالعه عبارتند از:

سفتی بافت: با استفاده از دستگاه Instron مدل H5KS ساخت کمپانی Hounsfield و به‌کار بردن پروب Kramer با ۱۰ صفحه برشی صاف به‌عنوان ابزار سنجش بافت، سفتی بافت برگ کاهو و کلم اندازه‌گیری شد. برای این منظور ناحیه خاصی از قسمت پشت برگ (نزدیک به نوک برگ‌ها) در نظر گرفته شد که در تمام نمونه‌های مورد آزمایش ثابت بود. تنظیمات زیر برای سنجش سفتی بافت، روی دستگاه صورت گرفت (بار و همکاران، ۲۰۰۵).

Load range (N): 500
Extension range (mm): 10
Test speed (mm/min): 92
Test end point (mm): 8

درصد کاهش وزن: پس از قرار دادن کاهو و کلم‌ها در جعبه، چند عدد از آنها به‌طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شدند. سپس وزن این نمونه‌های علامت‌گذاری شده، در لحظه صفر و دوره‌های هفت روزه نمونه‌گیری با استفاده از ترازوی دقیق دیجیتال اندازه‌گیری شد.

pH: با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال پروتابل ساخت کمپانی tr اندازه‌گیری شد. برای این منظور برگ کاهو و کلم‌ها از هر تکرار جدا شده و با استفاده از یک خردکن ساده آشپزخانه خرد شده و سپس له شد. پس از کالیبره کردن دستگاه، pH قرائت شد.

رنگ برگ: با استفاده از سیستم رنگ‌سنج مدل Hunter Lab DP-900، رنگ برگ کاهو و کلم در ناحیه مشخصی که در تمام نمونه‌ها ثابت در نظر گرفته شد، سنجیده شد. ابتدا دستگاه با استفاده از کاشی سفید استاندارد (Y-93.5, x-0.3155, y-0.3320) کالیبره شد. برای سنجش رنگ سه پارامتر L^* (Lightness)، a^* (green to red)، b^* (blue to yellow)، از روی دستگاه قرائت گردید. دو شاخص a و b برای محاسبه مقادیر زاویه فام یا ته رنگ[1] و میزان خلوص رنگ[2] با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲، به کار رفتند. این دو پارامتر خصوصیات ظاهری رنگ کاهو و کلم را توصیف می‌کنند (بار و همکاران، ۲۰۰۵).

$$\text{Hue angle} = 180 + \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (1)$$

$$\text{Chroma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2)$$

ارزیابی ظاهری: در لحظه صفر و در هر یک از دوره‌های نمونه‌برداری، ۵ نفر از افراد متخصص، هر دو رقم کاهو و کلم را از لحاظ پارامترهای کیفی زیر به ۵ درجه تقسیم نمودند. در هر پارامتر، ۵، بهترین درجه و ۱، بدترین درجه کیفی در نظر گرفته شد. پارامترها شامل: ۱- کیفیت ظاهری قابل رویت (OVQ): خیلی خوب (ظاهر شاداب) امتیاز ۵، ظاهر متوسط امتیاز ۳، و نمونه‌های فاقد شادابی مطلوب، امتیاز ۱. ۲- قهوه‌ای شدگی بافت آوندی

1- Hue angle
2- Chroma

Archive of SID

www.SID.ir

محل برش ساقه (CEVTB): بدون قهوه‌ای شدگی امتیاز ۵، قهوه‌ای شدگی متوسط (خطوط آوندی قهوه‌ای– قرمز) امتیاز ۳، قهوه‌ای شدگی حاد امتیاز ۱.

تجزیه واریانس داده‌ها براساس مدل آماری طرح آزمایشی مورد استفاده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTATC استفاده شد.

نتایج

اثر زمان، رقم و جذب اتیلن بر خواص کمی و کیفی کاهوی سالادی و کلم چینی: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس، بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری از نظر کلیه صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود داشت. با گذشت زمان انبارداری کاهو و کلم به‌تدریج، درصد کاهش وزن، pH و زاویه ته رنگ، افزایش معنی‌دار، و سفتی بافت، خلوص رنگ، Lightness (شفافیت رنگ)، شاخص کیفیت ظاهری قابل رویت و شاخص قهوه‌ای شدگی بافت آوندی محل برش ساقه کاهش معنی‌دار داشتند.

براساس نتایج، حضور دستگاه جاذب اتیلن در مقایسه با تیمار شاهد، تأثیر معنی‌داری در حفظ کیفیت کاهو و کلم در طی انبارداری داشت. به‌طوری‌که درصد کاهش وزن به‌طور معنی‌دار در شرایط حضور دستگاه کمتر از حالت بدون دستگاه بوده و شفافیت رنگ، خلوص رنگ، سفتی بافت، شاخص کیفیت ظاهری قابل رویت و شاخص قهوه‌ای شدگی بافت آوندی محل برش ساقه، در شرایط حضور دستگاه به‌طور معنی‌دار بیشتر از حالت بدون دستگاه بود. فقط از نظر pH و زاویه فام، بین دو شرایط تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. اثر برهم‌کنش میان زمان نمونه‌برداری در وجود و عدم وجود دستگاه جاذب اتیلن، بر صفات سفتی بافت، درصد کاهش وزن و شفافیت رنگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. حضور دستگاه جاذب اتیلن در زمان‌های مختلف نگهداری کاهو و کلم‌ها در انبار باعث افزایش کیفیت آنها از لحاظ صفات نامبرده بوده است. بدین‌ترتیب که با افزایش زمان انبارداری در دو حالت حضور و عدم حضور دستگاه، سفتی بافت کاهش یافت. بیشترین میزان کاهش سفتی کاهو و کلم در نمونه‌برداری پس از ۲۱ روز نگهداری در حالت بدون دستگاه بود. به‌طورکلی حضور دستگاه جاذب اتیلن، از همان نمونه برداری نخست تأثیر معنی‌داری در سفتی بافت کاهو و کلم داشت. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، درصد کاهش وزن، در تیمار استفاده از دستگاه جاذب اتیلن، درصد کاهش وزن، پس از گذشت ۷ روز، دارای اختلاف معنی‌دار شد (از a به b)؛ در حالی که در تیمارهای بدون استفاده از دستگاه از سطح a در لحظه صفر با یک جهش به سطح d رسید. در واقع تأثیر مثبت حضور دستگاه نانوجاذب اتیلن، از روزهای اولیه انبارداری، بر درصد کاهش وزن واضح و مشهود است.

اثر متقابل بین ارقام کاهو و کلم در زمان انبارداری برای صفات سفتی بافت، درصد کاهش وزن، خلوص رنگ، کیفیت ظاهری قابل رویت و قهوه‌ای شدگی بافت آوندی محل برش ساقه معنی‌دار شد. اثر متقابل کاربرد دستگاه جاذب اتیلن و ارقام کاهو فقط در مورد صفت قهوه‌ای شدگی بافت آوندی محل برش ساقه دارای اختلاف معنی‌دار بود. نتایج تأثیرات سه جانبه زمان نمونه‌برداری در دستگاه جاذب اتیلن بر ارقام کاهوی مورد آزمایش نیز در هیچ‌یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود.

تأثیر حضور نانوجاذب‌های اتیلن و مدت زمان انبارمانی بر درصد کاهش وزن: با افزایش مدت زمان انبارمانی، درصد کاهش وزن افزایش یافت. پس از ۲۱ روز نگهداری، کلم چینی و کاهوی سالادی که در محیط با دستگاه جاذب اتیلن قرار داشتند به‌ترتیب با ۲/۹٤٥ درصد و ٤/۱۳ درصد کاهش، کمترین و کاهوهای چینی و سالادی نگهداری شده بدون دستگاه جاذب به‌ترتیب با ٤/۸۱ درصد و ۷/٤۲ درصد کاهش، بیشترین درصد کاهش وزن را داشتند. بنابراین، در حضور نانوجاذب اتیلن، روند تنزل درصد کاهش وزن کندتر شد (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و حضور نانوجاذب‌های اتیلن بر درصد کاهش وزن.

زمان انبارمانی (روز)	حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	عدم حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	میانگین
	کلم چینی	کاهو سالادی		کلم چینی	کاهو سالادی		
صفر	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰ a	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰ a	۰/۰۰ a
۷	۱/۲۶	۱/۹٤	۱/٦۰ b	۲/۰۸	۳/۵۲	۲/۸۰ d	۲/۲ b
۱٤	۲/۰۸۵	۳/۰٤	۲/۵٦ c	۳/۲۳	۵/۷۷۵	٤/۵۰ f	۳/۵۳ c
۲۱	۲/۹٤۵	٤/۱۳	۳/۵۳۵ e	٤/۸۱	۷/٤۲	٦/۱۱ g	٤/۸۲ d
میانگین	۱/۵۷	۲/۲۸	–	۲/۵۳	٤/۱۸	–	–
میانگین	–	۱/۹۲۵ a	–	–	۳/۳۵۵ b	–	–

تأثیر حضور نانوجاذب‌های اتیلن و مدت زمان انبارمانی بر شاخص‌های رنگ برگ کاهو و کلم: مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و حضور نانوجاذب‌های اتیلن بر شاخص‌های رنگ برگ کاهو و کلم در جدول‌های ۲ تا ٤ آورده شده است. به‌منظور سنجش رنگ برگ، ناحیه ثابتی از آن در تمام نمونه‌ها در نظر گرفته شد و پس از قرائت شفافیت رنگ و محاسبه زاویه فام یا ته رنگ و میزان خلوص رنگ، اعداد حاصل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همان‌طور که در جدول‌های ۲ تا ٤ مشاهده می‌شود، در طی مدت انبارمانی، شفافیت رنگ، خلوص رنگ و زاویه فام، به‌تدریج کاهش می‌یابند. در تیمار حضور دستگاه جاذب اتیلن در کلم چینی و کاهوی سالادی، پس از گذشت ۲۱ روز بیشترین شفافیت رنگ (به‌ترتیب ٦۳/۲۱ و ٦۵/٦۱ درصد)، بیشترین خلوص رنگ (۲۷/۸۹ و ۲۸/۷۲) و بیشترین زاویه فام (به‌ترتیب ٦٦/۱۲ و ٦٤/۳۸) مشاهده شد. در شرایط بدون حضور دستگاه و در همین ارقام کمترین شفافیت رنگ (به‌ترتیب ۵۷/۲۸ و ٦۰/۳۵)، کمترین خلوص رنگ (به‌ترتیب ۲۵/٤۸ و ۲۷/٤۸) و کمترین زاویه فام (به‌ترتیب ٦۵/۹۳ و ٦۲/۷۷) مشاهده شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و حضور نانوجاذب‌های اتیلن بر شفافیت رنگ.

زمان انبارمانی (روز)	حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	عدم حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	میانگین
	کلم چینی	کاهو سالادی		کلم چینی	کاهو سالادی		
صفر	٦۸/۹٦	۷۲/٦۵	۷۰/۷٦ a	٦۹/۰۲	۷۱/۷٦	۷۰/۳۹ a	۷۰/۵۷۵ a
۷	٦۸/۰۵	۷۰/۱۱	٦۹/۰۸ a	٦۸/۰۷	۷۰/۸۵	٦۹/٤٦ a	٦۹/۲۷ a
۱٤	٦٤/٦۷	٦۸/٤۱	٦٦/۵٤ b	٦۲/۳۱	٦٦/۵۷	٦٤/٤٤ c	٦۵/٤۹ b
۲۱	٦۳/۲۱	٦۵/٦۱	٦٤/٤۱ c	۵۷/۲۸	٦۰/۳۵	۵۸/۸۱۵ d	٦۱/٦۱ c
میانگین	٦٦/۲۲	٦۹/۱۹۵	–	٦٤/۱۷	٦۷/۳۸	–	–
میانگین	–	٦۷/۷۱ a	–	–	٦۵/۷۷۵ b	–	–

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و حضور نانوجاذب‌های اتیلن بر خلوص رنگ.

زمان انبارمانی (روز)	حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	عدم حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	میانگین
	کلم چینی	کاهو سالادی		کلم چینی	کاهو سالادی		
صفر	۳۰/۲۳	۳۳/۱۵	۳۱/٦۹	۳۰/٤۷	۳۲/۵٤	۳۱/۵۰۵	۳۱/٦۰ a
۷	۳۱/۲۳	۳۱/۵٦	۳۱/۳۹۵	۳۱/٦۵	۳۰/۹۳	۳۱/۲۹	۳۱/۳٤ a
۱٤	۲۹/٤۷	۳۰/٦۵	۳۰/۰۱۵	۲۹/۸۹	۲۸/۷۵	۲۹/۳۲	۲۹/٦۷ b
۲۱	۲۷/۸۹	۲۸/۷۲	۲۸/۳۰۵	۲۵/٤۸	۲۷/٤۸	۲٦/٤۸	۲۷/۳۹ c
میانگین	۲۹/۷۰۵	۳۱/۰۲	–	۲۹/۳۷	۲۹/۹۲۵	–	–
میانگین	–	۳۰/۳٦ a	–	–	۲۹/٦۵ b	–	–

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و حضور نانوجاذب‌های اتیلن بر زاویه فام (درجه).

زمان انبارمانی (روز)	حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	عدم حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	میانگین
	کلم چینی	کاهو سالادی		کلم چینی	کاهو سالادی		
صفر	٦٨/٥٢	٦٦/٨٤٥	٦٧/٦٨	٦٩/٣٦	٦٧/٠٣٥	٦٨/٢	a٦٧/٩٤
٧	٦٧/٨٣	٦٦/٨٩٥	٦٧/٣٦	٦٨/٢٧	٦٦/١٥	٦٧/٢١	a٦٧/٢٩
١٤	٦٨/١٥	٦٦/٨٨	٦٧/٥١	٦٧/٦٣	٦٥/٨٧٥	٦٦/٧٥	٦٧/ ١٣ a
٢١	٦٦/١٢	٦٤/٣٨	٦٥/٢٥	٦٥/٩٣	٦٢/٧٧	٦٤/٣٥	٦٤/ ٨ b
میانگین	٦٧/٦٦	٦٦/٢٥	–	٦٧/٨	٦٥/٤٦	–	–
میانگین	–	٦٦/ ٩٥٥ a	–	–	٦٦/ ٦٣ b	–	–

تأثیر حضور نانوجاذب‌های اتیلن و مدت زمان انبارمانی بر سفتی بافت: با افزایش مدت زمان انبارمانی، سفتی بافت کاهش یافت. بررسی نتایج نشان می‌دهد که پس از ٢١ روز نگهداری، کلم چینی و کاهوی سالادی که در حضور دستگاه نانوجاذب اتیلن قرار داشتند به‌ترتیب با ٢٠٨/٨٣ و ٣/ ١٤٤ نیوتن سفتی بیشترین و کلم چینی و کاهوی سالادی تیمار شده در شرایط بدون دستگاه نانوجاذب اتیلن به‌ترتیب با ١٨٠/٤٠ و ٥٦ /١٢٠ نیوتن سفتی کمترین میزان سفتی بافت را داشتند (جدول ٥).

تأثیر حضور نانوجاذب‌های اتیلن و مدت انبارمانی بر شاخص‌های ارزیابی کیفیت ظاهری کاهو و کلم: کیفیت ظاهری قابل رویت، با گذشت زمان کاهش می‌یابد و از امتیاز ٥ (ظاهر شاداب) به سمت امتیاز کمتر پیش می‌رود. در کلم چینی و کاهوی سالادی، در حضور دستگاه جاذب اتیلن، پس از ٢١ روز انبارمانی به‌ترتیب، امتیاز ٣/٥ و ٢/٣٣ و در شرایط بدون دستگاه، امتیاز ٢/٨٣ و ١/٨٣ داده شد.

قهوه‌ای شدگی بافت آوندی محل برش ساقه نیز به‌ترتیب فوق امتیازدهی شد و مشاهده که در کلم چینی و کاهوی سالادی، در تیمار حضور دستگاه به‌ترتیب، امتیاز ٤/٣٣ و ٣ و در شرایط عدم حضور دستگاه، امتیاز ٣/٨٣ و ٢ داده شد. بنابراین اثر مفید دستگاه بر این ویژگی کیفی نیز مشهود است.

جدول ٥- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و حضور نانوجاذب‌های اتیلن بر سفتی بافت (نیوتن).

زمان انبارمانی (روز)	حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	عدم حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	میانگین
	کلم چینی	کاهو سالادی		کلم چینی	کاهو سالادی		
صفر	٢٣٧/٥٥	١٥٨/٨٦	١٩٨/٢١ a	٢٣٧/٧٨	١٥٨/٢٧	١٩٨/٠٣ a	١٩٨/١٢ a
٧	٢٢٨/٩٥	١٥٧/٦٦	١٩٣/٣١ ab	٢٢١/٨٨	١٥١/٦٨	١٨٦/٧٨ bc	١٩٠/٠٥ b
١٤	٢٢٠/٢٣	١٥٠/٦١	١٨٥/٤٢ c	٢١١/٢٢	١٣٦/٧٣	١٧٣/٨٠ d	١٧٩/٦١ c
٢١	٢٠٨/٨٣	١٤٤/٣	١٧٦/٥٧ d	١٨٠/٤٠	١٢٠/٥٦	١٥٠/٤٨ e	١٦٣/٥٣ d
میانگین	٢٢٣/٨٩	١٥٢/٨٤	–	٢١٢/٨٢	١٤١/٨١	–	–
میانگین	–	١٨٨/٣٦٥ a	–	–	١٧٧/٣٢ b	–	–

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و حضور نانوجاذب‌های اتیلن بر OVQ (امتیاز).

زمان انبارمانی (روز)	حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	عدم حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	میانگین
	کلم چینی	کاهو سالادی		کلم چینی	کاهو سالادی		
صفر	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠ a
٧	٥/٠٠	٤/٨٣	٤/٩٢	٤/٦٦	٣/٥	٤/٠٨	٤/ ٥ b
١٤	٤/٨٣	٤	٤/٤١٥	٤/٦٦	٣/٠٠	٣/٨٣	٤/ ١٢ c
٢١	٣/٥٠	٢/٣٣	٢/٩١٥	٢/٨٣	١/٨٣	٢/٣٣	٢/٢ ٦ d
میانگین	٤/٥٨	٤/٠٤	–	٤/٢٩	٣/٣٣	–	–
میانگین	–	٤/١ ٣ a	–	–	٣/ ٨١b	–	–

جدول ٧- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و حضور نانوجاذب‌های اتیلن بر CEVTB (امتیاز).

زمان انبارمانی (روز)	حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	عدم حضور دستگاه جاذب اتیلن		میانگین	میانگین
	کلم چینی	کاهو سالادی		کلم چینی	کاهو سالادی		
صفر	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠	٥/٠٠ a
٧	٥/٠٠	٤/٦٦	٤/٨٣	٤/٦٦	٣/٣٣	٤/٠٠	٤/ ٤٢ b
١٤	٤/٨٣	٤/٥	٤/٦٦٥	٤/٦٦	٢/٥	٣/٥٨	٤/ ١٢ b
٢١	٤/٣٣	٣/٠٠	٣/٦٦٥	٣/٨٣	٢/٠٠	٢/٩١٥	٣/ ٢٩ c
میانگین	٤/٧٩a	٤/٢٩b	–	٤/٥٤ab	٣/٢١c	–	–
میانگین	–	٤/ ٥٤a	–	–	٣/ ٨٧٥ b	–	–

بحث

از جمله عوامل موثر در کاهش ماندگاری سبزی‌های برگی از جمله کاهو و کلم، وجود اتیلن در محیط انبار است. گاز اتیلن تولید شده در این سبزی‌ها یا سایر محصولات انباری سرعت تنفس را افزایش داده و این تغییر در میزان تنفس باعث تغییرات ظاهری بافت کاهو و کلم می‌شود.

با دقت بیشتر در اعداد و ارقام ارائه شده در مورد هر فاکتور کیفی کاهو و کلم در بخش نتایج، تأثیر مثبت حضور این نانوجاذب‌ها از همان روزهای نخستین نگهداری کاهو و کلم در انبار بر سفتی بافت مشهود است. بنابراین چنانچه فقط به مدت ۷ روز تصمیم به نگهداری کاهو و کلم داشته باشیم حضور دستگاه جاذب اتیلن تأثیر معنی‌داری در حفظ کیفیت بافت داشته و استفاده از این تیمار توصیه می‌شود. همچنین دستگاه در جلوگیری از کاهش وزن نیز مؤثر می‌باشد. در حضور دستگاه جاذب اتیلن، پس از ۷ روز، به‌طور میانگین در هر دو رقم، درصد افت وزنی کمتری (۱/٦) در مقایسه با حالت نبودن دستگاه جاذب اتیلن (۲/۸) مشاهده شد که این ارقام پس از گذشت ۲۱ روز به‌ترتیب **۳/٥۳٥** و ٦/۱۱ درصد بودند. این درصد کاهش وزن برای یک محموله فرضی کاهو و کلم به وزن ۲۰ تن به‌ترتیب ۷۰۷ و ۱۲۲۲ کیلوگرم شد. بنابراین با مقایسه این اعداد پس از گذشت ۲۱ روز به اختلاف وزنی معادل **٥۱٥** کیلوگرم بین حالت بودن و نبودن دستگاه می‌رسیم که این مثال خود تائیدی بر کارایی بالای این دستگاه در حفظ خصوصیات کیفی مطلوب کاهو و کلم، از جمله وزن آن است.

تأثیر مثبت حضور دستگاه جاذب اتیلن در جلوگیری از تنزل خصوصیات کیفی مرتبط با سه پارامتر رنگ کاهو و نیز کیفیت ظاهری کاهو نیز قابل مشاهده بود. با گذشت

Archive of SID

www.SID.ir

زمان، شفافیت رنگ (کاهش شفافیت رنگ) برگ کاهو کاهش پیدا می‌کند و به‌تدریج برگ‌ها کدرتر شده و پایه‌هایی از خاکستری تیره در آن قابل مشاهده است (کاهش خلوص رنگ). همچنین بتدریج برگ کاهو از سمت خارج به داخل از ته رنگ سبز روشن، به سمت زرد پیش می‌رود (کاهش زاویه فام). ولی این روند کاهش در شفافیت، خلوص رنگ و زاویه ته رنگ در دایره رنگ، در تیمارهایی که در حضور دستگاه جاذب اتیلن هستند، روند کندتری به خود گرفت. کیفیت ظاهری کاهو نیز با حضور دستگاه جاذب اتیلن سیر نزولی کندتری داشت.

با توجه به نتایج بررسی شده در رابطه با صفات مورد اندازه گیری کاهو و کلم و بررسی وضعیت ظاهری آن در طول مدت نگهداری در انبار، این نتیجه قابل استناد است که به منظور حفظ خواص کمی و کیفی و افزایش انبارمانی، بهتر است که از نانوجاذب‌های هورمون اتیلن استفاده شود. در این حالت می‌توان کاهو و کلم را با حفظ دما و رطوبت مطلوب نگهداری آن (دمای صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰-۹۸ درصد)، بیش از ۲ تا ۳ هفته با کیفیت مطلوب، نگهداری و به بازار عرضه نمود. بین کلم چینی و کاهوی سالادی مورد تیمار در این بررسی، کلم چینی در شرایط وجود دستگاه جاذب اتیلن، بیش از کاهوی سالادی کیفیت خود را حفظ کرد.

از آنجا که حضور دستگاه نانوجاذب اتیلن سبب افزایش انبارمانی ارقام کاهوی مورد تیمار شد لذا توصیه می‌شود در بررسی‌های آینده مدت زمان انبارداری (۲۱ روز در بررسی حاضر) افزایش یافته تا پتانسیل نهایی نانوجاذب‌ها در حفظ کیفیت و انبارمانی کاهو و کلم مشخص شود. از آنجا که استفاده از سرما در خلا، تشعشع و یا استفاده از اتمسفرهای تغییر یافته در طول مدت انبارداری سبزی‌های برگی، در حفظ کیفیت آن موثر است، لذا انجام تحقیقات تکمیلی در این رابطه نیز در آینده پیشنهاد می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری سرکار خانم مهندس معدنی، کارشناس محترم آزمایشگاه موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج، جناب آقای دکتر دلشاد عضو محترم هیأت علمی گروه باغبانی دانشگاه تهران و جناب آقای مهندس کامیار مسئول سردخانه شرکت وحدت سبز سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1.Adamicki, F., and Gajewski, M. 1999. Effect of controlled atmosphere on the storage of Chinese cabbage (Brassica rapa L. var. pekinensis (Lour) Olsson. Vegetable Crops Research Bul. 50:61-70.
2.Bachmann, J., and Earles, R. 2000. Postharvest handling of fruits and vegetables. Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. Pp. 1-19.
3.Baur, S., Klaiber, R., Hua, W., Hammes, W.P., and Carle, R. 2005. Effect of temperature and chlorination of pre-washing water on shelf-life and physiological properties of ready-to-use iceberg lettuce. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 6: 171-182.
4.Cantwell, M. 2001. Properties and recommended conditions for long-term storage of fresh fruits and vegetables. Guidelines. In: http://postharvest.Ucdavis.Edu/produce.
5.Day, B.P.F. 1993. Fruit and vegetables. In: Parry RT, editor. Principles and applications of MAP of foods. New York, USA: Blackie Academic and Professional. Pp: 114-33.
6.Hyun-Joo, A., Jae-Hyun, K., Jae-Kyung, K., Dong-Ho, K., Hong-Sun, Y., and Myung-Woo, B. 2005. Combined effects of irradiation and modified atmosphere packaging on minimally processed Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.). Food Chemistry 89, Issue 4:589-597.
7.Jalili Marandi, R. 2004. Postharvest physiology (handling and storage of fruit vegetable and ornamentals). Jahad - daneshgahi press, 276 p. (in persian)
8.Kasmire, R.F. 1978. Volatile gasses in the postharvest atmosphere. Perishables Handling Newsletter (40).

Archive of SID

www.SID.ir

9.Kim, J.H., Lee, J.W., Kim, J.H., Seo, J.H., Han, S.B., Chung, H.J., and Byun, M.W. 2006. Effect of gamma irradiation on *Listeria ivanovii* inoculated to iceberg lettuce stored at cold temperature. Food control, 17: 397-401.
10.Lee, L.J., Lencki, R., and Castaigne, F. 1995. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects-part 1. Packaging Technol Sci. (8) 315-31.
11.Martin-Diana, A.B., Rico, D., Frias, J., Henehan, G.T.M., Mulcahy, J., Barat, J.M., and Barry-Ryan, C. 2005. Effect of calcium lactate and heat-shock on texture in fresh-cut lettuce during storage. Journal of Food Engineering.
12.Martin-Diana, A.B.D., Rico, J., Frias, G.T.M., Henehan, J., Mulcahy, J.M., and Barry-Ryan, C. 2006. Effect of calcium lactate and heat-shock on texture in fresh-cut lettuce during storage. Journal of Food Engineering (77) 1069-1077.
13.Mertens, H. 1985. Storage conditiones important for Chinese Cabbage. Groenten en fruit 41(17):62-63.
14.Nguyen, C., and Carlin, F. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Crit Rev Food Sci Nutr. 34: 4. 371-401.
15.Porter, K.L., Klieber, A., and Collins, G. 2003. Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. Postharvest Biology and Technology 28, Issue, 1:153-158.
16.Schaik, A.C.R., Boerrigter, H.A.M., and Van-Schaik, A.C.R. 1987. Application of ethylene scrubbing still uncertain for apples. FSTA 1969-3/94.
17.Thompson, J.F. 1994. Ethylene control in storage facilities. Perishables Handling Newsletter (80).
18.Thompson, J.F., and Reid, M.S. 1989. Economical ethylene control. Perishables Handling Newsletter (67).
19.Zhang, L., Lu, Z., Lu, F., and Bie, X. 2006. Effect of γ irradiation on quality-maintaining of fresh-cut lettuce. Food control, 17: 225-228.
20.Zomorodi, Sh. 2005. Effect of packaging and potassium permanganate on quality and shelf life of apples in cold storage. Journal of Agricultural Engineering Research, 24: 6. 143- 156. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 15(6), 2009
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Effect of the Removal of Ethylen Hormone by Potassium Permangenate Coated Zeolite Nanoparticles on the Increased Quality and Quantity of Storage of Iceberg Lettuce (*Lactuca sativa* L.) and Chinese Cabbage (*Brassica pekinensis*)

Y. Rezaii Kalaj[1], *B. Ghareyazie[2], M. Emadpour[3] and A. Omrani[4]
[1]M.Sc. of Middle East Bioresearchers institute, [2]Associate Professor of Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), [3]M.Sc. of Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran (ABRII), [4]B.Sc. of Middle East Bioresearchers institute

Abstract

Internal and external accumulation of ethylene is considered as one of the most significant causes of post-harvest losses in cut leafy vegetables including lettuce and cabbage. Ethylene is an important factor in the ripening of fruits and is naturally produced in most plant tissues. Its production and accumulation during the storage can cause serious damage to the stored vegetables such as lettuce and cabbage. It plays a significant role in shelf life and can cause a marked increase in respiration rates and enhanced senescence. In vegetables and cut flowers, accelerated aging and the initiation of ripening can occur following exposure to ethylene at concentrations as low as 0.1ml/l. As senescence begins, spoilage due to indigenous bacteria can be augmented. In the presence of ethylene, vascular tissue browning is formed in the cut edge of lettuce and cabbage. Another symptom of the presence of ethylene is the appearance of brown dots and patches on the leaves. Removal of ethylene therefore is expected to increase the shelf life of the harvested lettuce and cabbage. This study was conducted to investigate the effect of removal of the ethylene using Potassium Permanganate coated nano zeolites from the storage. Potassium Permanganate and Zeolite based Nano-Molecular Filters were used in ETH 1500 machine (Bioconversion). One cultivar of lettuce and one cultivar of cabbage were used in this experiment: the Iceberg lettuce and Chinese cabbage. The experimental design was Factorial in Complete Block Design (CBD) with four replications. The two factors were the presence or absence of the machine and the kind of vegetable (lettuce and cabbage). Commercial traits affecting the marketing and shelf life of lettuce i.e. pH, texture (firmness), colour (Chroma, Hue angle and lightness) appearance and the reduction in fresh weight were measured at the beginning of the experiment (day 0) and every 7 days after that until 21 days of storage. Results showed a significant difference in the measured traits in lettuce and cabbage cultivar between the presence and the absence of the ethylene absorbing machine. Comparison of the means showed that in Chinese cabbage after 21 days of storage, significantly higher texture firmness (208.83N), color brightness (%63.21), and visible quality (3), and significantly lower reduction in fresh weight (%2.945), pH (6.42), and the cut edge vascular tissue browning (3.38) were observed in presence of the ethylene absorbing machine in comparison with the control treatment (no ethylene absorption). Similar results were obtained for Iceberg lettuce after 21 days of storage. These results indicate that using nano zeolite particles coated with potassium permanganate in a machine circulating the ethylene containing air, prevents weight loss, reduction in firmness, spoilage and increase shelf life and the quality of stored lettuce and cabbage variety.

Keywords: Lettuce; Cabbage; Ethylene absorption; Nano-zeolite; Storage; Post-harvest

*- Corresponding Author; Email: ghareyazie@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir