بررسی شرایط نگهداری برگ اسفناج با اتمسفر اصلاح شده

حمید محمدی علی آبادی[1*]، ناهید واصلی[2]
[1] گروه کشاورزی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران
[2] مدیر گروه و عضو هیات علمی موسسه آموزش عالی کار رفسنجان
*نویسنده مسئول: hma_azad@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش، کیفیت برگ‌های اسفناج (*Spinacia oleracea*) تیمار شده با آب و اسید سیتریک در طی دوره نگهداری در شرایط دمایی مختلف (دمای محیط و یخچال) و بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (با در نظرگرفتن ۱±۴٪ CO_2 ، ۱±۶٪ O_2 و بقیه گاز ازت در داخل بسته) با و یا بدون جاذب رطوبت (سیلیکاژل) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها از نظر پارامترهای رنگ‌سنجی و میزان تنفس طی دوره نگهداری ۱۴ روزه ارزیابی شدند. نتایج نشان دادند که از بین کلیه تیمارها، نمونه‌های تیمار شده با آب و بسته‌بندی‌شده با اتمسفر اصلاح شده که در داخل بسته آن‌ها جاذب الرطوبه قرار گرفته بود و نیز در دمای یخچال نگهداری شده بودند بالاترین امتیازها را کسب نمودند. در نهایت مدت زمان نگهداری بهینه، ۱۰ روز تعیین شد.

***کلمات کلیدی*: بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده، سیلیکاژل، برگ اسفناج، نگهداری**

مقدمه

اسفناج گیاهی برگی است که مصرف آن به دلیل خواص تغذیه‌ای بالا و داشتن عناصر معدنی رو به افزایش است. برای حصول بهترین کیفیت مصرف، کنترل و بهینه‌سازی شرایط نگهداری پس از برداشت بسیار ضروری است. افت کیفیت اسفناج پس از برداشت، ناشی از رشد فیزیولوژیکی آن و دیگر تغییرات متابولیک پس از برداشت (قهوه‌ای شدن) و فسادهای میکروبی است (Kuyper et al., 1993). روش‌هایی که سبب افزایش ماندگاری اسفناج‌ها می‌شوند باید رشد باکتریایی، قهوه‌ای‌شدن آنزیمی یا متابولیسم اسفناج را کاهش دهند (Brennan et al., 1998).

از اسیدسیتریک به‌صورت ایجاد یک محلول اسیدی برای نگهداری اسفناج استفاده شده است. اسیدهای آلی به دلیل pH پایین و نیز ترکیب مولکول اسید با سلول باکتریایی، نقش ضدمیکروبی دارند. از اتیلن دی‌آمین تترا استیک اسید (EDTA) نیز که یک چلات‌کننده فلزی است و ترکیبات ضدمیکروبی نظیر سدیم متابی‌سولفیت، نایسین و دی‌استیل نیز استفاده شده است (Brennan et al., 1998 و Lopez-Briones et al., 1993).

رطوبت موجود در سطح برگ، رشد باکتری‌ها را تسریع کرده و دوره ماندگاری را کوتاه می‌نماید. برای رفع این مشکل از کیسه‌های جاذب رطوبت استفاده شد. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده[1] که در آن نسبت‌های CO_2 و O_2 در اتمسفر اطراف فرآورده تغییر داده می‌شود، یکی از روش‌هایی است که برای طولانی‌کردن ماندگاری فرآورده‌های فسادپذیر استفاده می‌شود (Illeperuma et al., 2004 ، Roy et al., 1995 و Villaescusa et al. 2003). در این پژوهش از بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده برای بررسی ماندگاری اسفناج استفاده شد و برگ‌ها قبل از بسته‌بندی تحت تیمار محلول اسیدسیتریک و آب معمولی قرار گرفته و در نهایت با نمونه شاهد مقایسه شدند.

[1]- Modified Atmosphere Packaging (MAP)

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، ابتدا برگ‌های اسفناج (***Spinacia oleracea***) از سبزی‌فروشی‌های محلی خریداری و سپس به سه گروه تقسیم شدند. گروه اول به مدت ۵ دقیقه در محلول ۳۰ گرم در لیتر اسیدسیتریک و گروه دوم ۵ دقیقه در آب معمولی قرار گرفتند و گروه سوم بدون هیچ تیماری به‌عنوان گروه شاهد انتخاب شدند. برای بسته‌بندی، اسفناج‌ها در ظروف یک‌بارمصرف از جنس پلی‌اتیلن با دانسیته بالا[2] قرار گرفتند و در نمونه‌های تیمارشده با آب و اسیدسیتریک، در نیمی از بسته‌ها از کیسه‌های حاوی ۲ گرم سیلیکاژل به‌عنوان جاذب رطوبت استفاده شد. سپس ظروف حاوی نمونه با استفاده از دستگاه بسته‌بندی هنکلمن[3] مدل 200A تحت روش بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (۱±۴٪ CO_2، ۱±۶٪ O_2 و بقیه گاز ازت) بسته‌بندی شدند. نمونه‌های شاهد، با استفاده از فیلم‌های پلاستیکی استرچ از جنس پلی‌اتیلن با دانسیته پایین[4] بسته‌بندی شدند. شرایط نگهداری بسته‌ها، به دو صورت نگهداری در یخچال و نگهداری در محیط تعریف شد و آزمون‌ها در روز اول، پنجم، نهم و چهاردهم نگهداری انجام شدند.

آزمون‌های انجام شده روی نمونه‌ها شامل رنگ‌سنجی و ارزیابی تغییرات میزان گازهای موجود در بسته شامل CO_2 و O_2 بودند و در سه تکرار انجام شدند. برای ارزیابی پارامترهای L*a*b*، ابتدا سطح نمونه‌ها با استفاده از اسکنر HP مدل G 4010 با وضوح تصویر ۳۰۰ dpi اسکن شدند و در مرحله بعد با کراپ کردن سطح مورد نظر از نمونه، با استفاده از نرم‌افزار ImageJ 1.40g به‌وسیله برنامه Color_Space_Converter تصاویر به CIE XYZ و سپس به L*a*b* تبدیل گردید (Sedaghat and Vahedi, 2008). برای بررسی میزان CO_2 و O_2 موجود در بسته از دستگاه اندازه‌گیری دیجیتال با نام تجاری Oxy Baby استفاده شد که این سیستم مقادیر گازها را به‌صورت درصد نشان می‌داد. نتایج در قالب آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار Mstat C و MINITAB آنالیز شده و نمودارها در نرم‌افزار Excel رسم شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۰/۰۵ = α انجام شد.

در جدول و کلیه شکل‌ها، نمادهای به‌کاررفته به این مفهوم هستند: - Acid: نمونه تیمارشده با اسیدسیتریک فاقد جاذب الرطوبه؛ + Acid: نمونه تیمارشده با اسیدسیتریک دارای جاذب الرطوبه؛ - Water: نمونه تیمارشده با آب فاقد جاذب الرطوبه؛ + Water : نمونه تیمارشده با آب دارای جاذب الرطوبه؛ Control: نمونه شاهد بسته‌بندی شده با فیلم استرچ.

نتایج و بحث

در آنالیز تصاویر در صنایع غذایی، رنگ یک ویژگی تأثیرگذار و توصیف‌کننده قوی است که جهت تسهیل استخراج اجسام و شناسایی آن‌ها در یک تصویر به کار می‌رود. شاخص L* نمادی از روشنایی تصویر است و هر چه مقدار آن به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، انعکاس نور کامل‌تر است. در کل دوره نگهداری بالاترین مقادیر L* به ترتیب به این نمونه‌ها اختصاص داشتند: نمونه شاهد، نمونه تیمارشده با آب دارای جاذب الرطوبه و نمونه تیمارشده با اسیدسیتریک دارای جاذب الرطوبه (جدول ۱). شرایط نگهداری، نوع تیمار و زمان رابطه کاملاً معنی‌داری با میزان پارامتر L* نمونه‌ها دارند ($P<0/05$).

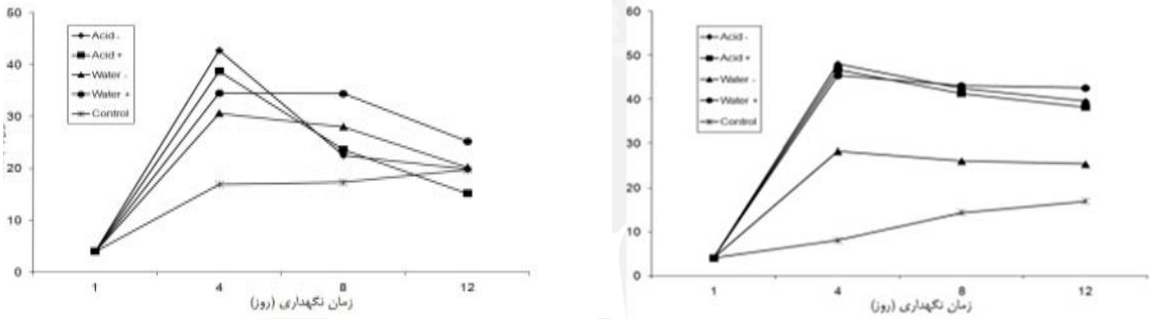
پارامتر a* هرچه به سمت منفی باشد نماد سبزی بیشتر است و هرچه مثبت‌تر باشد قرمزی بیشتری دارد. نتایج نشان دادند که رابطه شرایط نگهداری با مقدار پارامتر a* معنی‌دار نیست اما نوع تیمار و زمان رابطه کاملاً معنی‌داری با میزان پارامتر a* نمونه‌ها دارند ($P<0/05$). پارامتر b* بیان‌گر میزان زرد یا آبی بودن نمونه است و هرچه به مقادیر مثبت نزدیک‌تر باشد، زردی نمونه بیشتر است. با توجه به نتایج حاصل می‌توان گفت که شرایط نگهداری، نوع تیمار و زمان، رابطه کاملاً معنی‌داری با میزان پارامتر b* نمونه‌ها دارند ($P<0/05$). نتایج حاصل از رنگ‌سنجی کاملاً مطابق با نتایج حاصل از پژوهش Villascusa و همکاران (۲۰۰۳) می‌باشد. آن‌ها دریافتند که با گذر زمان به زردی نمونه‌ها افزوده می‌گردد و این میزان در پارامتر b* نمایان می‌گردد.

[2]- High Density Poly Ethylene (HDPE)
[3]- Henkelman
[4]- LowDensity Poly Ethylene (LDPE)

جدول۱- مقادیر متوسط پارامترهای L*a*b* در کل دوره نگهداری اسفناج به تفکیک شرایط دمایی

	Acid -		Acid +		Water -		Water +		Control	
	محیط	یخچال	محیط	یخچال	محیط	یخچال	محیط	یخچال	محیط	یخچال
L*	۳۱/۱۲	۳۲/۵۳	۳۱/۰۵	۳۲/۹۷	۳۴/۵۱	۳۰/۶۹	۳۳/۰۳	۳۳/۶۴	۳۶/۱۹	۳۴/۱۵
a*	-۵۲/۱۴۵	-۵۲/۴۸۵	-۵۱/۹۹	-۵۲/۲۶	-۵۲/۱۴۵	-۵۱/۸۶	-۵۲/۲۹	-۵۱/۵۱	-۵۱/۴۹	-۵۱/۵۸
b*	۱۴/۶۲	۱۱/۰۱	۷/۴۷	۵/۱۴	۷/۵۲	۴/۳۲	۳/۹۶	۵/۵۱	۶/۹۱	۴/۱۴

در شرایط نگهداری نمونه‌ها در محیط، در نمونه‌های تیمارشده با اسیدسیتریک و نیز نمونه تیمارشده با آب همراه با جاذب الرطوبه، تا روز پنجم شاهد روند افزایشی میزان دی‌اکسیدکربن بودیم که بیان‌گر تنفس بالای نمونه‌هاست و پس از آن، تا پایان دوره نگهداری، میزان CO_2 در حد کمی کاهش یافت (شکل ۱- الف). در نمونه تیمارشده با آب فاقد جاذب الرطوبه، رطوبت تجمع یافته روی سطح برگ‌ها مانع از انجام تنفس شده و تولید CO_2 در حد کمی است. در نمونه‌های تیمار شده با اسید سیتریک، این احتمال داده می‌شود که میزان بالای CO_2 غیر از تنفس، ناشی از تولید متابولیت‌های ثانویه در نمونه باشد که خود زمینه‌ساز فساد محصول هستند. در شرایط نگهداری نمونه‌ها در یخچال، کلیه نمونه‌های تیمارشده با اسیدسیتریک و آب تا روز پنجم، میزان بالایی CO_2 تولید نمودند. (شکل ۱- ب). این یافته‌ها با نتایج دیگر پژوهشگران که نشان دادند با افزایش دما، سرعت تنفس و بالطبع میزان تولید CO_2 افزایش می‌یابد منطبق است (Cliffe-Byrnes et al., 2008). نتایج نشان داد که شرایط نگهداری، نوع تیمار و زمان رابطه کاملاً معنی‌داری با میزان CO_2 موجود در بسته‌بندی دارند ($P<۰/۰۵$).



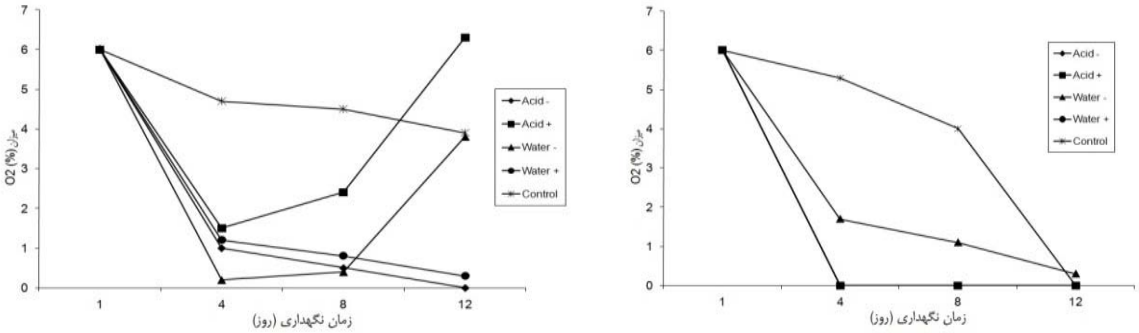
ب الف

شکل ۱- تأثیر زمان نگهداری بر میزان CO_2 موجود در بسته اسفناج در: الف- دمای محیط و ب- دمای یخچال

در مورد میزان اکسیژن، در کلیه تیمارهای نگهداری‌شده در محیط به‌استثناء نمونه تیمارشده با آب بدون جاذب الرطوبه، در روز پنجم، میزان O_2 به صفر رسید و تا پایان دوره در همین حد باقی ماند. با توجه به پژوهش‌های انجام شده توسط دیگر محققان، اگر میزان اکسیژن بسته به صفر برسد شرایط غیرهوازی ایجادشده در بسته، شرایط را برای ایجاد فساد و رشد میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی فراهم کرده و کیفیت محصول کاهش می‌یابد. در نمونه تیمارشده با Tano و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که اگر میزان اکسیژن به کمتر از حد بحرانی خود برسد، تنفس هوازی مختل شده و با افزایش میزان دی‌اکسید کربن به بالاتر از حد بحرانی، اختلالات فیزیولوژیکی در محصول رخ می‌دهند.

در مورد نمونه‌های نگهداری‌شده در یخچال، در کلیه تیمارها در روز پنجم میزان O_2 نسبت به سطح اولیه (۶ درصد) کاهش یافت و در نمونه تیمارشده با آب همراه با جاذب الرطوبه روند کاهشی تا پایان دوره ادامه داشت اما به صفر نرسید. در نمونه تیمارشده با آب فاقد جاذب الرطوبه و نیز نمونه تیمارشده با اسیدسیتریک همراه با جاذب الرطوبه، پس از روز پنجم شاهد روند افزایشی میزان اکسیژن در بسته بودیم که نشان از ادامه شرایط هوازی در داخل بسته است (شکل ۲- ب). از نظر تئوری، برای افزایش دوره ماندگاری قارچ، ترکیب گازی در یک بسته‌بندی باید حاوی غلظت پایینی اکسیژن باشد اما هرگز به صفر نرسد. عدم حضور اکسیژن در داخل بسته‌بندی، منجر به متابولیسم غیرهوازی می‌شود که بدطعمی یا ایجاد آرومای نامطلوب را در پی دارد. همچنین این شرایط خطر تولید بوتولین که یک ترکیب سمی حاصل از باکتری کلستریدیوم بوتولینوم

است را در صورت نگهداری در دمای یخچال افزایش می‌دهد. روند اولیه کاهش اکسیژن و افـزایش دی‌اکسـیدکربن طـی دوره نگهداری توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده است (Antmann et al., 2008 و Simón et al., 2010).



ب الف

شکل۲- تأثیر زمان نگهداری بر میزان O_2 موجود در بسته اسفناج در: الف- دمای محیط و ب- دمای یخچال

منابع

Antmann, G., Ares, G., Lema, P. and Lareo, C. 2008, Influence of modified atmosphere packaging on sensory quality of shiitake mushrooms, Postharvest Biol. Technol., 49(1), 164-170.

Brennan, M.H. and Gormley, T.R. 1998, Extending the shelf life of fresh sliced mushrooms, The National Food Centre, Dunsinea, Final Report Project ARMIS No. 4196.

Cliffe-Byrnes, V. and O'Beirne, D. 2008, Effects of washing treatment on microbial and sensory quality of modified atmosphere (MA) packaged fresh sliced mushroom (Agaricus bisporus), Postharvest Biol. Technol., 48(2), 283-294.

Illeperuma, C.K. and Jayathunge, K.G. 2004, Prolonged storage of oyster mushroom by modified atmosphere packaging and low temperature storage, Journal of National Science Foundation Sri Lanka, 32, 38-47.

Kuyper, L., Weinert, I. and McGill, A. 1993, The effect of modified atmosphere packaging and addition of calcium hypochlorite on the atmosphere composition, colour and microbial quality of mushrooms, LWT-Food Sci. Technol., 26, 14-20.

Lopez-Briones, G., Varoquaux, P., Bureau, G. and Pascat, B. 1993, Modified atmosphere packaging of common mushroom, International Journal of Food Science & Technology, 28, 57-68.

Roy, S., Anantheswaran, R.C. and Beelman, R.B. 1995, Fresh mushroom quality as affected by modified atmosphere packaging, Journal of food science, 60, 334-340.

Sedaghat, N., Vahedi, N.2010, Influence of packaging on mushroom shelf life, Journal of Food Science and Technology Mashhad, 45, 22-26. (in Persian)

Simón, A., González-Fandos, E. and Vázquez, M. 2010, Effect of washing with citric acid and packaging modified atmosphere on the sensory and microbiological quality of sliced mushrooms (Agaricus bisporus L.), Food Control, 21 (6), 851-856.

Tano, K., Oul´e, M.K., Doyon, G., Lencki, R.W. and Arul, J. 2007, Comparative evaluation of the effect of storage temperature fluctuation on modified atmosphere packages of selected fruit and vegetables, Postharvest Biology and Technology, 46, 212-221.

Villaescusa, R. and Gil, M.I. 2003, Quality improvement of Pleurotus mushrooms by modified atmosphere packaging and moisture absorbers, Postharvest Biology and Technology, 28, 169-179.

Evaluation of Preservation and Packaging of the Spinach by Modified Atmosphere Packaging

Nahid Vaseli*
Board of Director, Department of Food Sci. & Technology, Higher Education Institue of Kar, Rafsanjan
*Corresponding Author: hma_azad@yahoo.com

Abstract

In this study, quality of the spinach leaves (*Spinacia oleracea)* treated by water and citric acid was evaluated during storage at two temperatures (room temperature and 4 °C). The effect of modified atmosphere packaging (MAP, by 4±1% CO_2, 6±1% O_2 and the remaining N_2) with or without water absorbent (silicagel) was also evaluated. Samples were assessed for colorimetery and respiration rate during 14 days of storage. Results showed that among all treatments, water treated samples packaged with MAP method contained silicagel sachet and also stored at refrigerator obtained the most scores. This sample retained the optimum level of inter packaging gas composition and finally the best storage time was determined as 10 days.

***Keywords*: Modified Atmosphere Packaging; Silicagel; Spinach; Storage.**