



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در
علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



تکنیک های بسته بندی جهت افزایش ماندگاری میوه ها و سبزیجات تازه

Packaging techniques for increasing the shelf life of fresh fruits and vegetables

مریم قربانی^{۱*}، علی شهدادی ساردو^۲، ناصر صداقت^۳، الناز میلانی^۴، آرش کوچکی^۵

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی. دانشگاه فردوسی مشهد. ghorbanimaryam44@yahoo.com

۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد. ashahdadi@live.com

۳ - دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی. دانشگاه فردوسی مشهد. sedaghat@ferdowsi.um.ac.ir

۴ - استادیار پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی. جهاد دانشگاهی مشهد. e_milani81@yahoo.com

۵ - دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی. دانشگاه فردوسی مشهد. koocheki@um.ac.ir

Maryam Ghorbani^{1*}, Ali Shahdadi Sardo², Naser Sedaghat³, Elnaz Milani⁴, Arash Koocheki⁵

1-MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashad.

ghorbanimaryam44@yahoo.com

2- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashad. ashahdadi@live.com

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashad.

sedaghat@ferdowsi.um.ac.ir

4- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashad.

koocheki@um.ac.ir



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



تکنیک های بسته بندی جهت افزایش ماندگاری میوه ها و سبزیجات تازه

چکیده:

میوه ها و سبزیجات تازه نقش مهمی در تغذیه سالم دارند. این دسته از محصولات، موجودات زنده ای هستند که پس از برداشت نیز به متابولیسم خود ادامه می دهند، در نتیجه بسیار مستعد فساد می باشند و مدت ماندگاری کوتاهی خواهند داشت. بنابراین امروزه با توجه به اهمیت میوه ها و سبزیجات تازه آماده مصرف، استفاده از بسته بندی های مناسب جهت افزایش زمان ماندگاری آنها مورد توجه قرار گرفته است. بسته بندی تحت اتمسفر اصلاح شده (MAP) به طور گسترده ای جهت حفظ کیفیت و بهبود ماندگاری میوه و سبزی تازه مورد استفاده قرار گرفته است. به منظور داشتن MAP موفق کنترل دما، رطوبت و اتمسفر داخل بسته، همچنین انتخاب فیلم بسته بندی با نفوذپذیری مناسب اهمیت پیدا می کند که رشد میکروبی و در نتیجه کیفیت نگهداری ماده غذایی را تحت تاثیر قرار می دهد. در حال حاضر، تکنیک های بسته بندی از قبیل بسته بندی اتمسفر اصلاح شده و رویکردهای جدید آن به شکل ترکیب با پوشش خوراکی و اتمسفر اصلاح شده با اکسیژن بالا، همچنین روش های نوین شامل انواع بسته بندی های فعال (جاذب ها و متصاعد کننده ها) و هوشمند (شناساگر ها و ..) مورد توجه قرار گرفته است. این روش ها با کنترل عوامل فساد از ایجاد تغییرات نامطلوب در میوه و سبزی تازه جلوگیری می نماید. این مقاله مروری بر کاربرد تکنیک های بسته بندی جهت کاهش ضایعات و بهبود ماندگاری میوه ها و سبزیجات تازه می باشد.

واژه های کلیدی: میوه و سبزی تازه، بسته بندی اتمسفر اصلاح شده، بسته بندی فعال، ماندگاری



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



مقدمه

میوه ها و سبزیجات نقش مهمی در تغذیه سالم دارند و در لیست اولویت های مصرف کننده از اهمیت بالایی برخوردار هستند. با این حال مشکل عمده خرید میوه ها و سبزیجات تازه برش خورده آماده ی مصرف، مدت ماندگاری کوتاه آنهاست که منجر به فساد سریع و تجزیه محصول و در نهایت پذیرش نامطلوب و بازار پسندی منفی می گردد (۱۴). در طول سال های اخیر، رشد انفجاری در بازار برای محصولات میوه و سبزی تازه آماده ی مصرف وجود داشته است. نیروی محرکه اصلی برای این رشد بازار، افزایش تقاضای مصرف کنندگان برای اقلام محصول آماده ی مصرف تازه، سالم، راحت و عاری از افزودنی است. با این حال اقلام محصول آماده ی مصرف تازه، بسیار فاسد شدنی و مستعد به مکانیسم های عمده فساد از جمله: بی رنگ شدن آنزیمی، از دست دادن رطوبت و رشد میکروبی می باشند (۷).

میوه ها و سبزیجات پس از برداشت موجودات زنده ای هستند و به طور پیوسته متابولیسم خود را انجام می دهند. ویژگی آنها از جمله از حیث تغذیه ای و ظاهر در طول فرآیند نگه داری و حمل و نقل به علت از دست دادن رطوبت، قهوه ای شدن، پوسیدگی و غیره افت می کند، بنابراین ارزش تجاری نیز کاهش می یابد و صدمات بسیاری را به تولید کننده وارد می نماید (۹). خسارت های بعد از برداشت میوه ها و سبزیجات پیش از این که به دست مصرف کنندگان برسد، ۲۰ تا ۵۰٪ در نوسان است. به طور طبیعی، رطوبت میوه ها و سبزیجات ۷۰ تا ۹۵٪ متغیر و رطوبت متعادل ERH حدودا بالای ۹۸٪ می باشد. نگهداری سبزیجات در شرایط عادی جوی، موجب خشک شدن سریع آنها شده و در نهایت پیری و پژمردگی را به دنبال خواهد داشت، بنابراین هدف اصلی بسته بندی میوه ها و سبزیجات، حفاظت محتویات درون بسته در طول زمان ذخیره سازی، حمل و توزیع در برابر فساد داخلی بوده که ممکن است این عمل فیزیکی، شیمیایی یا زیستی بیولوژیکی باشد. این میزان ضایعات موجب کمبود محصول و در نتیجه افزایش قیمت ها می شود. ضایعات بسته بندی با شیوه های نادرست و امکانات ناکافی حمل و نقل در ارتباط است. در حال حاضر، از یک طرف بسته بندی اطلاعات زیادی به مصرف کننده می دهد و از سوی دیگر، به عنوان ابزار بسیار موثری در بازاریابی به کار می رود. برای این که صنعت بسته بندی به طور مشخص ابزاری با عملکرد گسترده تر نسبت به وضعیت پیشین باشد، از نقش منحصر به فرد حفاظتی اولیه و قبلی اش فراتر رفته و تکامل یافته است (۱). گسترش ماندگاری در منافع تجاری اقلام محصول تازه آماده ی مصرف از قبیل: ضایعات کمتر در تولید، چرخه توزیع طولانی، ارائه محصول بهبود یافته و توانایی برای فروش مناسب، ارزش افزوده به مصرف کننده با فراهم آوردن مدت ذخیره سازی مناسب را نتیجه می دهد (۷).

مقاله حاضر مروری بر انواع تکنیک های بسته بندی شامل اتمسفر اصلاح شده، برخی انواع بسته بندی های فعال و هوشمند، مکانیسم عملکرد و تاثیر آنها بر بهبود ماندگاری میوه ها و سبزیجات تازه می باشد.



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



معرفی تکنیک های بسته بندی

۱ - بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده

بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده، فرآیند دینامیکی فعال و یا غیر فعال تغییر ترکیب گازی در داخل یک بسته است. آن بر تعامل بین سرعت تنفس محصول و انتقال گازها از طریق مواد بسته بندی متکی است (۵). مهمترین منافع بسته بندی تحت شرایط اتمسفر اصلاح شده شامل کاهش تنفس، کاهش تولید و حساسیت به اتیلن، کند شدن روند نرم شدن میوه و تغییر ترکیبات داخل میوه می باشد (۴). بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده به عنوان یک مکمل برای حفظ میوه ها و سبزیجات در دمای پایین استفاده شده است (۸). هنگام طراحی یک سیستم اتمسفر اصلاح شده (MAP¹)، هدف رسیدن به تعادل در داخل بسته بندی است که در آن کالای خاص با اتمسفر مطلوب و رطوبت نسبی مخصوص خود احاطه خواهد شد. چنین تعادلی توسط سرعت تنفس کالا، درجه حرارت ذخیره سازی و نوع فیلم با توجه به ضخامت و نفوذپذیری آن به O_2 ، CO_2 و بخار آب تعیین می شود (۱۲). هر دو سرعت تنفس محصول و خواص نفوذ پذیری فیلم وابسته به عوامل بیرونی مانند دما هستند. بنابراین، هدف استفاده از MAP حفظ اتمسفر مطلوب در یک محدوده دمایی خاص می باشد. اگر دما بیش از چند درجه تغییر کند، اتمسفر بسته نیز تغییر خواهد کرد و ممکن است نامناسب و یا حتی برای محصول مضر باشد (۵).

رمز موفقیت روش بسته بندی تحت شرایط اتمسفر اصلاح شده، دانستن ترکیب گازی صحیح درون بسته بندی و استفاده از مواد پوششی مناسب است. انتخاب صحیح شرایط گازی سبب افزایش عمر پس از برداشت محصول می گردد و شرایط نامناسب مانند غلظت اکسیژن پایین یا دی اکسید کربن خیلی زیاد سبب بروز تنفس بی هوازی در محصول و کاهش ماندگاری آن خواهد گردید (۴). یک مشکل مهم در کاربرد تجاری MAP در میوه ها و سبزیجات این است که اثر MAP برای رقم یکسانی که در مکان های مختلف و یا در فصول مختلف رشد می کند، متفاوت می باشد. بنابراین، باید مطالعات آزمون و خطا برای تعیین اتمسفر مناسب برای هر رقم در یک مکان و فصل داده شده انجام گردد (۸).

در سیستم های MAP غیر فعال، اتمسفر نهایی از طریق تنفس محصول داخل بسته به دست آمده است. تعادل اتمسفر نهایی به ویژگی های محصول و فیلم بسته بندی بستگی دارد. کنترل دما در MAP بسیار مهم است، بطوریکه خصوصیات نفوذ پذیری گاز از فیلم و همچنین سرعت تنفس محصول را تحت تاثیر قرار می دهد. یکی از مشکلات اصلی در MAP پتانسیل سطح O_2 است هنگامی که بیش از حد افت می نماید، باعث تولید بوهای نامطلوب ناشی از تخمیر بافت می گردد. بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده غیر فعال (MAP غیر فعال) برای یک محصول خاص شامل انتخاب دقیق فیلم با نفوذپذیری مناسب گاز و انتخاب اتمسفر نهایی با سطح مطلوبی از O_2 و CO_2 می باشد. بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده ی یک سیستم غیر فعال بر اساس تعادل سرعت تنفس محصول و سرعت انتقال گاز بسته می باشد، در نتیجه سطوح O_2 و CO_2 مورد نیاز تحت شرایط حالت پایدار در بسته را باید

¹ -Modified atmosphere packaging



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1398



ایجاد و حفظ نمود. مقادیر دقیق حالت پایدار O_2 و CO_2 به ظرفیت تبادل گاز و سرعت تنفس محصول بستگی دارد. سرعت تنفس محصول بعد از برداشت در ابتدا بسیار زیاد است و با گذشت زمان ذخیره سازی کاهش می یابد و به یک سطح یکنواخت می رسد که تابع درجه حرارت نگه داری و ترکیب اتمسفر می باشد. اکسیژن داخل بسته همچنان که محصول تنفس می کند، مصرف و مقدار تقریباً برابر CO_2 تولید می شود. کاهش غلظت O_2 و افزایش غلظت CO_2 یک شیب بین اتمسفر بسته و شرایط بیرون ایجاد می کند تا بسته را ترک نماید (۱۰).

تیان و همکاران تاثیر غلظت های مختلف O_2 و CO_2 را بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، کیفیت و انبارداری گیلان بررسی نمودند و مشاهده کردند که غلظت O_2 ۵٪ و CO_2 ۱۰٪ بیشترین تاثیر را در جلوگیری از فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD) داشته است، همچنین از قهوه ای شدن گوشت میوه نیز جلوگیری کرد، پوسیدگی را کاهش و سفتی را افزایش داد و مدت ماندگاری گسترش یافت (۱۵). زنانگ و همکاران اثر بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده در نگهداری توت فرنگی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ترکیب گاز بهینه آزمون های MAP برای توت فرنگی O_2 ۲.۵٪ + CO_2 ۱.۶٪ بود. پوشش ترکیبی از پلی اتیلن با دانسیته کم و پلی ونیل کلراید نسبت به پلی اتیلن با دانسیته کم و پلی ونیل کلراید تنها بهتر بود. تست های انبارداری نشان داد که MAP می تواند تنفس و افت وزن توت فرنگی را مهار کند، علاوه بر این می تواند کاهش قندهای محلول، اسیدیته قابل تیتر و آنتوسیانین را به تاخیر اندازد (۱۷).

برای نگه داری بسیاری از سبزیجات تحت اتمسفر اصلاح شده، رطوبت نسبی ۹۰-۹۵٪ توصیه می شود. نگه داری مارچوبه، کلم بروکلی، کلم و کاهو در اتمسفر اصلاح شده امیدوار کننده است. برای مارچوبه، سطح O_2 باید بالاتر از ۱۰٪ حفظ گردد تا از آسیب O_2 جلوگیری نماید. غلظت CO_2 ۱۴-۱۰٪ در ۳-۰ درجه سانتی گراد توصیه می شود و تا حد زیادی با درجه حرارت متغیر است. کلم بروکلی باید در اتمسفر اصلاح شده با ۳-۱٪ O_2 و ۱۰-۵٪ CO_2 در صفر درجه سانتی گراد حفظ شود. غلظت O_2 و CO_2 برای نگه داری کلم در صفر درجه سانتی گراد به ترتیب ۳-۲ و ۶-۳٪ می باشد. Russet spotting، یک اختلال فیزیولوژیکی در کاهو است که در نگه داری با اکسیژن پایین مهار می گردد. غلظت O_2 بهینه برای نگه داری کاهو ۳-۱٪ است. شرایط بهینه برای ذخیره سازی گوجه فرنگی O_2 ۵٪ و CO_2 ۳-۲٪ در ۲۰-۱۰ درجه سانتی گراد است (۸). بسته بندی با گاز نیتروژن (N_2) برای سبزیجات برش زده تازه (کاهو و کلم) به عنوان استفاده از MAP برای گسترش مدت ماندگاری سبزیجات برش زده مورد بررسی قرار گرفته است. افت سبزیجات برش زده از نظر ظاهر توسط بسته بندی با گاز N_2 به تعویق افتاد. به دلیل این تاثیر، ظاهر سبزیجات برش زده بسته بندی شده با گاز N_2 در دمای زیر ۵ درجه سانتی گراد پس از ۵ روز به طور قابل قبولی باقی ماند (۱۴).

- فیلم های مورد استفاده در بسته بندی اتمسفر اصلاح شده

بسیاری از فیلم های مورد استفاده در MAP، به تنهایی همه خواص مورد نیاز برای بسته اتمسفر تعدیل شده را ارائه نمی کند. به منظور ارائه فیلم های بسته بندی با طیف گسترده ای از خواص فیزیکی، بسیاری از این فیلم های منفرد از طریق فرآیندهایی مانند ورقه ورقه شدن و کواکستروژن ترکیب شده است. چندین گروه بندی در فیلم های MAP وجود دارد. درجه ای که اصلاح اتمسفر



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پارک علم و فناوری استان سیستان و بلوچستان

در بسته اتفاق می افتد وابسته به چندین متغیر از قبیل نفوذپذیری فیلم به O_2 و CO_2 ، تنفس محصول و تاثیر درجه حرارت بر هر دو این فرآیند می باشد. برای بسیاری از فیلم های پلاستیکی، نفوذپذیری CO_2 ۶-۲ بار بیشتر از O_2 است که محدوده ای از نسبت نفوذپذیری CO_2/O_2 را فراهم می کند. این مورد، انتخاب فیلم با نسبت مناسب برای برخی از محصولات را اجازه می دهد. بنابراین، فیلم های بسته بندی با نفوذپذیری مناسب باید انتخاب شود تا مزایای کامل MAP محصولات تازه را تحقق بخشد. به طور معمول، کلید MAP موفق برای محصولات تازه، حفظ اتمسفر اصلاح شده متعادل (EMA) شامل O_2/CO_2 ۱۰-۲٪ در داخل بسته بندی می باشد (۱۴)

جدول ۱- تاثیر فیلم بسته بندی و ترکیب MAP بر مدت ماندگاری برخی میوه ها و سبزیجات تازه

منبع	مدت ماندگاری تحت MAP	دما (درجه سانتی گراد)	ترکیب MAP		فیلم بسته بندی	نوع محصول
			% O_2	% CO_2		
Rocha et al. 2004	۶.۵ ماه	۲	۵	۳	پلی پروپیلن (PP)	سیب (cv. Bravo de Esmolfe)
Goulas 2008	۵ هفته	۴	۳	۳	پلی اتیلن دانسیته پایین (LDPE)	سیب (cv. Cox's Orange Pippin)
Guan Wen et al. 2004	۷ ماه	۱۰	۵	۴	PP، پلی وینیل کلراید (PVC)	سیب (cv. Fuji)
Tano et al. 2007	۳۵ روز	۱۳	۵	۵	ظروف پلاستیکی (L-۲۶) با روزنه های قابل انتشار	گوجه فرنگی (cv. Trust)
Gil et al. 2001	۱۲ روز	۲	۱۹	۱	پلی پروپیلن (PP)	گوجه فرنگی (cv. Durinta)
Sanz et al. 1999	۷ روز	۲	۸.۰۸	۱۵.۹۱	پلی پروپیلن با مساحت منفذدار 4.71 mm^2	توت فرنگی (cv. Camarosa)
Artés et al. 2000a, b	۱۲ هفته	۲	۸	۱۰	پلی پروپیلن بدون منفذ، ضخامت $25 \mu\text{m}$	انار (cv. Mollar de Elche)
López-Rubira et al. 2005	۱۵ روز	۵	۲-۵ kPa	۲۰.۱-۲۱.۶ kPa	پلی پروپیلن دوخت شده با BOPP	دانه انار (cv. Mollar de Elche)



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در
علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



Palma et al. (2009)	۱۰ روز	۵	۶.۵	۱۱.۴	پلی پروپیلن (PP)	دانه انار (cv. Primosole)
Ai-Li et al. 2002	۴۰ روز	۱	۱۳-۱۸	۲-۴	پلی اتیلن (PE)	گیلاس شیرین
Ayhan et al. 2008	۲ روز ۷ روز	۴	۵ ۸۰	۱۰ ۱۰	PP+cPP/OPP	هویج (با حداقل فرآیند)

جدول ۲- نفوذپذیری گاز و نرخ انتقال آب (WTR) از فیلم های پلیمری موجود برای محصول بسته بندی شده تحت MAP

(Chung and Yam, 1999; Day, 1993; Greengrass, 1993; Guilbert et al., 1996; Han, 2000; Park, 1999; Phillips, 1996)

WTR(g/m ² /day/atm) at 38 °C, 90% RH	نفوذپذیری (cm ³ /m ² d atm) برای فیلم ۲۵ μm در ۲۵ درجه سانتی گراد			فیلم
	O ₂	N ₂	CO ₂	
۱۶-۱۸	۳-۵	-	-	اتیلن وینیل الکل (EVAL)
-	۹-۱۵	-	۲۰-۳۰	کوپلیمر PVdC-PVC (Saran)
۱۸	۷۸۰۰	۲۸۰۰	۴۲۰۰۰	پلی اتیلن دانسیته پایین (PE- LD)
۷-۱۰	۲۶۰۰	۶۵۰	۷۶۰۰	پلی اتیلن دانسیته بالا (PE- HD)
۷-۶	۲۰۰۰	۴۰۰	۸۰۰۰	پلی پروپیلن اصلاح شده (OPP)
۴-۵	۱۰-۲۰	۸-۱۳	۳۵-۵۰	پلی پروپیلن اصلاح شده- پوشش داده شده با PVdC (OPP/PVdC)
۳۰-۴۰	۱۵۰-۳۵۰	۶۰-۱۵۰	۴۵۰-۱۰۰۰	پلی وینیل کلراید (PVC)
۱۵-۴۰	۵۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰-۱۰۰۰	۱۵۰۰-۴۶۰۰	پلی وینیل کلراید پلاستیزه شده (PVC-P)



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



۴۰-۶۰	۱۲۵۰۰	۴۹۰۰	۵۰۰۰۰	اتیلن وینیل استات (EVAC)
۱۰۰-۱۲۵	۵۰۰۰	۸۰۰	۱۸۰۰۰	پلی استیرین اصلاح شده (OPS)
۴۰۰-۶۰۰	۸۰۰-۱۵۰۰	۶۰۰-۱۲۰۰	۷۰۰۰-۲۵۰۰۰	پلی اورتان (PUP)
۱.۵-۵.۰	۸-۲۵	۲-۲.۶	۵۰-۱۵۰	کوپلیمر (Saran) PVdC-PVC
۸۴-۳۱۰۰	۴۰	۱۴	۱۵۰-۱۹۰	پلی آمید (PA), (Nylon-6)

۲- تکنیک اتمسفر اصلاح شده جدید: MAP اکسیژن بالا

توسعه بسیار جالب برای بسته بندی محصولات تازه آماده مصرف شامل استفاده از MAP اکسیژن بالا (۱۰۰-۷۰٪) می باشد که اخیرا نشان داده شده است بر بسیاری از معایب بسته بندی هوای معمولی و MAP با اکسیژن پایین غلبه می کند. MAP اکسیژن بالا برای مهار تغییرات آنزیمی رنگ، جلوگیری از واکنش های تخمیر بی هوازی و مهار رشد میکروبی با نتیجه گسترش ماندگاری محصولات آماده ی مصرف نشان داده شده است (۱۴). علاوه بر این، MAP اکسیژن بالا محصولات آماده ی مصرف در داخل فیلم های پلاستیکی دوخت شده هرمتیک در جلوگیری از دست دادن رطوبت و ایجاد بوهای نامطبوع و جلوگیری از نفوذ میکروارگانیسم ها در شرایط نگه داری مرطوب بسیار موثر می باشد. برای به حداکثر رساندن مزایای MAP اکسیژن بالا، مطلوب است تا سطوح O_2 فضای فوقانی بیش از ۴۰٪ و CO_2 در محدوده ۲۵-۱۰٪ در طول مدت ماندگاری محصول حفظ شود (جدول ۳). این کار را می توان با کاهش دمای نگه داری، انتخاب کردن محصولی با سرعت تنفس ذاتی پایین تر، حداقل نمودن آسیب سطح بافت برش خورده، کاهش نسبت حجم محصول به حجم گاز توسط کاهش وزن بسته پر شده و یا افزایش حجم فضای فوقانی بسته، استفاده از یک فیلم بسته بندی که می تواند سطوح بالایی از O_2 را حفظ کند در حالی که به طور انتخابی اجازه می دهد CO_2 اضافی خارج شود و یا با وارد کردن یک جاذب بسته بندی فعال نوآورانه که می تواند CO_2 اضافی را جذب و یک حجم برابر از O_2 منتشر نماید، میسر ساخت (۷).

جدول ۳- مدت ماندگاری کلی به دست آمده از کاهو آماده شده ی تازه در ۸ درجه سانتی گراد

تیمار MAP	ظاهر	بو	بافت	MAP اکسیژن بالا
5% O_2 /95% N_2	۴	۷	۴	۴ روز
5% O_2 /10% CO_2 /85% N_2	۷	۷	۸	۷ روز
80% O_2 /20% N_2	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱ روز



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



۳- پوشش خوراکی: کاربرد پوشش کیتوزان و بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده

به نظر می رسد استفاده از پوشش های خوراکی در میان مکانیسم های دیگر یکی از نوآورانه ترین روش ها برای افزایش طول عمر تجاری میوه ها و سبزیجات باشد که به عنوان یک مانع در برابر انتقال گاز فعالیت می کند و اثرات مشابه انبارداری تحت اتمسفر کنترل شده را نشان می دهد. اثر پوشش های خوراکی برای حفاظت از میوه ها و سبزیجات بستگی به کنترل ترشوندگی محلول های پوشش دارد که ضخامت پوشش را تحت تاثیر قرار می دهد. بنابراین فرمولاسیون پوشش های خوراکی باید مرطوب باشد و گسترش یکنواختی بر سطح سبزی و پس از خشک شدن داشته باشد، یک پوشش که دارای چسبندگی، انسجام و دوام مناسب برای عملکرد دارد باید به درستی تشکیل شود. فیلم و پوشش های خوراکی به طور کلی بر اساس مواد بیولوژیکی مانند پروتئین ها، لیپیدها و پلی ساکاریدها هستند. پلی ساکاریدهای عمده که می توانند در فرمولاسیون پوشش خوراکی به کار روند شامل: نشاسته و مشتقات نشاسته، سلولز و مشتقات سلولز، کیتوزان، پکتین، آلژینات و سایر صمغ ها می باشند. کربوکسی متیل سلولز، مشتق سلولز است که توجه قابل ملاحظه ای با چندین نمونه کاربرد در بسیاری از میوه ها و سبزیجات دریافت کرده است. بعضی از پلی ساکاریدها به عنوان پوشش های خوراکی برای بهبود کیفیت انواع میوه های برش خورده تازه استفاده شده است. پوشش های بر پایه پروتئین آب پنیر به طور گسترده جهت گسترش مدت ماندگاری میوه ها و سبزیجات مورد استفاده قرار گرفته است (۱۴).

برای گسترش مدت ماندگاری میوه ها و سبزیجات پس از برداشت، برخی اقدامات موثر از جمله دمای پایین، بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده، تابش و پوشش دهی استفاده شده است. در این اقدامات، پوشش خوراکی به دلیل خصوصیات ویژه آنها یکی از روش های امیدوار کننده است که توانسته از افت رطوبت و رایحه جلوگیری و از نفوذ اکسیژن به بافت گیاهی یا رشد میکروبی ممانعت نماید. در بین انواع پوشش های خوراکی، کیتوزان به طور گسترده ای جهت افزایش ماندگاری میوه و سبزی تازه مورد استفاده قرار گرفته است. کیتوزان غیر سمی، زیست تخریب پذیر، عملگرا و زیست سازگار است. کیتوزان دارای فعالیت ضد میکروبی و ضد قارچی قوی است که توانسته به طور موثر پوسیدگی میوه را کنترل نماید. آن به راحتی توانسته در میوه ها و سبزیجات پوشش تشکیل دهد و سرعت تنفس میوه ها و سبزیجات را با تنظیم نفوذ پذیری دی اکسید کربن و اکسیژن کاهش دهد (۹). در ادامه تاثیر پوشش کیتوزان بر کیفیت میوه و سبزی تازه بیان می شود.

از دست دادن وزن: دلیل کاهش وزن میوه ها و سبزیجات پس از برداشت، تعرق و مصرف سوسترای تنفس می باشد. پس از از دست دادن آب، بافت میوه ها و سبزیجات از ترد به نرم تبدیل می گردد. طعم آنها کاهش می یابد و توانایی مقاومت در برابر انواع بیماری های فیزیکی و میکروبی نیز پایین می آید. پس از پوشش دهی با کیتوزان بر روی سطح میوه ها و سبزیجات، آب بیشتری در بافت میوه و سبزی حفظ شده بود. بنابراین، خصوصیات خوب و ارزش تجاری میوه ها و سبزیجات بعد از برداشت به طور موثری حفظ می گردد (۱۶).



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1398



سفتی: تردی، مرتبط با سفتی از ویژگی حسی مهم میوه ها و سبزیجات تازه می باشد. هنگامی که میوه های بعد از برداشت در طول زمان ذخیره سازی نرم می شوند، مشخصه تردی آنها به تدریج کاهش می یابد و پس از آن از بین می رود. در طول دوره ذخیره سازی میوه ها و سبزیجات تازه، سفتی آنها به علت تبخیر آب، تخریب پکتین، مصرف مواد مغذی و غیره کاهش خواهد یافت. پوشش کیتوزان می تواند تعرق را مهار نماید و سپس آب بیشتری حفظ گردد. بنابراین، سلول میوه ها و سبزیجات فشار تورم بزرگتری را حفظ می کند و سفتی بالاتری را نشان می دهد. بنابراین پوشش کیتوزان می تواند از دست دادن سفتی بافت میوه و سبزی بعد از برداشت را تا حدودی کاهش دهد (۱۶).

تنفس: تنفس هوازی برای میوه ها و سبزیجات پس از برداشت برای حفظ خصوصیات آنها ضروری است. مواد مغذی به عنوان سوبسترای تنفس مصرف می شود. با کاهش مواد مغذی، ارزش غذایی و تجاری کاهش می یابد. مهار سرعت تنفس برای طولانی تر کردن مدت ماندگاری میوه و سبزی بعد از برداشت مفید می باشد. تحقیقات نشان می دهد که سرعت تنفس می تواند در سهم نسبتا کم اکسیژن و کربنات دی اکسید کاهش یابد. پس از پوشش دهی بر روی سطح میوه ها و سبزیجات، نفوذ پذیری که اکسیژن را از هوا وارد بافت میوه و سبزی می کند و یا کربنات دی اکسید تولید شده که از طریق تنفس کردن به سمت هوا بیرون داده می شود، می تواند تنظیم گردد. بنابراین، سرعت تنفس کاهش می یابد. با این حال، نیاز است تا ضخامت پوشش کیتوزان مناسب باشد. اگر پوشش بیش از حد نازک است، نفوذ پذیری نمی تواند به طور موثری تنظیم گردد و اگر پوشش بسیار ضخیم تر است، کربنات دی اکسید انباشته می شود و غلظت بالای کربنات دی اکسید ممکن است باعث تنفس بی هوازی گردد که تولید اتانول و در نتیجه میوه ها و سبزیجات پس از برداشت را مسموم می نماید (۱۶).

تأثیر پوشش کیتوزان بر آنزیم های محافظ

شرایط محیطی میوه ها و سبزیجات پس از برداشت تغییر کرده است و اکسیژن واکنشی را در بافت خود به آسانی انباشته می کنند. اکسیژن واکنشی دارای توانایی اکسید کننده قوی است و می تواند غشاء سلول میوه ها و سبزیجات را به شدت آسیب رساند. این معمولا توسط آنزیم های محافظ، مانند سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، پراکسیداز (POD) و کاتالاز (CAT) رفع می گردد. علاوه بر این، مواد آنتی اکسیدان نیز به از بین بردن اکسیژن واکنشی کمک می کنند. پس از پوشش دهی با کیتوزان، آنزیم های محافظ میوه و سبزی معمولا فعالیت بالا را حفظ می نمایند و رادیکال آزاد از جمله اکسیژن واکنشی را در سلول میوه و سبزی به سرعت حذف خواهد نمود. بنابراین، پیری میوه و سبزی پس از برداشت به تعویق می افتد (۱۶).



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



تاثیر پوشش کیتوزان بر میکروارگانیزم های عامل فساد

میوه ها و سبزیجات پس از برداشت توسط انواع میکروارگانیزم های عامل فساد آسیب پذیر شده است و منجر به فساد شدن می گردد. معمولا بروز پوسیدگی در میوه ها و سبزیجات تهاجم میکروب ها را نشان می دهد. پس از پوشش دهی با کیتوزان، این فرصت برای میکروب ها جهت تماس با میوه ها و سبزیجات کاهش می یابد، بنابراین آنها را از تهاجم میکروب ها آزاد می سازد. علاوه، گروه آمینو کیتوزان تاثیر باکتریواستاتیک دارد و می تواند تعداد میکروب ها را کاهش دهد. همچنین، عوامل دیگری از جمله کاهش سرعت تنفس، حفظ فعالیت های بالاتر آنزیم های محافظ و تمامیت غشای سلول، توانایی میوه برای محافظت در برابر میکروب ها را تقویت می نماید. حتی اگر میوه و سبزی پوشش داده شده آلوده گردد، وقوع بیماری تا حد زیادی کاهش می یابد. بروز پوسیدگی در میوه ها و سبزیجات بعد از برداشت پوشش داده شده با کیتوزان یک روند نزولی را نشان می دهد (۱۶).

تاثیر پوشش کیتوزان بر مواد مغذی

عوامل بسیاری وجود دارد که منجر به کاهش مواد مغذی میوه ها و سبزیجات بعد از برداشت می گردد. ساکارید، چربی و پروتئین محلول ممکن است به دلیل تنفس تنزل یابند، پلی فنل، ویتامین C و فلاون ممکن است به عنوان آنتی اکسیدان بکار روند و برای از بین بردن انواع رادیکال های آزاد حین نگه داری شرکت نمایند. برخی از مواد مغذی به علت فعالیت باکتری های بیماری زا کاهش می یابد. پس از پوشش دهی با کیتوزان بر روی سطح میوه ها و سبزیجات، سرعت تنفس کاهش یافته است، رادیکال های آزاد را کاهش می دهد و مقاومت در برابر بیماری افزایش می یابد. بنابراین، بسیاری از مواد مغذی در حداکثر حفظ شود (۱۶).

برای کاربرد موثر پوشش کیتوزان، کیتوزان با مواد دیگر ترکیب شده است. علاوه بر این، پوشش کیتوزان تنها اغلب با روش های فیزیکی مانند حرارت کوتاه مدت، ضد عفونی کوتاه مدت گاز، بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده و غیره ترکیب شد. بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده یک روش مهم برای اصلاح اتمسفر داخل بسته بندی با استفاده از فیلم های پلیمری با یا بدون منفذ می باشد تا افت کیفیت را کاهش دهد و زمان ماندگاری میوه ها و سبزیجات بسته بندی شده را از طریق کاهش از دست دادن رطوبت، کاهش فعالیت متابولیکی و میکروبی بهبود بخشد. Reuck و همکاران دریافتند که ترکیب کیتوزان $(1.0 \text{ g L}^{-1}) + \text{MAP}$ (شاهد) در جلوگیری از پوسیدگی، قهوه ای شدن و حفظ رنگ پوسته در رقم McLean's قرمز در مقایسه با MAP تنها موثر بوده است. کیتوزان $(1.0 \text{ g L}^{-1}) + \text{MAP}$ به طور قابل توجهی فعالیت پلی فنول اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD) را کاهش داد، همچنین یکپارچگی غشا و محتوای آنتوسیانین حفظ شد و از کاهش مقادیر رنگ پوسته در طول ذخیره سازی ممانعت کرد (۹).



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



۴- بسته بندی فعال

بسته بندی فعال؛ بسته بندی که شامل جاذب ها و انتشاردهنده های گاز های مختلف می باشد، یکی دیگر از روش های جالب برای بسته بندی میوه ها و سبزیجات با حداقل فرآیند است. به نظر می رسد که ممکن است فعالیت های تنفسی، فعالیت میکروبی و فعالیت های هورمون گیاهی توسط بسته بندی های صحیح فعال تحت تاثیر قرار گیرد (۳). بسته بندی فعال کاربردهای گسترده ای در میوه ها و سبزیجات بسته بندی شده در اتمسفر اصلاح شده را نشان داده است. سیستم جاذب اکسیژن را می توان با میوه ها و سبزیجات بسته بندی شده در اتمسفر اصلاح شده استفاده نمود. جاذب یا انتشار دهنده کربن دی اکسید به طور تجاری در دسترس هستند. بسته بندی فعال نیز می تواند طراحی شود تا اتیلن را به طور فعال طی ذخیره سازی جذب نماید. فیلم های نگهدارنده در دسترس هستند که مواد نگهدارنده مختلف مانند نیسین، سوربات، گلیکول، آنتی اکسیدان ها، آنتی بیوتیک ها، اتانول و یا اتیلن را در فضای بسته به آرامی منتشر می کند تا رشد میکروبی را کنترل و یا واکنش های بیوشیمیایی ناخواسته را متوقف نماید (۸).

بسیاری از غذاهای حساس به O_2 مانند کاهو و یا فرآورده های سیب زمینی تازه برش خورده با گاز یا تحت خلا بسته بندی می شوند تا به سرعت به اتمسفر با سطح O_2 کمتر از ۱٪ برسد تا قهوه ای شدن ناشی از اکسیداسیون پلی فنول ها را کاهش دهد. همچنین جاذب های اکسیژن استفاده می شوند تا به سرعت فشار جزئی O_2 از فضای فوقانی بسته را کاهش دهد و همچنین اکسیژنی که از طریق فیلم بسته بندی نفوذ می کند را حذف نماید. یکی از مشکلات اکسیژن کاهش یافته در میوه ها و سبزیجات تازه و یا حداقل فرآیند با بسته بندی تحت اتمسفر اصلاح شده این است که اگر اکسیژن در زیر حد اپتیمم محصول باشد، ممکن است منجر به شرایط بی هوازی شود. چنین شرایطی نه تنها ممکن است منجر به تولید ترکیبات بدبو گردد بلکه رشد میکروارگانیسم های بی هوازی بیماری زا را باعث می شود. بنابراین، استفاده از جاذب ها در طراحی MAP فعال برای سبزیجات، در حالی که از رشد بی هوازی ها نیز ممانعت می کند، نیاز به محاسبه برای فعالیت جاذب خواهد داشت (۶).

۴-۱- جاذب اتیلن

معرف شیمیایی گنجانیده شده به فیلم بسته بندی، اتیلن تولید شده توسط رسیدن میوه یا سبزیجات را به دام می اندازد. واکنش برگشت ناپذیر است و تنها مقادیر کوچکی از جاذب برای حذف اتیلن در غلظت هایی که در آن تولید شده، مورد نیاز است. مواد بسته بندی انعطاف پذیر مانند PE-LD و پلی اتیلن خطی با دانسیته کم (PE-LLD) وقتی با پرمنگنات پتاسیم و سینامیک اسید آغشته شد، به ترتیب تبدیل به جاذب های اتیلن می شوند. میوه ها و سبزیجات از قبیل انبه تازه، گوجه فرنگی، موز و پاپایا زمانی که در چنین فیلم های جاذب اتیلن بسته بندی شدند، ماندگاری بیشتر از دو تا سه هفته نشان دادند. وارد شدن جاذب های اتیلن خواص فیزیکی و مکانیکی مواد بسته بندی را بطور قابل توجهی بهبود می بخشد (۱۴).



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



هاوارد و همکاران تغییرات کیفیت پیازهای برش خورده با و بدون جاذب تجاری گاز که بر اساس پرمنگنات پتاسیم و آلومینای فعال می باشد را مورد بررسی قرار دادند. جاذب گاز به طور موثر اتیلن را حذف کرده و سطوح مواد فرار گوگرد و دی اکسید کربن درون بسته پیاز برش خورده را کاهش داد. آنها به این نتیجه رسیدند که کیفیت قابل قبول پیازهای برش خورده می تواند به مدت ۱۰ روز در ۲ درجه سانتی گراد با استفاده از جاذب گاز پتاسیم پرمنگنات حفظ می شود (۳).

۲-۴- جاذب اکسیژن

حضور اکسیژن در بسته بندی مواد غذایی، فساد بسیاری از مواد غذایی را تسریع می کند. اکسیژن می تواند باعث توسعه بد طعمی، تغییر رنگ، از دست دادن مواد مغذی و حمله میکروبی شود. یکی از امیدوار کننده ترین برنامه های کاربردی سیستم های جاذب اکسیژن در بسته بندی مواد غذایی برای کنترل رشد قارچ می باشد (۱۴). در جدول ۴ خصوصیات انواع عمده جاذب های اکسیژن Ageless آورده شده است. نوع Z، S و FX بر اساس آهن می باشند و تنها یک عملکرد دارند. نوع E علاوه بر آهن، شامل $Ca(OH)_2$ می باشد که مسئول مهار کربن دی اکسید است. نوع G بر اساس اسکوربیک اسید است و حجم برابر کربن دی اکسید به حجم اکسیژن جذب شده تولید می نماید (۱۳).

جدول ۴- خصوصیات انواع عمده جاذب های اکسیژن Ageless (Pocas, 2001)

نوع	عملکرد	aw	سرعت جذب	ظرفیت
Z	کاهش O_2	> 0.65	۱-۴ روز	۲۰-۲۰۰۰ cc
S	کاهش O_2	< 0.65	۰.۵-۲ روز	۵۰۰-۲۰۰۰ cc
FX	کاهش O_2	< 0.85	۰.۵-۱ روز	۲۰-۳۰۰ cc
E	کاهش O_2 کاهش CO_2	< 0.3	۳-۸ روز	$O_2: 25-200$ cc $CO_2: 250-2000$ cc
G	کاهش O_2 افزایش CO_2	$0.3-0.5$	۴-۱ روز	NA



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



بیشتر جاذب های اکسیژن تجاری در دسترس، مکانیسم واکنشی بر اساس اکسیداسیون آهن به اکسید آهن داشته اند. این مکانیسم می تواند غلظت اکسیژن در فضای آزاد را به کمتر از ۱۰۰ پی پی ام کاهش دهد. میکروارگانیسم های هوازی مانند *Aspergillus*، *Pseudomonas spp* و *Penicillium spp* و میکروارگانیسم های گوناگون مانند *Enterobacteriaceae* می تواند در فضای ۱-۲٪ اکسیژن حتی در سطوح بالای کربن دی اکسید رشد کنند. بنابراین، استفاده از جاذب اکسیژن توصیه شده تا در ترکیب با بسته بندی MAP و خلاء برای میوه ها و سبزیجات تازه به عنوان یک مانع اضافی استفاده شود (۱۱).

۳-۴- جاذب رطوبت

کنترل رطوبت نسبی اتمسفر در طول ذخیره سازی میوه ها و سبزیجات تازه برای حفظ کیفیت بالا مهم می باشد. رطوبت نسبی بیش از حد در داخل بسته بندی، رشد باکتری ها و قارچ ها را افزایش می دهد، در حالی که کاهش بیش از حد آب از میوه ها و سبزیجات بسته بندی شده منجر به چروکیدگی و از دست دادن کیفیت و خواص حسی می گردد. جاذب های مختلف رطوبت می تواند رطوبت بسته بندی را تغییر دهد، از جمله سیلیکاژل، رس طبیعی، کلسیم اکسید، کلسیم کلرید و نشاسته اصلاح شده. فیلم های ضد بخار به مصرف کننده اجازه می دهد تا به وضوح محصول را از طریق فیلم های بسته بندی که ترکیب جذب کننده رطوبت یا میکرومنفذها در فیلم وارد می شود را ببیند. این فیلم ها معمولا برای محصولات دارای تنفس مانند میوه و سبزیجات برش خورده تازه به منظور کاهش فشار بخار داخلی و جلوگیری از میعان رطوبت استفاده می شود (۱۱).

۴-۴- متصاعد کننده کربن دی اکسید

سطوح بالای کربن دی اکسید در برخی از بسته های مواد غذایی مطلوب هستند، زیرا آنها مانع از رشد سطحی میکروارگانیسم ها می گردند. گوشت تازه، مرغ، ماهی، پنیر و توت فرنگی غذاهایی هستند که می تواند در بسته بندی اتمسفر با کربن دی اکسید بالا مفید باشند. با این حال با معرفی بسته بندی در اتمسفر اصلاح شده، نیاز به تولید غلظت های مختلف کربن دی اکسید با توجه به نیازهای غذایی خاص وجود دارد. از آنجا که کربن دی اکسید از طریق فیلم های پلاستیکی نسبت به اکسیژن نفوذ پذیرتر می باشد، نیاز خواهد بود تا کربن دی اکسید به طور فعال در برخی از کاربردهایش برای حفظ اتمسفر مورد نظر در بسته تولید شود (۱۴).

۵- تکنولوژی بسته بندی هوشمند

۱-۵- کاربرد اندیکاتورهای زمان-دما در نگهداری میوه ها و سبزیجات

شناساگر زمان-دما ابزاری است که تغییرات دما و زمان را به صورت تغییرات رنگی منعکس می کند. این اندیکاتورها از پرکاربردترین اندیکاتورهای هوشمند محسوب می شوند که شرایط محصول را به کمک تغییرات رنگی و به وضوح نمایش می دهند ضمن آنکه این شناساگرها کوچک و قابل اطمینان بوده و به آسانی در سطح و یا درون بسته بندی حاوی محصولات جای می



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



گیرند. به کارگیری اندیکاتورهای زمان-دما در بسته بندی محصولاتی همچون میوه ها، سبزیجات، گوشت، ماکیان، ماهی ها و محصولات منجمد به دلیل نقش و اهمیت زنجیره ی سرمایی در حفظ کیفیت آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این محصولات مستعد فساد هستند و به منظور حفظ کیفیت، ایمنی و افزایش طول عمر به شرایط کنترل شده ای در سرتاسر زنجیره توزیع (از زمان تولید تا مصرف) نیاز دارند. بدون تردید، کنترل دما یکی از مهم ترین عواملی است که می تواند برای کندکردن فرآیند فساد میوه ها و سبزیجات مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، کنترل و نظارت دقیق بر دما در تمام مراحل توزیع و ذخیره سازی این محصولات، به منظور حفظ کیفیت آن ها ضروری خواهد بود. در برخی از میوه ها و سبزیجات برش خورده همچون سالاد کلم، بروز تغییرات در اندیکاتور نشان دهنده افزایش رشد میکروبی و بروز بد طعمی در محصول می باشد (۲).

شناساگر زمان-دما (TTI's) تغییرات غیر قابل برگشت در یکی از خصوصیات فیزیکی، معمولا رنگ یا شکل را در پاسخ به پیشینه درجه حرارت نشان می دهند. TTI در حال حاضر در بازار با مکانیزم هایی بر اساس اصول مختلف بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی کار می کنند. برای نوع اول، تغییر در فعالیت بیولوژیکی از قبیل میکروارگانیزم ها، اسپورها و یا آنزیم اساس کار است. برخی دیگر بر اساس یک پاسخ کاملا شیمیایی یا فیزیکی نسبت به زمان و درجه حرارت مانند یک واکنش اسید و باز، ذوب، پلیمریزاسیون و غیره می باشند (۱۳).

شناساگر تازگی محصول

مکانیزم کار بر مبنای تغییر رنگ پلیمر فرموله شده از مونومرهای دی استیلن است. تغییر رنگ پلیمر در میزان متناسب با میزان از دست رفتن کیفیت مواد غذایی می باشد: در درجه حرارت بالاتر، پلیمر با سرعت بیشتری تغییر رنگ می دهد. ممکن است بر روی بسته به مصرف کننده توصیه شود که اگر رنگ مرکز تیره تر از حلقه مرجع می باشد، محصول را مصرف نکند (۱۳).

Fresh-Check® LifeLines



۲-۵- اندیکاتور گاز و مواد فرار

تازگی میوه ها و سبزیجات می تواند با اندازه گیری گاز و مواد فرار در فضای آزاد بسته تعیین شود. این اندیکاتورها متابولیت های فرار تولید شده توسط محصول مانند اکسیژن، کربن دی اکسید، دی استیلن، آمین ها، اتانول و سولفید هیدروژن را تشخیص می دهد. غلظت اتانول در فضای آزاد بسته می تواند توسط واکنش آنزیمی بر اساس سوبستراهای رنگ زا اندازه گیری شود که در آن رنگ درجه تخمیر را نشان می دهد. بروموتیمول بلو و متیل رد شاخص های رنگ زای تخمیر میوه ها و سبزیجات می باشند. آنها با



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



کربن دی اکسید تولید شده توسط تخمیر واکنش نشان می دهند و دانسیته رنگ برای تعیین درجه تخمیر استفاده می شود. اندیکاتورهای کیفیت میکروبی که بر اساس تولید کربن دی اکسید هستند، کاربرد محدودی در میوه ها و سبزیجات تازه داشته اند به دلیل اینکه مقدار زیادی کربن دی اکسید به وسیله تنفس تولید شده است که مقدار تولید شده توسط متابولیسم میکروبی را پنهان می کند. اندیکاتورها بر اساس اندازه گیری های آروما نیز برای نظارت بر درجه تخمیر میوه توسعه یافته اند. ripeSense[®] اندیکاتور تازگی پلیمری می باشد که برای تشخیص ترکیبات آرومای آزاد شده توسط میوه طراحی شده است. با تطبیق رنگ سنسور با یک مرجع استاندارد رنگ، مشتری می تواند میوه را با مرحله رسیدن مورد نیاز انتخاب نماید (۱۱).

۳-۵- بسته بندی سخنگو

با به کارگیری سیستم های میکروالکترونیکی، بسته ها قادرند تاریخ انقضای محصول و یا هرگونه تغییرات نامطلوب رخ داده در آن را (که برای سیستم تعریف شده اند) به مصرف کننده اعلام کنند. در این سیستم از باتری های کوچک انعطاف پذیر با ضخامت اندک استفاده می شود، این باتری ها اغلب از جنس اکسید منگنز و روی هستند. جایگاه اصلی آن ها در جوهر پرینت و یا قطعات لامینیت شده بر روی کاغذ می باشد. نمونه ای از این عوامل هوشمند در بسته بندی میوه های حساس مانند انگور به کار گرفته شده است (۲).

نتیجه گیری

میوه ها و سبزیجات تازه از نظر ارزش تغذیه ای جایگاه بالایی در سبد غذایی مردم دارند، این دسته از محصولات، موجودات زنده ای هستند که پس از برداشت نیز به متابولیسم خود ادامه می دهند، در نتیجه بسیار مستعد فساد می باشند و مدت ماندگاری کوتاهی خواهند داشت. بنابراین استفاده از شیوه های صحیح بسته بندی در حفظ کیفیت مطلوب و بهبود ماندگاری آنها اهمیت می یابد. بسته بندی تحت اتمسفر اصلاح شده از جمله رایج ترین این روش ها می باشد که بایستی برای هر نوع میوه و سبزی با توجه به سرعت تنفس آن از درصدهای صحیح گازهای اکسیژن، کربن دی اکسید و یا نیتروژن، همچنین فیلم هایی با نفوذ پذیری مناسب استفاده نمود. بکارگیری درصد بالای گاز اکسیژن (۱۰۰-۷۰ درصد) نیز می تواند با مهار تغییرات آنزیمی رنگ و واکنش های تخمیر بی هوازی و مهار رشد میکروبی مدت ماندگاری محصولات تازه را افزایش دهد. بعلاوه به منظور بالاتر بردن کارایی بسته بندی تحت اتمسفر اصلاح شده در حفظ کیفیت محصول در جلوگیری از پوسیدگی، از دست دادن رطوبت، تغییرات رنگ و ... از آن در ترکیب با پوشش های خوراکی استفاده می کنند. امروزه صنعت بسته بندی میوه و سبزی از این هم فراتر رفته و در حال حاضر روش های نوینی از جمله بسته بندی فعال (به صورت انواع جاذب ها و متصاعد کننده های گاز) و انواع بسته بندی هوشمند (مانند شناساگر ها، بسته بندی سخنگو و ...) استفاده می گردد که علاوه بر تاثیر مثبتی که بر کیفیت، ایمنی و سلامتی غذا دارند، همچنین می توانند از جنبه های بازاریابی و برتری تجاری محصولات واقع شوند. این نوع بسته بندی ها از ایجاد تغییرات نامطلوب و عوامل فساد در محصول جلوگیری می نمایند و حتی قادر به نمایش دادن این تغییرات به مصرف کننده نیز می باشند.



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



امید است که با بکارگیری روش های درست بسته بندی و استفاده از تکنیک های جدید، گام بزرگی در بهبود کیفیت و ماندگاری میوه ها و سبزیجات تازه برداریم.

منابع

- ۱- بی نام، (۱۳۹۲)، "میوه و سبزی تازه را چگونه بسته بندی می کنند"، مجله چاپ کارتن و بسته بندی، سال اول، شماره ۷، صفحات ۲۷-۲۴.
- ۲- طلوعی، ه.، مهتدی نیا، ج.، (۱۳۹۲)، "کاربرد اجزای هوشمند در بسته بندی محصولات کشاورزی (میوه ها و سبزی ها)"، فصلنامه نظام مهندسی، کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم، شماره ۳۹، صفحات ۲۴-۲۱.
- 3-Ahvenainen, R., (1996), "New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables", Trends in Food Science & Technology June; [Vol. 7],179-187.
- 4- Artés, F., Villaescusa, R., & Tudela, J. A. (2000b). "Modified atmosphere packaging of pomegranate". Journal of Food Science, 65(7), 1112–1116.
- 5- Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Fahad, A.A., & Opara, U.L. (2012b). "Modified atmosphere packaging technology of fresh and fresh-cut produce and the microbial consequences – A Review". Food and Bioprocess Technology, 6(2), 303-329.
- 6-CHARLES, F., SANCHEZ, J., GONTARD, N., "Active Modified Atmosphere Packaging of Fresh Fruits and Vegetables: Modeling with Tomatoes and Oxygen Absorber", Food Engineering and Physical Properties.
- 7-Day, B. P. F., (2002), "New modified atmosphere packaging (MAP) techniques for fresh prepared fruit and vegetables", Food Science Australia.
- 8-Jayas, D. S., Jeyamkondan, S., (2002), "Modified Atmosphere Storage of Grains Meats Fruits and Vegetables", PH-Postharvest Technology; 82 (3), 235–251.
- 9-Jianglian,D., Shaoying, Z., (2013), "Application of Chitosan Based Coating in Fruit and Vegetable Preservation: A Review", Food Processing & Technology; Volume 4 • Issue 5 • 1000227.
- 10-Leet, L., Arult, J., Lencki, R., Castaignet, F, (1996), "A Review on Modified Atmosphere Packaging and Preservation of Fresh Fruits and Vegetables: Physiological Basis and Practical Aspects-Part II", PACKAGING TECHNOLOGY AND SCIENCE VOL 9:1-17.



نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در
علوم غذایی

10-11 تیرماه 1393



- 11-Mehyar, G. F., Han, J. H.,(2010), “Active Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables”, Novel Packaging Technologies; 267-283.
- 12- O’Beirne, D., 1991. “Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables”. In: Gormley, T.R. (Ed.), Chilled Foods: The State of the Art. Elsevier Applied Science, Barking, UK, pp. 183–199.
- 13-Pocas M. F. (2001).“Innovations in Intelligent Packaging Technologies for Perishable Foods”. In: Novel processes and control technologies in the food industry (eds.T. F. Bozoglu, T. Deak, B. Ray), IOS Press, pp. 197-211.
- 14-Ščetar, M., Kurek, M., Galić, K., (2010), “Trends in Fruit and Vegetable Packaging – a Review”; Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition 5 (3-4), 69-86.
- 15-Tian, S. and Jiang, A. 2004. “Response of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage”. Food chemistry, 43-49.
- 16-Youwei, Y., Yinzhe, R., 2013. “Effect of Chitosan Coating on Preserving Character of Post-Harvest Fruit and Vegetable: A Review”. Food Process And Technology, 4(8),1-3 .
- 17- Zhang, M., Xiao, G., Peng, J., Salokhe, V.M., (2003), “Effects of modified atmosphere package on preservation of strawberries”, International Agrophysics; 2003, 17, 143–148.