مقایسه اثر ضدعفونی‌کنندگی ازن و پرکلرین بر کیفیت تغذیه‌ای، میکروبی و حسی کاهو

مصطفی بک‌محمدپور [1]، سیدهادی پیغمبردوست [2*]، جواد حصاری [2]، کاظم علیرضالو [3]

1. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، علوم و صنایع غذایی، پردیس بین المللی ارس، دانشگاه تبریز
2. دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
3. دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: 93/7/27، تاریخ پذیرش: 93/9/24)

چکیده

امروزه تمایل برای حذف مشتقات کلر در ضدعفونی کردن مواد غذایی باعث ارائه روش‌های جایگزین در جهت تولید غذاهای ارگانیک، سبزی‌ها و میوه‌ها با کیفیت ماندگاری بالا شده است. در این تحقیق اثر ضدعفونی‌کنندگی ازن و پرکلرین بر کیفیت تغذیه‌ای (ویتامین C و بتاکاروتن)، میکروبی (باکتری‌های مزوفیل هوازی، سرماگرا، انتروباکتریاسه، کپک‌ها و مخمرها) و حسی برش‌های کاهوی تازه مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان ویتامین C از دستگاه اسپکتروفتومتر، جهت اندازه‌گیری بتاکاروتن از دستگاه HPLC و ارزیابی رنگ از دستگاه شبیه ساز هانترلب استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای پرکلرین و ازن با وجود این‌که پس از فرایند باعث کاهش میزان ترکیبات تغذیه‌ای ویتامین C و بتاکاروتن می‌شود، ولی در انتهای زمان نگه‌داری 8 روزه، میزان این ترکیبات در نمونه‌های تیمارشده کاهو بالاتر از نمونه کنترل بود. در ارتباط با ویژگی‌های رنگی مشخص شد که استفاده از ازن باعث افزایش شدت سفیدی و زردی و کاهش شدت سبزی نمونه کاهو و استفاده از پرکلرین باعث شدت کاهش سفیدی و سبزی و افزایش زردی نمونه‌ها شد. استفاده از ازن و پرکلرین نسبت به تیمار کنترل باعث کاهش معنی‌دار ($p<0/05$) شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی، سرماگرا، انتروباکتریاسه و کپک و مخمرها در انتهای مدت زمان نگه‌داری شد، ولی اثر ازن در این کاهش بیش‌تر بود (به ترتیب: از 7/57 به 6/42 log cfu/g، از 7/13 به 5/74 log cfu/g، از 6/04 به 3/84 log cfu/g، از 7/58 به 4/42 log cfu/g). هم‌چنین نتایج حاکی از آن بود که نمونه‌های تیمار شده ازن دارای امتیازهای حسی بالاتری نسبت به نمونه‌های پرکلرین و کنترل سبزی کاهو بودند. با توجه به این‌که استفاده از ازن علاوه‌بر حفظ بهتر ترکیبات تغذیه‌ای، ویژگی‌های ظاهری، کیفیت میکروبی بالای نمونه کاهو، باعث افزایش ویژگی‌های حسی در مدت زمان نگه‌داری می‌شود، بنابراین استفاده از ازن به عنوان روش جدید برای ضدعفونی کاهو توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کاهو، ازن، پرکلرین، کیفیت تغذیه‌ای.

* نویسنده مسئول: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

1- مقدمه

در سال‌های اخیر هم‌زمان با پیشرفت صنعت غذا تقاضا برای تولید و مصرف محصولات غذایی با فرایند حداقل[1] و با کیفیت تغذیه‌ای و ماندگاری بالا رو به افزایش است. کاهو با نام علمی *lactuca sativa* یکی از سبزی‌هایی است که منشا آن هندوستان و آسیای مرکزی می‌باشد. این سبزی منبع غنی ویتامین‌هایی مانند A، K و C، بتاکاروتن، اسید فولیک، مواد معدنی مانند آهن، منیزیم، مس، کلسیم و پتاسیم می‌باشد که مزایای تغذیه‌ای و سلامتی فراوانی را به همراه دارند [1].

اطمینان از کیفیت میکروبی، تغذیه‌ای و ماندگاری زیاد سبزی‌های تازه یکی از مهم‌ترین نقاط بحرانی در خط تولید می‌باشد. در همین راستا استفاده از کلر برای ضدعفونی کردن سبزی‌ها با توجه به مشکلات محیطی و سلامتی از سوی اتحادیه اروپا ممنوع شده است [2]. به‌علاوه در راستای تولید غذای سالم، امروزه تمایل برای حذف مشتقات کلر در ضدعفونی کردن مواد غذایی افزایش یافته است. بنابراین معرفی ترکیبات و یا فرایندهای جایگزین کلر در ضدعفونی کردن سبزی‌ها و میوه‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است.

یکی از روش‌های جایگزین در ضدعفونی کردن سبزی‌ها و میوه‌ها، استفاده از ازن می‌باشد. ازن ترکیبی اکسیدکننده و ضدعفونی‌کننده قوی است و کارآیی خود را در دامنه گسترده‌ای از pH حفظ می‌کند. هم‌چنین ازن قابلیت واکنش با طیف وسیعی از ترکیبات آلی را دارد [3]. این خصوصیات، باعث کاهش بار میکروبی شده و در عین حال طراوت و تازگی و به‌خصوص رنگ اصلی سبزی‌ها و میوه‌ها را حفظ می‌کند. این درحالی است که در فرایندهای حرارتی مرسوم، علاوه بر این که کیفیت ظاهری مانند رنگ و تازگی محصول تا حد زیادی از بین می‌رود، بخش عمده ویتامین‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و سایر ترکیبات زیست فعال نیز از دسترس خارج می‌شوند [4].

ازن علاوه بر کاهش بار میکروبی، دارای اثر آنزیم‌بری (بلانچینگ) بوده و با غیرفعال‌کردن آنزیم‌هایی مانند پلی‌فنل اکسیداز باعث کاهش قهوه‌ای شدن در نمونه‌های تیمار شده با ازن در مقایسه با نمونه‌های شاهد می‌گردد [5]. نوع سبزی یا میوه، نوع میکروارگانیسم موجود و بار میکروبی، حالت فیزیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها و شرایط تیمار ازن بر کارآیی تیمار میوه‌ها و سبزی‌ها با ازن تاثیر دارد. مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که تیمار با ازن بر میزان ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌های میوه‌ها و سبزی‌ها تاثیری قابل توجهی ندارد، ولی باعث کاهش معنی‌دار در آرومای طبیعی می‌شود [6].

در فراوری سبزی‌ها با استفاده از تیماردهی ازن، کنترل غلظت مورد استفاده از ازن برای ضدعفونی کردن دارای اهمیت بالایی است. مشخص شده است که احتمال زنگ زدگی مخازن استیل ضدزنگ در غلظت‌های بالای 5 ppm ازن افزایش پیدا می‌کند، ولی به‌طور کلی استفاده از غلظت‌های 1-3 ppm ازن مشکلات چندانی را ایجاد نمی‌کند [7]. از سوی دیگر با توجه به این‌که تولید آب ازن‌دار محلول با غلظت بالا، گران و پیچیده می‌باشد، بنابراین ارائه راه‌حل‌هایی مبنی بر استفاده از مقادیر پائین ازن، با اثرات ضدمیکروبی بالا، و بهینه‌سازی آن ضروری به نظر می‌رسد. در گزارش‌های قبلی بهینه‌سازی غلظت، زمان و نوع منبع ازن مورد استفاده برای ضدعفونی کردن کاهو انجام نشده است. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثرات تیمارهای ضدعفونی به دو صورت ازن و پرکلرین روی ویژگی‌های تغذیه‌ای، حسی و میکروبی سبزی برگی کاهو می‌باشد.

2- مواد و روش‌ها

2-1- مواد شیمیایی

کلیه مواد شیمیایی و محیط‌های کشت مورد استفاده در این پروژه، ساخت کارخانه مرک آلمان با درجه خلوص تجزیه‌ای بودند.

2-2- آماده سازی کاهو

در مرحله اول کاهو با آب شهری شسته شد. سپس ضایعات و برگ‌های اضافی جدا شده و دوباره با آب مقطر به صورت سطحی شسته شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها سورت شده و سپس کاهو با استفاده از چاقوی تیز به صورت برش‌های افقی در اندازه 2x5 سانتی‌متر بریده و در نهایت آماده عملیات ضدعفونی شدند.

1. Minimal Processed

Archive of SID

www.SID.ir

2-3- آماده سازی محلول پرکلرین

محلول پرکلرین مورد استفاده برای ضدعفونی کردن در این آزمایش با اختلاط پرکلرین پودری و آب مقطر در غلظت 200 ppm تهیه شد.

2-4- آماده سازی آب ازنه

آب ازنه شده مورد استفاده برای این تحقیق با استفاده از دستگاه ازناتور مجهز به سیستم تخلیه الکتریکی و با غلظت 2 تا 3 ppm به صورت زیر تهیه شد. در این روش اکسیژن خالص از بین دو الکترود با ولتاژ بالا که با یک ماده دی‌الکتریک مانند شیشه از هم جدا شده‌اند، عبور می‌کند. اکسیژن تغلیظ شده تا زیر نقطه شبنم، دمای ^{o}C 60-، خشک می‌شود تا به‌طور کامل از دستگاه تخلیه الکتریکی محافظت کند. هنگامی‌که جریان الکتریکی بین دو الکترود برقرار شود، باعث شکستن مولکول اکسیژن و تبدیل آن به رادیکال آزاد اکسیژن می‌شود. در نهایت رادیکال آزاد اکسیژن با یک مولکول اکسیژن ترکیب شده و ایجاد یک مولکول گاز ازن می‌شود. نوع ژنراتور ازن تخلیه الکتریکی فرکانس متوسط (100-1000 Hz) بود.

2-5- مراحل ضدعفونی کردن سبزی‌ها و نحوه تیماربندی

نحوه فراوری و ضدعفونی کردن سبزی‌های کاهو با محلول‌های پرکلرین 200 ppm و آب ازن‌دار 2-3 ppm در شکل 1 آورده شده است. پس از فراوری و ضدعفونی کردن سبزی‌ها و تیماربندی آن‌ها، آزمایش‌های تغذیه‌ای، کیفی، میکروبی و حسی محصول فراوری شده، مطابق روش‌های توضیح داده شده انجام شد. آنالیزهای میزان ویتامین C، بتاکاروتن قبل و بلافاصله پس از ضدعفونی کردن سبزی‌ها در مدت زمان نگه‌داری 8 روز در روزهای صفر، 2، 4، 6 و 8 انجام شد. عکس‌برداری دیجیتالی شبیه ساز هانترلب تنها پس از فرایند ضدعفونی کردن (روز صفر) انجام شد. شمارش میکروبی نمونه‌ها قبل و بعد از ضدعفونی کردن نمونه‌ها در روزهای صفر، 2، 4، 6 و 8 انجام شد. در نهایت ارزیابی حسی برای مشخص شدن بهترین نمونه از لحاظ ظاهری، رنگ، عطر و طعم پس از فرایند انجام شد. تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش شامل؛ تیمار 1: نمونه کاهو غوطه‌وری شده در آب شهری؛ تیمار 2: نمونه کاهو ضدعفونی شده با پرکلرین 200 ppm و تیمار 3: نمونه کاهو ضدعفونی شده با ازن 2-3 ppm می‌باشد.

2-6- آزمایش‌ها

2-6-1- ویتامین C

اندازه‌گیری ویتامین C با استفاده از میزان جذب نمونه در طول موج 521 نانومتر به کمک دستگاه اسپکتروفتومتری (Unico: uv-2100) اندازه‌گیری شد [8].

2-6-2- بتاکاروتن

برای سنجش میزان بتاکاروتن ابتدا ترکیب مورد نظر از بافت سبزی با استفاده از روش زاکاریا و همکاران، [9]، استخراج شد. برای اندازه‌گیری میزان بتاکاروتن از دستگاه HPLC که مجهز به دتکتور UV-VIS بود، استفاده شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها با استفاده از ستون RP-18 (Group Hesperia, CA, USA) با قطر داخلی 0/25 میلی‌متر و طول 30 متر انجام شد. فاز متحرک شامل کلروفرم: استونیتریل (92:8) به همراه 1 گرم BHT (2-6-دی-ترت-بوتیل-4-متیل فنل) بود. سرعت جریان فاز متحرک 1 mL/min و میزان تزریق هر نمونه 20 µL بود. طول موج مورد استفاده 470 nm و نتایج به صورت mg/100gنمونه سبزی تازه گزارش شد.

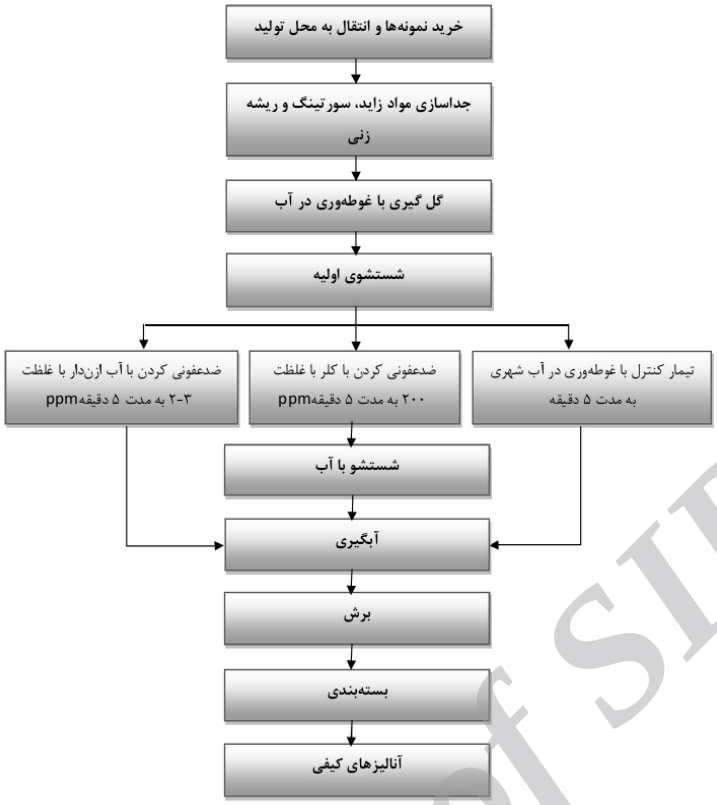
2-6-3- عکس‌برداری دیجیتالی شبیه ساز هانترلب[1]

اندازه‌گیری رنگ با استفاده از عکس‌برداری از نمونه توسط دوربین دیجیتال متصل به دستگاه طراحی شده انجام شد. سپس بررسی پیکسل‌های عکس دیجیتالی سطح ماده غذایی توسط نرم افزار فتوشاپ به صورت تبدیل مولفه‌های RGB به Lab صورت گرفت. در این دستگاه زاویه لنز دوربین با منبع نوری 45 درجه و فاصله با نمونه مورد نظر 30 سانتی‌متر بود. هم‌چنین دستگاه طوری طراحی شده است که از تابیدن نور خارجی و مزاحم به نمونه جلوگیری شود. دستگاه قبل از شروع کار با صفحه‌های مخصوص رنگی (RAL Color Test) کالیبره شد و سپس عکس‌های مورد نظر گرفته شد [10]. شکل 2 طرحی از دستگاه مورد استفاده را نشان می‌دهد.

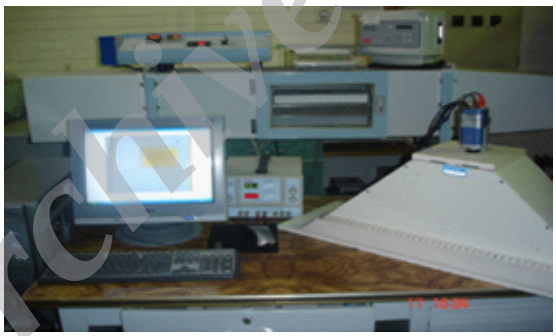
1. Hunter lab simulator

Archive of SID

www.SID.ir



شکل(1) فلودیاگرام مراحل ضدعفونی کردن سبزی کاهو



شکل(2)دستگاه عکس‌برداری دیجیتالی شبیه ساز هانترلب

4-6-2- ویژگی‌های میکروبی

برای شمارش باکتری‌ها ابتدا نمونه‌های کاهو خرد شدند. سپس 25 گرم از نمونه‌ها به بشر استریل 300 میلی‌لیتری انتقال داده شد و پپتون واتر 0/1٪ استریل به میزان 225 میلی‌لیتر به بشر اضافه شد. عمل اختلاط توسط دستگاه استوماچور به مدت 2 دقیقه انجام شد تا نمونه‌ها کاملا در پپتون واتر پخش شوند. در این حالت رقت 10^{-1} تهیه شد. سپس رقت‌های 10^{-2} تا 10^{-9} در پپتون واتر استریل با افزودن 1 میلی‌لیتر از رقت زیاد به 9 میلی‌لیتر پپتون واتر 0/1٪ تهیه شد. شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی و سرماگرا به صورت پورپلیت در محیط کشت PCA و به ترتیب با شرایط انکوباسیون 48 ساعت در دمای 30 ^{o}C و 10 روز در دمای 4 ^{o}C انجام شد. شمارش باکتری‌های انتروباکتریاسه روی محیط کشت VRBA به صورت پورپلیت و با شرایط انکوباسیون 24 ساعت در دمای 37 ^{o}C (هوازی) انجام شد. شمارش کپک‌ها و مخمرها روی محیط کشت YGCA به صورت سطحی (هوازی) با شرایط انکوباسیون 5 روز در

Archive of SID

www.SID.ir

°C 25 انجام گرفت [11].

2-6-5- ارزیابی ویژگی‌های حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی شامل خواص ظاهری، رنگ، خواص بافتی (احساس دهانی) و خواص عطر و طعمی کاهو با استفاده از 12 نفر پانلیست (4 نفر مرد، 8 نفر زن، با 30-20 سال) به روش هدونیک 5 نقطه‌ای انجام گرفت [11].

2-7- آنالیز آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با 3 تیمار (تیمار کنترل به صورت شستشو با آب شهری، تیمار ضدعفونی با پرکلرین و تیمار ضدعفونی با ازن) برای سبزی کاهو انجام شد. برای آنالیز داده‌ها در طول زمان از روش اندازه‌گیری‌های تکرار شده در واحد زمان[1] در سطح احتمال 5 درصد و مقایسه میانگین‌ها در زمان‌های مختلف با روش حداقل میانگین مربعات[2] به کمک نرم افزار آماری SAS نسخه 9/2 استفاده شد. تمامی آزمایش‌ها در 3 تکرار مورد سنجش قرار گرفت.

3- نتایج و بحث

شکل 3 میزان ویتامین C در نمونه‌های کاهو پس از فرایند ضدعفونی با پرکلرین و ازن را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص شد که استفاده از ضدعفونی کننده‌های پرکلرین و ازن باعث کاهش میزان ویتامین C سبزی کاهو، بلافاصله پس از فرایند، می‌شود. بنا بر نتایج دویس و همکاران، [12]، دلیل این کاهش می‌تواند مربوط به دو مورد باشد. اولین مورد، مربوط به ویژگی اکسیدکنندگی ترکیبات پرکلرین و ازن می‌باشد که در زمان 5 دقیقه فرایند باعث این کاهش می‌شوند. دومین عامل کاهش میزان ویتامین C نمونه‌های ضدعفونی شده نسبت به نمونه کنترل مربوط به قرار گرفتن ویتامین C در معرض اکسیژن است که می‌تواند باعث اکسیداسیون و کاهش میزان این ویتامین شود. با توجه به این‌که میزان در دسترس قرار گرفتن نمونه‌های فرایند شده و فرایندها، روی آن‌ها بیش‌تر از نمونه کنترل است، بنابراین این کاهش می‌تواند به صورت بیش‌تری انجام گیرد.

1. Repeated measurement
2. Least square means

هم‌چنین نتایج نشان داد که در طول زمان نگه‌داری میزان ویتامین C نمونه‌های کنترل به طور معنی‌داری ($p<0/05$) کاهش پیدا می‌کند، ولی در نمونه‌های ضدعفونی شده کاهو با استفاده از ازن و پرکلرین این کاهش معنی‌دار ($p>0/05$) گزارش نشد. علت این پدیده می‌تواند مربوط به این باشد که آنزیم اسیدآسکوربیک اکسیداز می‌تواند طی فرایند ضدعفونی کردن توسط پرکلرین و ازن غیرفعال شود و در طول زمان نگه‌داری فعالیت این آنزیم کاهش یافته و ویتامین C کم‌تری از بین می‌رود. نتایج این تحقیق با گزارش‌های برخی محققین دیگر هم‌خوانی دارد [6، 13، 14، 15 و 5]. در نهایت باید ذکر کرد که مطابق با شکل 2 اثرات اکسیدکنندگی تیمار ازن روی میزان ویتامین C بلافاصله پس از فرایند کم‌تر از تیمار پرکلرین بود که نشان می‌دهد ازن در حفظ ارزش تغذیه‌ای و میزان ویتامین C مناسب‌تر می‌باشد.

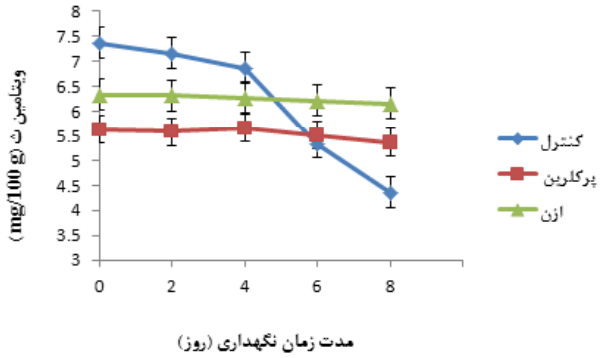
در شکل 4 تغییرات میزان بتاکاروتن در سبزی کاهو در مدت زمان نگه‌داری نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن بود که میزان بتاکاروتن نمونه‌های کاهو برابر با 100g/ mg 3-3/5 بود که با گزارش اولمز و آکباش، [5]، هم‌خوانی نشان داد. در طول مدت زمان نگه‌داری، در تمامی تیمارها میزان بتاکاروتن نسبت به تیمار ضدعفونی نشده (کنترل) در حدود 30 ٪ کاهش پیدا کرد که این نتایج مطابق با برخی گزارش‌های دیگر بود [5، 15].

نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای پرکلرین و ازن مانع از کاهش معنی‌دار ($p>0/05$) میزان بتاکاروتن در نمونه کاهو در مدت زمان نگه‌داری می‌شود، ولی این کاهش در مورد نمونه کنترل معنی‌دار ($p<0/05$) گزارش شد. بیش‌ترین میزان کاهش مربوط به نمونه کنترل بود که نشان دهنده اهمیت و مطلوب بودن ضدعفونی کردن سبزی‌ها در حفظ کیفیت تغذیه‌ای در مدت زمان نگه‌داری می‌باشد. هم‌چنین مشخص شد که بین تیمارهای پرکلرین و ازن در میزان بتاکاروتن اختلاف معنی‌داری ($p>0/05$) وجود نداشت. نتایج این تحقیق با نتایج سایر گزارش‌ها منطبق بود [5، 15].

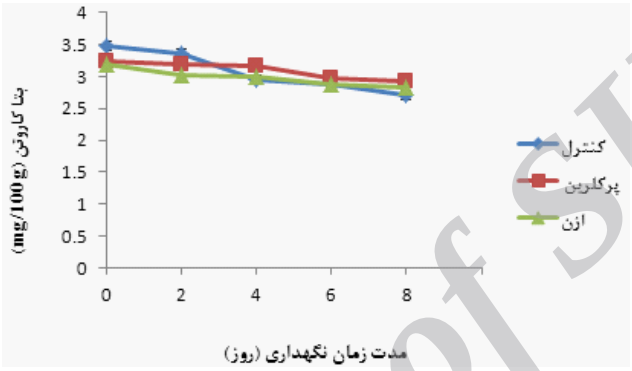
شکل 5 میزان اندیس L و a در نمونه‌های مختلف کاهو

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (3) تغییرات میزان ویتامین C تیمارهای مختلف کاهو در مدت زمان نگه‌داری



شکل (4) تغییرات میزان بتاکاروتن تیمارهای مختلف کاهو در مدت زمان نگه‌داری

پس از فرایند ضدعفونی را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) بین پارامترهای روشنایی، سبزی و زردی نمونه‌ها بلافاصله پس از فرایند (روز صفر) وجود داشت.

در مورد پارامتر L، نتایج حاکی از آن بود که استفاده از تیمار پرکلرین باعث کاهش معنی‌دار ($p<0/05$) اندیس L ولی استفاده از تیمار ازن باعث افزایش معنی‌دار ($p<0/05$) این پارامتر شد. مطابق نتایج این تحقیق و نتایج برمودز-آگویرز و باربوسا-کانواس، [16]، استفاده از ازن باعث زایل شدن رنگ سبز و افزایش معنی‌دار ($p<0/05$) رنگ سفیدی و روشنایی نمونه‌های کاهو شد. از سوی دیگر نتایج اندیس روشنایی نمونه‌های کاهو پس از تیمار پرکلرین نشان داد که میزان روشنایی کاهش پیدا کرد که علت این تغییر می‌تواند مربوط به قهوه‌ای شدن آنزیمی آن باشد. هم‌خوانی بالایی بین نتایج این تحقیق با گزارش‌های مارتین دیانا و همکاران، [17] و اولمز و آکباش، [5]، در مورد سبزی کاهو وجود داشت.

نتایج نشان داد که استفاده از تیمار پرکلرین و ازن باعث کاهش معنی‌دار اندیس a و به بیان دیگر باعث کاهش شدت سبزی و افزایش شدت قرمزی نمونه‌های کاهو شد. مارتین دیانا و همکاران [17]، گزارش کردند که علت کاهش شدت سبزی نمونه‌های کاهو می‌تواند مربوط به زایل شدن کلروفیل توسط پرکلرین و ازن باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. از سوی دیگر افزایش شدت قرمزی تیمارهای ازنه مربوط به خاصیت اکسیدکنندگی قوی‌تر ازن از طریق فعالیت آنزیمی فنیل آلانین آمونیا لیاز می‌باشد [5].

شکل 6 میزان اندیس b در نمونه‌های مختلف کاهو بلافاصله پس از فرایند ضدعفونی (روز صفر) را نشان می‌دهد. مطابق با شکل موردنظر تیمار ازن باعث افزایش معنی‌دار ($p<0/05$) اندیس b و یا به نوعی باعث افزایش شدت زردی نمونه‌ها شد. گزارش‌ها نشان می‌دهد که با توجه به این‌که پرکلرین می‌تواند باعث اکسیده شدن کاروتن نمونه‌های کاهو شود، بنابراین زردی نمونه‌ها کاهش پیدا می‌کند [5].

نتایج ویژگی‌های میکروبیولوژیکی استفاده از پرکلرین و ازن روی

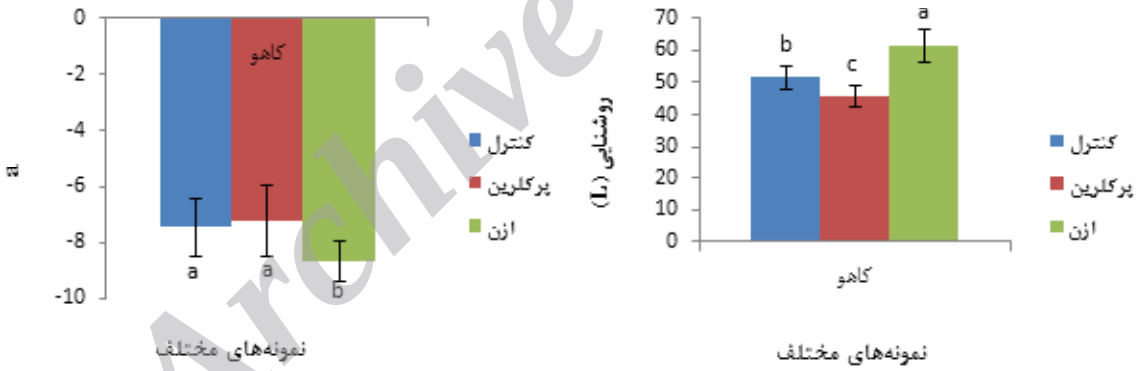
Archive of SID

www.SID.ir

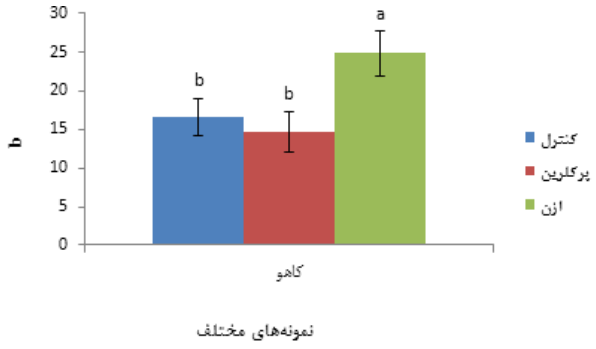
شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی، سرماگرا، انتروباکتریاسه و کپک و مخمرها نشان داد که این ترکیبات می‌توانند باعث کاهش معنی‌دار ($p<0/05$) بار میکروبی نمونه‌ها شده که در نهایت باعث افزایش زمان ماندگاری کاهوی بسته‌بندی شده می‌شوند. شکل 7 تغییرات شمارش باکتری‌های مورد بررسی در نمونه کاهو را نشان می‌دهد. نتایج شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی نشان داد که استفاده از پرکلرین و ازن می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار ($p<0/05$) در حدود 2 لگاریتم بار میکروبی در روز اول و تا انتهای زمان نگه‌داری شود. از سوی دیگر گزارش‌ها حاکی از این بود که تیمار ازن به شکل بهتری توانست از رشد باکتری‌های مزوفیل هوازی در طول زمان نگه‌داری 8 روز جلوگیری کند که علت آن مربوط به توان بالای ازن در ایجاد منافذ روی غشای این باکتری‌ها می‌باشد. نتایج این تحقیق با گزارش‌های کیم و همکاران، [18]، کاسکی و ایزوب، [13] و هاسنبرگ و همکاران، [14]، مطابقت نشان داد.

نتایج نشان داد که در نمونه‌های کاهو استفاده از تیمارهای پرکلرین و ازن، می‌تواند باعث کاهش شمارش باکتری‌های سرماگرا شود که این مقدار در حدود 0/5 لگاریتم می‌باشد. نتایج تغییرات شمارش باکتری‌های سرماگرا در نمونه‌های کاهو نشان داد که در طول مدت زمان نگه‌داری افزایش شمارش این باکتری‌ها در تیمار کنترل و پرکلرین به صورت معنی‌دار ($p<0/05$)، ولی در مورد تیمار ازن به مقدار کم و غیرمعنی‌دار ($p>0/05$)، می‌باشد. نتایج این تحقیق با نتایج گزارش شده اولمز و آکباش، [5]، و برمودز-آگویرز و باربوسا-کانواس، [16]، مطابقت بالایی دارد. هم‌چنین آلنده و همکاران، [19] و بلتران و همکاران، [6]، به نتایج مشابهی در مورد کاهش شمارش باکتری‌های سرماگرا با استفاده از پرکلرین و ازن دست یافتند. با توجه به شکل 7 مشخص شد که تیمار ازن نسبت به پرکلرین می‌تواند به شکل مطلوب‌تری باعث کاهش بار میکروبی و افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های کاهو شود.

آلنده و همکاران، [19]، بلتران و همکاران، [6] و اولمز و همکاران، [20]، به نتایج مشابهی در مورد کاهش شمارش باکتری‌های انتروباکتریاسه با استفاده از تیمارهای پرکلرین و ازن در مورد سبزی‌های کاهو، هویج و اسفناج دست یافته بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که در طول مدت زمان نگه‌داری شمارش انتروباکتریاسه‌ها در تیمارهای پرکلرین و ازن به صورت



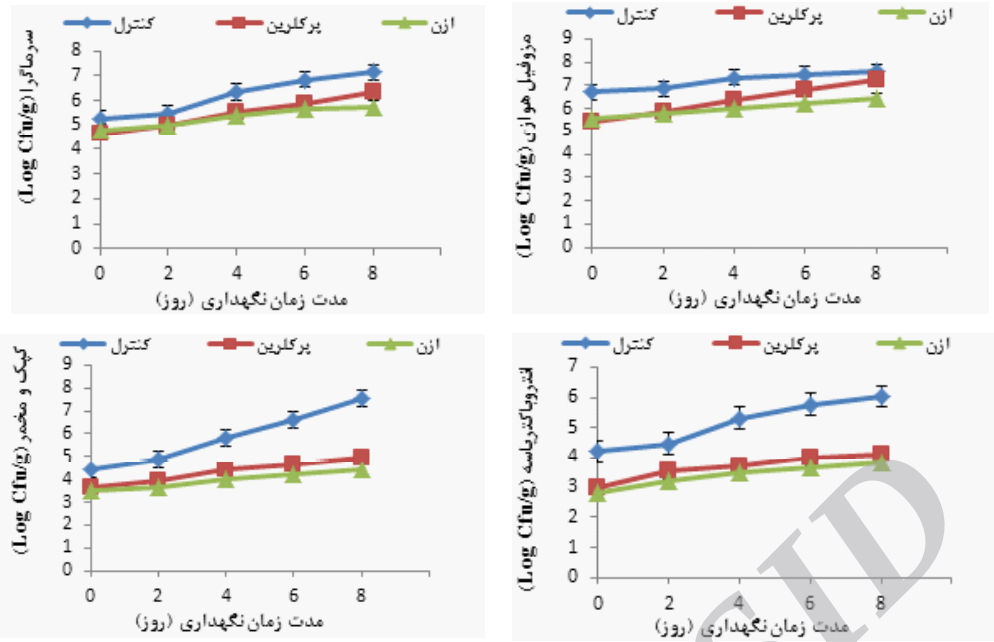
شکل(5) میزان اندیس L و a تیمارهای مختلف کاهو پس از فرایند ضدعفونی کردن



شکل (6) میزان اندیس b تیمارهای مختلف کاهو پس از فرایند ضدعفونی کردن

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (7) تغییرات شمارش باکتری‌های مزوفیل هوازی، سرماگرا، انتروباکتریاسه و کپک و مخمر در تیمارهای مختلف کاهو در مدت زمان نگه‌داری

معنی‌داری ($p<0/05$) پائین‌تر از نمونه‌های کنترل بود. در انتهای مدت زمان نگه‌داری تیمار ازن در سبزی کاهو دارای شمارش پائین‌تر از انتروباکتریاسه‌ها بود که نشان دهنده قدرت ازن بوده که باقی‌مانده‌های ترکیبات ازنه توانسته‌اند مانع از رشد این باکتری‌ها و باعث افزایش زمان ماندگاری شوند.

نتایج نشان داد همانند سایر گزارش‌های میکروبی [19، 6 و 20]، استفاده از پرکلرین و ازن می‌تواند به طور معنی‌داری ($p<0/05$) باعث کاهش شمارش کپک‌ها و مخمرها شود. در طول مدت زمان نگه‌داری در تیمار کنترل کاهو افزایش معنی‌داری ($p<0/05$) مشاهده شد، ولی در مورد تیمارهای پرکلرین و ازن این افزایش خیلی اندک (1/5 log cfu/gr) و در حد مجاز و قابل قبول بود. نتایج این تحقیق در مورد کاهش شمارش کپک‌ها و مخمرها با گزارش‌های آلکسوپولوس و همکاران، [21]، هم‌خوانی بالایی داشت. نتایج کلی میکروبی نشان داد که استفاده از تیمار با گزارش‌های آلکسوپولوس و همکاران، [21]، مطابقت زیادی دارد. این نتایج بیانگر این بود که استفاده از تیمار ازن به شکل مطلوب‌تری نسبت به تیمار پرکلرین توانست باعث کاهش شمارش میکروبی و افزایش زمان ماندگاری کاهو شود.

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های ضدعفونی شده کاهو در شکل 8 آورده شده است. اختلاف معنی‌داری ($p<0/05$) بین ویژگی‌های ظاهری، رنگ، احساس دهانی و عطرو طعم کلی تیمارهای کنترل، پرکلرین و ازن مشاهده شد. نتایج نشان داد که استفاده از ازن نسبت به سایر تیمارهای کاهو باعث بروز ویژگی‌های کیفی بهتری شد.

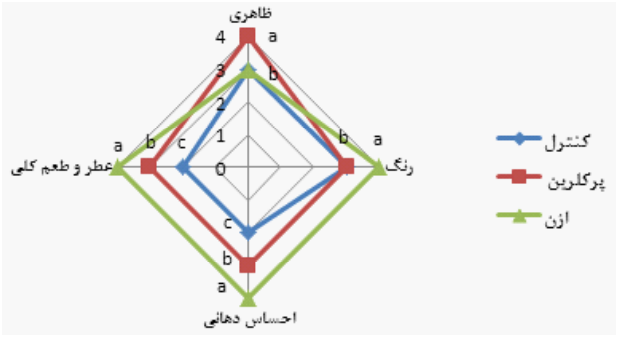
نتایج این تحقیق با گزارش‌های اولمز و آکباش، [5] و برمودز-آگویرز و باربوسا-کانواس، [16]، در مورد حفظ کیفیت حسی نمونه‌های کاهو در مدت زمان نگه‌داری مطابقت بالایی دارد. بر اساس نتایج این تحقیق و گزارش‌های سایر محققان [5، 22] استفاده از ازن می‌تواند با حفظ ترکیبات تغذیه‌ای و کیفیت حسی باعث کاهش بار میکروبی نمونه‌های کاهو شده و زمان ماندگاری آن را به صورت مطلوبی افزایش دهد.

4- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تاثیر استفاده از تیمارهای ضدعفونی پرکلرین و ازن روی ویژگی‌های تغذیه‌ای، میکروبی و حسی نمونه‌های کاهو و مقایسه آن با نمونه کنترل نشان داد که کاهوهای ضدعفونی شده با ازن علاوه بر این‌که نسبت به تیمارهای پرکلرین و کنترل دارای کیفیت میکروبی بودند، به دلیل مقادیر بالاتر ویتامین C و بتاکاروتن کیفیت تغذیه‌ای بالاتری نیز داشتند. ارزیابی حسی نمونه‌های مختلف حاکی از مقبولیت بالای ظاهری، رنگ، احساس دهانی و عطرو طعم کلی استفاده از ازن در ضدعفونی کاهو و سایر سبزی‌ها می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (8) ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های مختلف کاهو در انتهای مدت زمان نگه‌داری 8 روز

منابع

[1] De la Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E., Gonzalez-Aguilar, G.A. (2010). *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability*. Wiley-Blackwell: Hoboken, New Jersey, USA.

[2] Dychdala, G.R. (1991). Chlorine and chlorine compounds, in: Block, S.S. (eds.), *Disinfection Sterilization & Preservation*, fourth ed. Lea and Febiger, Philadelphia, pp. 131–151.

[3] Muthukumarappan, K., O'Donnell, C.P., Cullen, P.J. (2008). Ozone utilization. *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*, 52, 1-4.

[4] James, S.J., Ketteringham, L.P., James, C. (2000). Using ozone to reduce the bacteria contamination of green peppers, herbs and salad vegetables. *Food & Drink Special Interest Group*, 21, 129-132.

[5] Olmez, H., Akbas, M.Y. (2009). Optimization of ozone treatment of fresh-cut green leaf lettuce. *J. Food Eng.*, 90 (4), 487–494.

[6] Beltran, D., Selma, M.V., Marin, A., Gil, M.I. (2005). Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. *J. Agr. Food Chem.*, 53, 5654–5663.

[7] Pascual, A., Llorca, I., Canut, A. (2007). Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities. *Trends Food Sci. and Technol.*, 18, 29–35.

[8] Terada, M., Watanabe, Y., Kunitomo, M., Hayashi, E. (1978). Differential rapid analysis of ascorbic-acid and ascorbic-acid 2-sulfate by dinitropHenylhydrazine method. *Anal. Biochem.*, 84, 604–608.

[9] Zakaria, M., Simpson, K., Brown, P.R., Krstulovic, A. (1979). Use of reversed-phase high-performance liquid chromatographic analysis for the determination of provitamin a carotenes in tomatoes. *J. Chromatogr.*, 176, 109–117.

[10] Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., Leon, J. (2006). Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Res. Int.*, 39, 1084–1091.

[11] AOAC. (2005). Official Methods of Analysis. Association of *Official Analytical Chemists*, Washington, DC, USA.

[12] Devic, E., Guyot, S., Daudin, J., Bonazzi, C. (2010). Effect of temperature and cultivar on polyphenol retention and mass transfer during osmotic dehydration of apples. *J. Agr. Food Chem.*, 58, 606-616.

[13] Koseki, S., Isobe, S. (2006). Effect of ozonated water treatment on microbial control and on browning of iceberg lettuce (*Lactuca sativa L.*). *J. Food Protect.*, 69, 154–160.

Archive of SID

www.SID.ir

on enzymatic browning and shelf-life of fresh-cut asparagus lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Postharvest Biol. Tec.*, 58, 232–238.

[14] Hassenberg, K., Idler, C., Molloy, E., Geyer, M., Plöchl, M., Barnes, J. (2007). Use of ozone in a lettuce-washing process: an industrial trial. *J. Sci. Food Agr.*, 87, 914–919.

[15] Akbas, M.Y., Olmez, H. (2007). Effectiveness of organic acids, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut iceberg lettuce. *J. Sci. Food Agr.*, 87, 2609–2616.

[16] Bermudez-Aguirre, D., Barbosa-Canovas, G.V. (2013). Disinfection of selected vegetables under thermal treatments: Chlorine, acid citric, ultraviolet light and ozone. *Food Control*, 29, 82-90.

[17] Martín-Diana, A.B., Rico, D., Barry-Ryan, C., Frías, J.M., Henehan, G.T.M., Barat, J.M. (2007). Efficacy of steamer jet-injection as alternative to chlorine in fresh-cut lettuce. *Postharvest Biol. Tec.*, 45, 97-107.

[18] Kim, J.G., Yousef, A.E., Chism, G.W. (1999). Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. *J. Food Safety*, 19, 17–34.

[19] Allende, A., Aguayo, E., Artés, F. (2004). Microbial and sensory quality of commercial fresh processed red lettuce throughout the production chain and shelf-life. *Int. J. Food Microbiol.*, 91, 109–117.

[20] Ölmez, H., Leskinen, M.b., Särkkä-Tirkkonen, M. (2007). Effect of ozonated water on the microbiological physical and nutritional quality parameters of minimally processed lettuce during shelf-life. *3rd QLIF Congress, Hohenheim, Germany*.

[21] Alexopoulos, A., Plessas, S., Ceciu, S., Lazar, V., Mantzourani, I., Voidarou, C., Stavropoulou, E., Bezirtzoglou, E. (2013). Evaluation of ozone efficacy on the reduction of microbial population of fresh cut lettuce (*Lactuca sativa*) and green bell pepper (*Capsicum annuum*). *Food Control*, 30, 491-496.

[22] Chen, Z., Zhub, Ch., Zhangb, Y., Niub, D., Dub, J. (2010). Effects of aqueous chlorine dioxide treatment

Archive of SID

www.SID.ir