بررسی فعالیت ضد قارچی و آنتی اکسیدانی پوشش خوراکی کیتوزان و تاثیر آن بر جذب رطوبت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی مغز پسته

یحیی مقصودلو[a*]، عاطفه مقصودلو[b]، مرتضی خمیری[a]، محمد قربانی[a]

[a] دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه علوم و صنایع غذایی، گلستان، ایران
[b] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه علوم و صنایع غذایی، گلستان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۳/۱۹

چکیده

مقدمه: ایران از بزرگترین صادرکننده های پسته در جهان است. در صورت نامساعد بودن شرایط انبار مانی؛ کپک‌زدگی و تولید آفلاتوکسین، جذب رطوبت، اکسایش چربی باعث افت کیفیت محصول می شود. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی پوشش خوراکی کیتوزان با غلظت‌های مختلف و تاثیر آن برجذب رطوبت و ویژگی‌های ارگانولپتیکی مغزپسته است.

مواد و روش‌ها: با استفاده از اسیداستیک ۱درصد حجمی/ حجمی، غلظت‌های ۰/۵ ، ۱ و ۱/۵درصد وزنی/ حجمی کیتوزان تهیه و پسته‌ها توسط آنها پوشش‌دهی شدند. به منظور مشخص‌کردن اثر ضدمیکروبی اسید استیک، از اسید استیک۱درصد نیز بعنوان پوشش استفاده شد. مغز پسته‌های پوشش‌داده شده شش ماه در دمای اتاق ($^{\circ}C$ ۲۷ –۲۵) نگهداری شدند. در دوره نگهداری، هر دو هفته یکبار شمارش کلی کپک و مخمر، تعیین درصد توسعه کپک آسپرژیلوس، اندیس پراکسید و اندیس TBA تعیین میزان رطوبت و تغییر وزن و همچنین ارزیابی ویژگی‌های‌حسی صورت پذیرفت. آزمایشات در قالب فاکتوریل، به صورت طرح کاملا تصادفی انجام شد.

یافته‌ها: کیتوزان و استیک اسید بطور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) از رشد کپک آسپرژیلوس ممانعت کرد. کیتوزان سرعت واکنش‌های اکسایشی را نیز کاهش‌داد؛ با افزایش غلظت کیتوزان، اثر ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی آن افزایش پیداکرد. همچنین کیتوزان از جذب رطوبت‌پسته جلوگیری‌کرد؛ اما غلظت کیتوزان تاثیر معنی‌داری در این زمینه نداشت. غلظت ۱/۵ درصد کیتوزان تاثیر معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بر طعم مغزپسته داشت، اما سایر غلظت‌ها تاثیری ویژگی‌های ارگانولپتیکی پسته نداشت.

نتیجه‌گیری: کیتوزان ماده مناسبی برای بکار گیری به‌عنوان پوشش خوراکی در پسته بود و غلظت ۱درصد آن به‌عنوان بهترین تیمار برای پوشش دهی مغز پسته انتخاب گردید.

واژه‌های کلیدی: *پسته، جذب رطوبت، فعالیت ضد قارچی، فعالیت آنتی اکسیدانی، کیتوزان، ویژگی ارگانولپتیکی.*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: a_maghsoodloo2000@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

پسته یکی از محصولات عمده صادراتی ایران بوده و کشور ما یکی از بزرگترین تولید کننده و صادر کننده آن در جهان است. در صورت نامساعد بودن شرایط محیطی در طول دوره انبار مانی؛ کپک زدگی و تولید سموم به ویژه آفلاتوکسین، جذب رطوبت و بروز طعم‌های کهنگی و تندی باعث افت کیفیت محصول می‌شود (Koshteh, 2002). یکی از روش‌های جلوگیری از بروز این مشکلات، استفاده ازپوشش‌های خوراکی می‌باشد. پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازکی از مواد هستند که سدی در مقابل انتقال رطوبت و اکسیژن و مواد حل شده در غذا ایجاد کرده و قابلیت خورده شدن توسط مصرف کننده را دارند. کیتوزان که از ضایعات خرچنگ و میگو تهیه می شود، دارای ویژگی‌های منحصر به فرد و اثرات تغذیه ای مفید بوده و قابلیت استفاده به‌عنوان فیلم‌های خوراکی را دارا می‌باشد (Synowiecki & Al-khateeb, 2003). با بکارگیری کیتوزان در پوشش‌دهی محصول ارزشمندی همچون پسته، علاوه بر کاهش رشد کپک در طول دوره نگهداری و در نتیجه کاهش امکان تولید سم آفلاتوکسین در آن، یک محصول غذایی با ارزش افزوده‌ی بالا تولید می‌گردد که این امر اثرات مثبتی بر صادرات آن بر جا خواهد گذاشت. کیتوزان یک کوپلیمر از گلوکز آمین و N– استیل گلوکزآمین است که بوسیله N– دی استیلاسیون کیتین تهیه می گردد و ماده ای بی رنگ و بی بو می باشد (Alsalvar *et al*., 2002). دانگ و همکاران اثر پوشش کیتوزان یک درصد را بر روی حفظ کیفیت و افزایش مدت ماندگاری میوه لیچی بررسی کردند (Dong *et al*., 2004). کاربرد کیتوزان، افت وزن و کاهش کیفیت ارگانولپتیکی را به تاخیر انداخت؛ همچنین بطور موثری رشد میکروارگانیسم‌ها را کاهش داد. دولیقره و همکاران اثر ضدمیکروبی کیتوزان را بر روی کاهو و توت‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان کردند که فعالیت ضد میکروبی محلول کیتوزان در کاهو و توت فرنگی قابل مشاهده بوده است اما به دلیل ایجاد مزه تلخ در کاهو قابل استفاده نمی‌باشد (Devlieghere *et al*., 2004). چین و همکاران اثرات پوشش کیتوزان ۰/۵٪ و ۱ ٪ و ۲ ٪ را بر روی کیفیت و مدت ماندگاری قطعات انبه مورد بررسی قرار دادند (Chien *et al*., 2007). پوشش کیتوزان، تغییر وزن ناشی از از دست دادن آب و افت کیفیت حسی را به تاخیر انداخت و از رشد میکروارگانیسم‌ها نیز جلوگیری کرد. نتایج نشان داد که افزایش غلظت کیتوزان تاثیری در فعالیت ضد قارچی آن نداشت. کامپانیلو و همکاران اثر ضدمیکروبی پوشش کیتوزان یک درصد را بر روی قطعات توت‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. آنها قطعات توت فرنگی پوشش داده شده را بسته‌بندی کرده و نگهداری کردند؛ پوشش کیتوزان از رشد میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کرده و تغییر وزن میوه‌ها را کاهش داد، همچنین بر طعم و پذیرش کلی میوه‌ها تاثیری نگذاشته و باعث حفظ رنگ قطعات میوه در طول دوره نگهداری شد (Campaniello *et al*., 2008). مونز و همکاران اثر ضد قارچی پوشش کیتوزان ۱٪، ۱/۵٪، ۲ ٪ و ۲/۵٪ را بر روی گوجه‌فرنگی و توت مورد بررسی قرار دادند؛ بعد از ۷ روز اینکوباسیون معلوم شدکه با افزایش غلظت کیتوزان، بطور معنی داری اثر ضد قارچی آن نیز افزایش می‌یابد (Munoz *et al*., 2009). کائو و همکاران اعلام کردند که کیتوزان رشد میکروارگانیسم‌های مختلف موجود بر روی صدف خوراکی را کاهش داد و با افزایش غلظت کیتوزان اثر ضد میکروبی آن افزایش یافت. در طول دوره نگهداری در دمای یخچال، کیتوزان تاثیری بر روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی صدف‌های خوراکی از جمله طعم و رنگ آن نداشت (Cao *et al*., 2009). خالید و همکاران پوشش کیتوزان را بعنوان یک عامل ضد قارچی در دانه کنگر فرنگی مورد استفاده قرار دادند؛ نتایج نشان داد که همه‌ی تیمارهای کیتوزان فعالیت انواع قارچها را کاهش داده و باعث افزایش رشد گیاه شدند (Khalid *et al*., 2010). زایگوگ و همکاران اثر ضد قارچی پوشش کیتوزان یک درصد را بعد از ۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در گلابی مشاهده کردند. کیتوزان تاثیر معنی‌داری بر روی ویژگی‌های ارگانولپتیکی گلابی نداشت (Xianghong *et al*., 2010). جین و گورتلر بیان کردند که پوشش‌های خوراکی بر پایه کیتوزان از رشد میکروارگانیسم‌ها بر روی گوجه فرنگی جلوگیری کرد (Jin & Gurtler, 2012). کیتوزان و مشتقات آن قادر به دام انداختن رادیکال‌های هیدروکسیل می‌باشند (Wenming *et al*., 2001). در یک پژوهش مشخص شد که کیتوزان در به دام انداختن رادیکال‌های هیدروکسیل و یونهای آهن مناسب است و

Archive of SID

www.SID.ir

می‌تواند به عنوان یک منبع آنتی اکسیدانی مناسب برای استفاده در صنعت غذا و داروسازی باشد (Yen and Yang, 2008). کامیل و همکاران تاثیرآنتی اکسیدانی کیتوزان را برگوشت ماهی هرینگ بررسی کردند (Kamil *et al*., 2002). اندیس پراکسید و TBA[1]، در نمونه‌های هرینگ حاوی ppm۲۰۰ کیتوزان، بعد از ۸ روز نگهداری به ترتیب تا ۶۱ و ۵۲ درصد کاهش یافت؛ کیتوزان تاثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی ماهی نداشت. یانگ و همکاران اعلام کردند که فعالیت آنتی اکسیدانی، قدرت کاهندگی، توانایی به دام انداختن رادیکال‌های ۱و۱-دیفنیل-۲- پیکریل هیدرازیل و هیدروکسیل و یونهای آهن توسط کیتوزان با آنتی اکسیدان‌های متداول قابل مقایسه است (Yang *et al*., 2008). تومیدا و همکاران اعلام کردند که بطور کلی مولکول‌های کیتوزان با جمع‌آوری و به دام اندازی رادیکال‌های هیدروکسیل از اکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می‌کنند (Tomida *et al*., 2009). ویژگی آنتی‌اکسیدانی کیتوزان و اثر ممانعت کنندگی آن در مقابل گونه‌های مختلفی از کپک، توسط آی و همکاران مورد بررسی قرار گرفت (Ai *et al*., 2012). نتایج نشان داد که کیتوزان همانند آنتی اکسیدان‌های دیگر از جمله آسکوربیک اسید قابلیت به دام انداختن رادیکال‌های هیدروکسیل و سوپراکسید را دارد؛ همچنین کیتوزان فعالیت ضد قارچی قابل توجهی از خود نشان داد. با توجه به نتایج بدست آمده، ایشان پیشنهاد کردند که کیتوزان می‌تواند بعنوان یک آنتی اکسیدان و ماده ضد قارچی طبیعی در صنعت غذا مورد استفاده قرار گیرد. هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر ضد قارچی و آنتی اکسیدانی پوشش خوراکی کیتوزان با غلظت های ۰/۵٪، ۱ ٪و ۱/۵٪ و محلول اسید استیک ۱ درصد و تاثیر آن بررنگ، طعم، بافت و جذب رطوبت مغز پسته در طول شش ماه نگهداری می باشد.

مواد و روش‌ها

- آماده کردن مواد اولیه

جهت انجام این پژوهش، پسته رقم اکبری (رقم متداول و تجاری کشورایران) انتخاب گردید. پسته‌ها از یک باغ پسته در رفسنجان (یکی از محل های تولید پسته)، زیر نظر جهاد کشاورزی خریداری شد. موادی که در این کار پژوهشی مورد استفاده قرار گرفت، عبارتند از: پودر کیتوزان (Sigma®)، محلول اسید استیک ۱ درصد v/v، محیط کشت Yeast Extract Glucose YGC) Chloramphenicol Agar) که حاوی عصاره مخمر، قند دکستروز، آنتی بیوتیک کلرامفیل، آگار و آب مقطر بود. مواد شیمیایی مصرفی برای انجام آزمایشات در این تحقیق شامل دی اتیل اتر، استیک اسید، کلروفرم، گلیسرول، یدیدپتاسیم، نشاسته، تیترازول تیوسولفات سدیم، پودر TBA و بوتانول بود.

- آماده سازی محلول ها

در ابتدای آزمایش پوستهٔ سخت پسته جداسازی شده و مغز های سالم انتخاب شدند. به منظور پوشش دهی، از محلول های کیتوزان با غلظت‌های ۰/۵ ، ۱ و ۱/۵ درصد w/v ، استفاده شد که با حل کردن به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم پودر کیتوزان در اسید استیک۱٪ v/v و رساندن هر یک از آنها به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر بدست آمد. بمنظور مشخص کردن اثر ضد میکروبی استیک اسید علاوه بر غلظت‌های مختلف کیتوزان، از اسید استیک ۱٪ v/v نیز به تنهایی، به عنوان یک تیمارجداگانه برای پوشش‌دهی استفاده شد. محلول‌ها که پس از آماده سازی دارای pH حدود ۶ بودند، فیلتر و اتوکلاو شدند (Bourtoom and Badawy and Rabea, 2009; Chinan, 2008).

- پوشش دهی، بسته بندی و نگهداری مغز پسته

مغز پسته‌ها پس از توزین، درون محلولهای آماده شده به مدت ۳۰ الی ۴۰ ثانیه غوطه‌ور شده و خارج شدند. مغزهای پوشش داده شده به مدت ۳ ساعت در آون۴۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند تا به رطوبت اولیه خود (۴٪) برسند، سپس‌در کیسه‌های پلی اتیلنی ۵۰ گرمی بسته‌بندی شدند. مغزپسته‌های پوشش داده شده و بسته بندی شده به مدت ۶ ماه در دمای اتاق (۲۵ الی ۲۷ درجه سانتیگراد) نگهداری شدند.

- آزمون‌های شیمیایی و میکروبی

در طـول مـدت نگـهداری، هـر دو هـفته یـک بـار از

[1] Thiobarbituric acid

Archive of SID
www.SID.ir

بسته‌های حاوی مغز پسته نمونه‌برداری گردید. در هر نمونه‌برداری؛ شمارش کلی کپک و مخمر، اندازه‌گیری اندیس پراکسید، اندیس TBA، درصد رطوبت و افت وزنی طبق روش AOAC (2005) انجام شد. به منظور اندازه‌گیری اندیس پراکسید و اندیس TBA، روغن مغز پسته‌ها به روش سرد، در تاریکی و با استفاده از حلال دی اتیل اتر استخراج شد(Farhoosh *et al*., 2008; Vanhanen and Savage, 2006). اندیس پراکسید با روش یدومتری تعیین گردید و در نهایت بر حسب میلی اکی والان پراکسید در ۱۰۰۰ گرم روغن بیان شد (حسینی، ۱۳۷۳). اندازه‌گیری اندیس TBA طبق روش(2009) AOCS صورت پذیرفت. بررسی درصد توسعه کپک *Aspergillus*، بدین ترتیب انجام شد که از هر تیمار ۱۰ عدد مغز پسته، در پلیت های در دار بزرگ شیشه‌ای که حاوی کاغذ صافی مرطوب بوده و همگی استریل شده بودند، قرار گرفت و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد در اینکوباتور یخچال دار اینکوبه شد. پس از گذشت ۳ الی ۵ روز تعداد پسته‌ای که در هر پلیت به کپک آلوده شده اند شمارش شده و میزان توسعه این کپک بر اساس درصد در هریک از تیمارها در مقایسه با نمونه‌ی شاهد معلوم شد. در صورت لزوم، از کپک‌های رشد یافته بر روی مغزپسته‌ها، بر روی اسلاید کالچر کشت داده و با میکروسکوپ از رشد گونه‌های *آسپرژیلوس* اطمینان حاصل شد.

- ارزیابی حسی

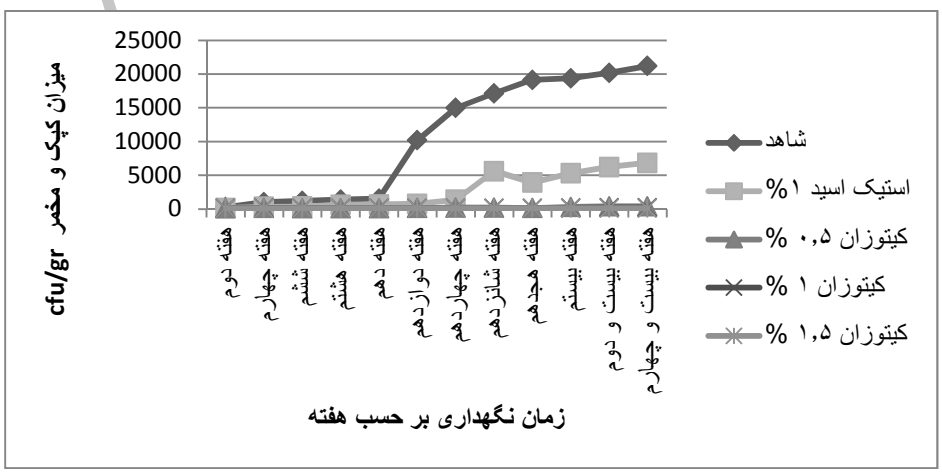
ارزیابی حسی با استفاده از روش مقیاس هدونیک ۵ نقطه ای (۱= بد، ۲= ضعیف، ۳= متوسط، ۴= خوب، ۵= بسیار خوب) انجام شد. بدین ترتیب که ۸ نفر داور از بین دانشجویان دانشکده صنایع غذایی گرگان انتخاب شد. به هر داور ۴ عدد مغز پسته از هر تیمار در ظروف شفاف بی رنگی که با کد سه رقمی تفکیک شده بودند، داده شد. آب تازه نیز به منظور نوشیدن بین هر مرحله تشخیص در دسترس داوران قرار گرفت. داوران چهار فاکتور رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی پسته را مورد ارزیابی قرار دادند.

- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در قالب فاکتوریل به صورت طرح کاملا تصادفی و در ۳ تکرار صورت پذیرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها بر صفت‌های مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح۵ α = ۰/۰ صورت پذیرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد(Farhoosh *et al*., 2008).

یافته ها

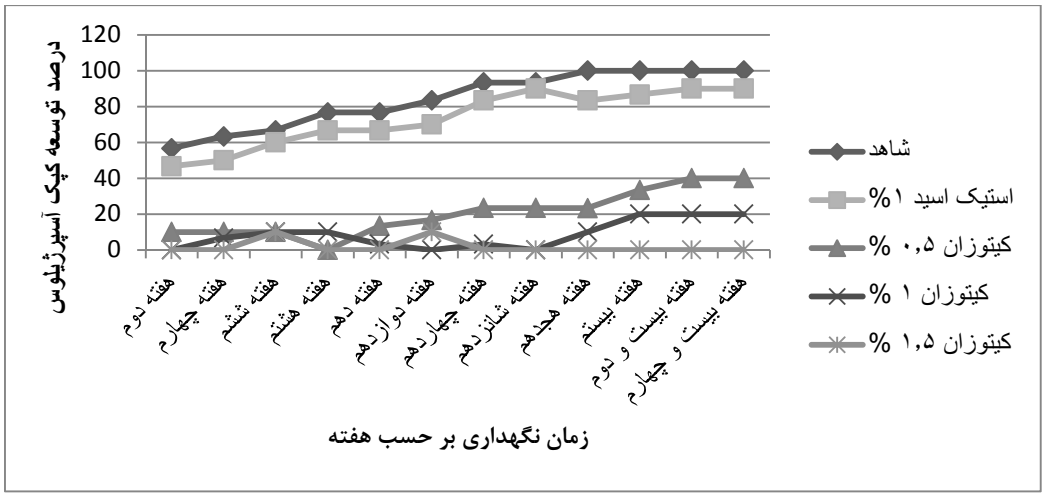
شمارش کلی کپک و مخمر: در طول دوره نگهداری، میزان رشد کپک در نمونه شاهد به شدت افزایش یافت. همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می شود، در نمونه‌ی شاهد افزایش ناگهانی رشد کپک و مخمر، از هفته‌ی پنجم آغاز شد و در پایان هفته‌ی دوازدهم میزان کپک و مخمر به ۲۱۰۰۰cfu/gr رسید. اما در پسته‌هایی که با محلول استیک اسید ۱درصد پوشش دهی شده بودند، رشد کپک از هفته‌ی هفتم آغاز شد و حداکثر در پایان هفته‌ی دوازدهم به حدود cfu/gr ۶۰۰۰ رسید. در نمونه‌های حاوی پوشش خوراکی کیتوزان رشد کپک در کل دوره نگهداری تقریبا صفر بود.



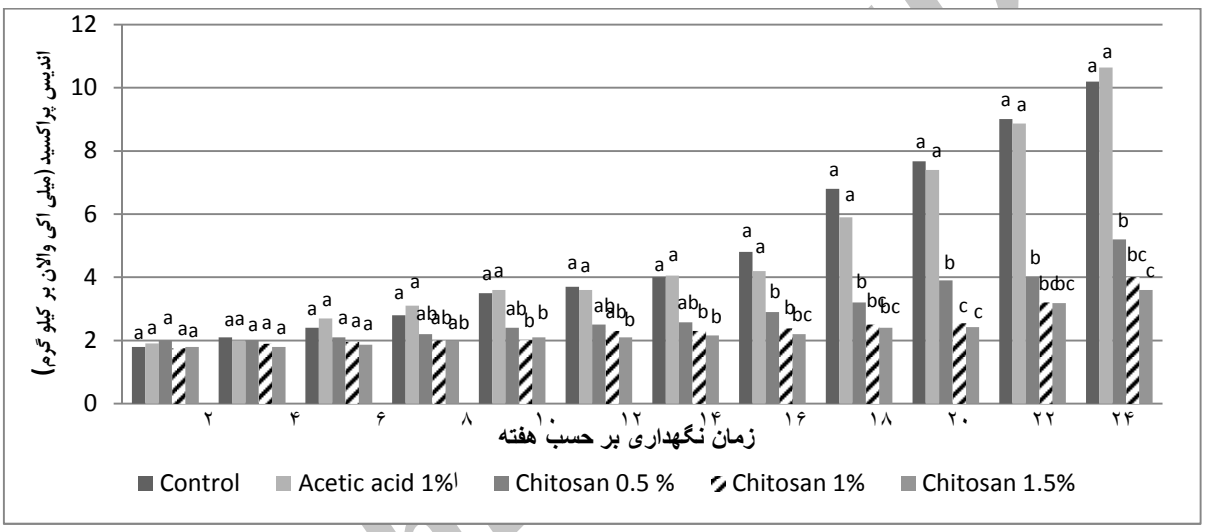
نمودار ۱- تغییرات رشد کپک و مخمر در مغز پسته در طول ٦ ماه نگهداری

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۲- تغییرات درصد توسعه کپک *Aspergillus* در مغز پسته در طول ٦ ماه نگهداری



نمودار ۳- نمودار تغییرات عدد پر اکسید بر حسب میلی اکی والان در کیلو گرم برای پنج تیمار شاهد و پسته های پوشش داده شده توسط استیک اسید ۱ درصد، کیتوزان ۰/۵ ، ۱ و ۱/۵ درصد در طول ٦ ماه نگهداری

درصد توسعه کپک *Aspergillus* : طبق نمودار ۲، نمونه شاهد بیشترین مقدار و نمونه‌های حاوی پوشش کیتوزان کمترین مقدار درصد توسعه کپک *Aspergillus* را دارا هستند (Campaniello *et al*., 2008). در هفته‌ی نهم، درصد توسعه‌ی کپک در نمونه‌ی شاهد و نمونه‌ی حاوی استیک اسید ۱درصد به بیشترین مقدار خود یعنی به ترتیب به ۱۰۰و ۸۵ رسیده است. در طول دوره‌ی نگهداری همواره درصد توسعه‌ی کپک در نمونه‌ی حاوی استیک اسید ۱ درصد، بین ۲۰ تا ۲۵ درصد کمتر از نمونه‌ی شاهد بوده است؛ در نمونه‌های حاوی پوشش خوراکی کیتوزان با افزایش غلظت کیتوزان درصد توسعه کپک کاهش یافت؛ بطوریکه در غلظت ۱/۵ درصد کیتوزان این مقدار به صفر رسیده است.

- فعالیت آنتی اکسیدانی کیتوزان

عدد پراکسید: اثر پوشش خوراکی کیتوزان بر روند تغییرات اندیس پراکسید مغز پسته‌ها در طول شش ماه نگهداری، در نمودار ۳ بر اساس مقدار اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن پسته نشان داده شده است. در طول دوره‌ی نگهداری، روند تغییرات عدد پراکسید تمامی تیمارها افزایشی بود و اعداد پراکسید مربوط به هر نمونه‌برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. در تمامی مراحل نگهداری، همواره بیشترین مقدار عدد پراکسید مربوط به تیمارهای فاقد کیتوزان بود. همچنین با گذشت زمان مشخص گردید که نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت‌های بالاتر کیتوزان، عدد پراکسید کمتری داشتند.

www.SID.ir

اندیس TBA: در این پژوهش، در طول دوره‌ی نگهداری مقدار اندیس تیوباربیتوریک اسید همه‌ی تیمارها همواره صفر بوده و هیچگونه تغییری در آن مشاهده نشد.

- تاثیر کیتوزان بر درصد رطوبت و تغییر وزن پسته

همانطور که در نمودارهای ۴ و۵ مشاهده می شود، در طول دوره نگهداری میزان رطوبت و درصد تغییر وزن در نمونه‌های فاقد پوشش کیتوزان، همواره بیشتر از نمونه‌های دارای پوشش بود؛ همچنین آشکار است که مقدار رطوبت و وزن نمونه های حاوی پوشش کیتوزان، از ابتدا تا انتهای دوره‌ی نگهداری تقریبا بدون تغییر مانده است. همانطور که مشخص است، استیک اسید ۱ درصد تاثیری در میزان انتقال رطوبت به بافت مغز پسته در طول دوره‌ی نگهداری نداشته است.

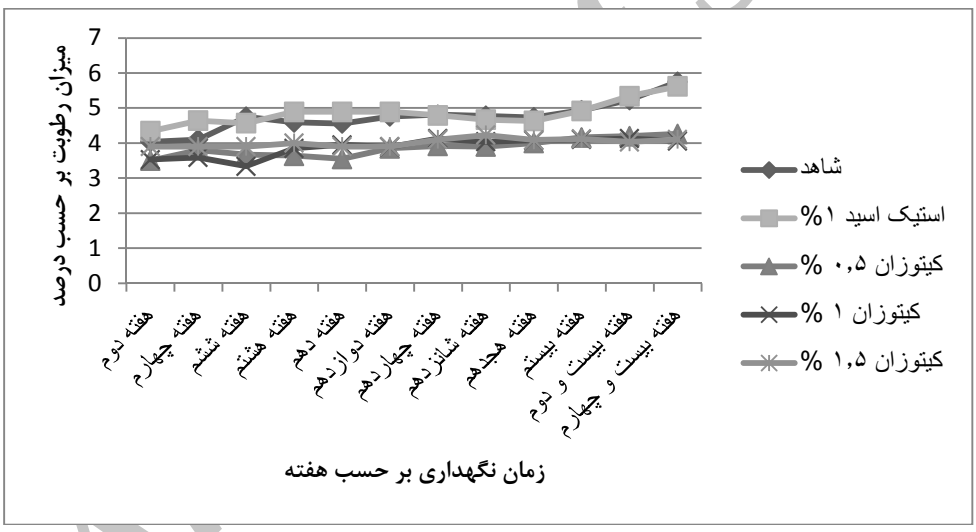
- تاثیر کیتوزان بر ویژگی‌های ارگانولیپتیکی مغزپسته

جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ نتایج حاصل از تست پانل مغز پسته های پوشش داده شده را نشان می‌دهد.

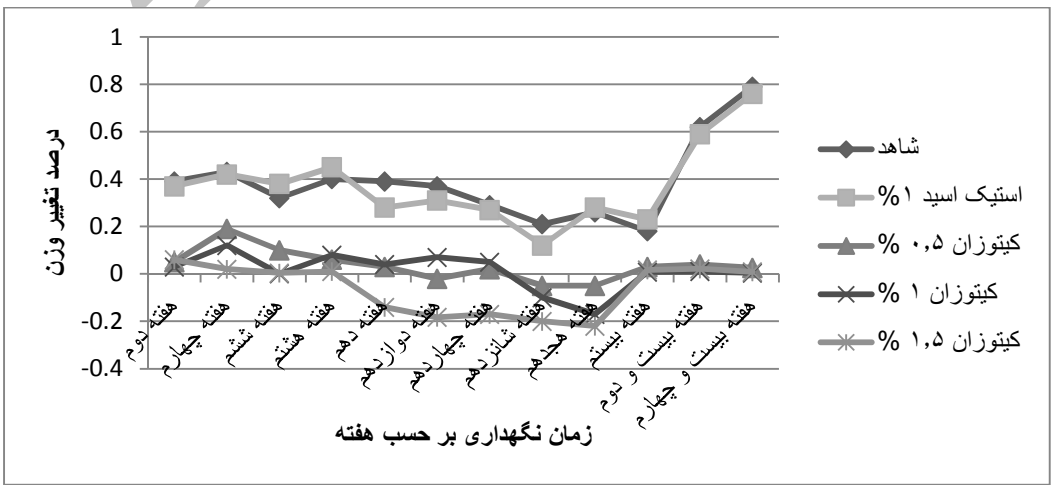
رنگ: همانطور که در جدول ۱ مشخص است پوشش کیتوزان باعث حفظ رنگ مغز پسته‌ها در طول دوره نگهداری شد و به دلیل بی رنگ بودن، تاثیر معنی داری بر روی رنگ آنها نداشت ($p> ۰/۰۵$).

طعم: نتایج مربوط به بررسی طعم در آزمون حسی، در جدول ۲ قابل مشاهده است. همانطور که مشخص است غلظت ۱/۵ درصد کیتوزان تاثیر معنی‌داری ($p> ۰/۰۵$) بر طعم مغز پسته داشت.

بافت: جدول ۳ نتایج حاصل از آزمون حسی مربوط به بافت را نشان می‌دهد. در این پژوهش به دلیل ثابت بودن رطوبت همه تیمارها در محدوده‌ی رطوبت نمونه شاهد (حدود ۴ درصد)، در بافت آنها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ($p> ۰/۰۵$).



نمودار ٤- تغیرات درصد رطوبت مغز پسته در طول ٦ ماه نگهداری



نمودار ٥- درصد تغییر وزن مغزپسته در طول ٦ ماه نگهداری

www.SID.ir

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر رنگ مغز پسته خام و خشک*

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک ۱ درصد	کیتوزان ۰/۵ درصد	کیتوزان ۱ درصد	کیتوزان ۱/۵ درصد
هفته دوم	۴/۷۵ a	۴/۲۵ ab	۴/۲۵ ab	۴/۵ ab	۴/۳۲ ab
هفته چهارم	۴/۶۲ a	۴/۵ ab	۴/۱۲ ab	۴/۱۲ ab	۴/۱ ab
هفته ششم	۴/۸۷ a	۴/۷۵ a	۴ ab	۴ ab	۴/۸۷ ab
هفته هشتم	۵ a	۴/۷۵ a	۴/۵ ab	۴/۵ ab	۴/۵ ab
هفته دهم	۴/۷۵ a	۴/۶۲ a	۴/۴ ab	۴/۳۲ ab	۴/۱۲ ab
هفته دوازدهم	۵ a	۴/۸۷ a	۴/۵ ab	۴/۲۸ ab	۳/۹۷ b
هفته چهاردهم	۴/۲۵ a	۴/۲۵ a	۴/۱۲۵ a	۴ a	۳/۸۷ a
هفته شانزدهم	۴/۱۲۵ a	۴/۱۲۵ a	۴ a	۴ a	۳/۸۷ a
هفته هیجدهم	۴/۲۵ a	۴/۳۷ ab	۴ b	۴ b	۴ b
هفته بیستم	۴ a	۴/۵ b	۴ a	۴ a	۳/۸۷ a
هفته بیست و دوم	۴/۱۲۵ a	۴/۲۵ a	۴ a	۴ a	۴ a
هفته بیست و چهارم	۴/۲۵ a	۴ ab	۴ ab	۴ ab	۴ ab

*اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر طعم مغز پسته خام و خشک*

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک ۱ درصد	کیتوزان ۰/۵ درصد	کیتوزان ۱ درصد	کیتوزان ۱/۵درصد
هفته دوم	۴/۷۵ a	۴/۲۵ ab	۴/۲۵ ab	۴/۵ ab	۴ b
هفته چهارم	۴/۶۲ a	۴/۵ a	۴/۱ ab	۴/۱۲ ab	۳/۸۷ b
هفته ششم	۴/۲۵ a	۴/۲۵ a	۴/۱۲a	۴ ab	۳/۶۳ b
هفته هشتم	۴/۶۲a	۴/۱۲ a	۴ ab	۴ ab	۳/۷۶ b
هفته دهم	۴/۲۵ ab	۴/۳۷ a	۴ ab	۴ ab	۳/۸۷ b
هفته دوازدهم	۴/۱ab	۴/۵ a	۴/۲ ab	۴/۱۲ab	۴/۳ ab
هفته چهاردهم	۴/۱۲ a	۴/۲۵ a	۴ ab	۴ ab	۴ ab
هفته شانزدهم	۴/۲۵ a	۴/۱ a	۴/۱ a	۴/۱ a	۳/۶۳ b
هفته هیجدهم	۴/۸۷ a	۴/۵ a	۴/۳ ab	۴/۲۳ab	۳/۷۵ b
هفته بیستم	۵ a	۴/۵ ab	۴/۳ ab	۴/۲۳ ab	۴ b
هفته بیست و دوم	۴/۷۵ a	۴/۶۲ a	۴/۳ ab	۳/۸۷ b	۳/۷۵ b
هفته بیست و چهارم	۵ a	۴/۸۳ a	۴/۵ ab	۴/۵ ab	۴ ab

*اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر بافت مغز پسته خام و خشک*

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک ۱ درصد	کیتوزان ۰/۵ درصد	کیتوزان ۱ درصد	کیتوزان ۱/۵ درصد
هفته دوم	۴/۷۵ a	۴/۷۵ a	۴/۵ a	۴/۳۷ a	۴/۵ a
هفته چهارم	۴/۶۳ a	۴/۵ a	۴/۲۵ ab	۴/۲۵ ab	۴/۳۵ ab
هفته ششم	۴/۲۵ a	۴/۳۷ a	۴/۲۵ a	۴/۴۵ ab	۴/۶ ab
هفته هشتم	۴/۱۲۵ ab	۴/۲۵ a	۴/۱۲۵ ab	۴ ab	۴/۶ b
هفته دهم	۴/۲۵ ab	۴/۳۷ a	۴ ab	۴ ab	۴/۳۵ ab
هفته دوازدهم	۴/۲۵ ab	۴/۵ a	۴/۳۵ ab	۴/۲۵ab	۴/۵ ab
هفته چهاردهم	۴/۳۷ a	۴/۳۷ a	۴ a	۴/۳۷ a	۴ a
هفته شانزدهم	۴/۳۷ a	۴/۱۲۵ a	۴/۱۲۵ a	۴/۱۲۵ a	۴ a
هفته هیجدهم	۴/۴۷ a	۴/۴۲ a	۴/۱۲۵ ab	۴/۱۲۵ ab	۴/۱۲۵ ab
هفته بیستم	۴/۳۷ a	۴/۳۷ a	۴ ab	۴ ab	۴/۲ ab
هفته بیست و دوم	۴/۵ a	۴/۶۲ a	۴ ab	۴ ab	۳/۸۷ b
هفته بیست و چهارم	۴/۷۵ a	۴/۳۷ a	۴ab	۴ ab	۳/۸۷ ab

*اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

پذیرش کلی: نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، که در جدول ۴ قابل مشاهده است، نشان می‌دهد که تغییرات پذیرش کلی پسته تحت تاثیر تیمارهای کیتوزان معنی‌دار نبوده است ($p> ۰/۰۵$). بیشینه مقدار پذیرش کلی ۵ و کمترین مقدار آن ۴ بوده است.

بحث

شمارش کلی کپک و مخمر: قسمت خارجی دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها دارای بار منفی می‌باشد، بنابراین اسیدهای یونیزه به آسانی نمی توانند وارد سلول شوند؛ ولی اگر بصورت مولکولی وارد سلول گردند، در داخل سلول بصورت یونیزه درآمده و ایجاد بارهای مثبت و منفی می کنند و باعث اختلال در عملکرد میکروارگانیسم و در نهایت کشته شدن آن می شوند اسید استیک، اسید آلی ضعیفی است که در pH خنثی، بصورت مولکولی (غیر یونیزه) در می آید، بنابراین قدرت ورود به سلول میکرارگانیسم ها و از بین بردن آنها را دارد (Khalid *et al*., 2010). با توجه به اثر ضد میکروبی استیک اسید که در تیمار جداگانه مشخص گردید، می توان گفت بخشی از اثر ضدمیکروبی پوشش کیتوزان، مربوط به استیک اسید یک درصدی است که در آماده سازی محلول کیتوزان مورد استفاده قرار گرفته است. در اثر ضدمیکروبی غلظت‌های مختلف کیتوزان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که با نتایج کار(Chien *et al*., 2007) مطابقت دارد. در مورد اثر غلظت کیتوزان بر خاصیت ضدمیکروبی آن نظرات مختلفی وجود دارد. به عنوان مثال (Munoz *et al*., 2009; Cao *et al*., 2009) اعلام کردند که با افزایش غلظت کیتوزان اثر ضد میکروبی آن افزایش می‌یابد، اما (Chien *et al*., 2007; Xiaofang *et al*., 2010) بیان داشتند که افزایش غلظت کیتوزان تاثیری در خاصیت ضد میکروبی آن ندارد. وجود اختلاف در نتایج ممکن است به دلیل اختلاف در شرایط آزمایش باشد. عدم افزایش فعالیت ضدقارچی کیتوزان با افزایش غلظت آن، ممکن است بدلیل افزایش ویسکوزیته محلول کیتوزان در غلظت‌های بالاتر و محدود شدن تعداد تماس‌های موثر کیتوزان با سطح سلول‌های قارچی باشد (Xiaofang *et al*., 2010). همچنین می‌توان گفت که در این پژوهش، احتمالا کارایی کمترین غلظت کیتوزان (۰/۵ ٪)، بیشترین مقداری بوده است که بطور کلی کیتوزان می‌تواند داشته باشد و غلظت‌های بالاتر آن تاثیری در قدرت بازدارندگی آن نداشته است.

درصد توسعه کپک Aspergillus : کمتر بودن درصد توسعه کپک در نمونه‌های حاوی استیک اسید، به اثر ضد میکروبی استیک اسید مرتبط می‌باشد. نتایج به دست آمده در مورد اثر غلظت کیتوزان در کاهش درصد توسعه کپک با نتایج (Munoz *et al*., 2009; Cao, 2009) مطابقت دارد. با افزایش غلظت کیتوزان، میزان بار مثبت ناشی از حضور گروه‌های آمینی افزایش یافته و سبب تشکیل پیوندهای الکتروستاتیک قوی تر می‌شود. این امر

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف کیتوزان بر پذیرش کلی مغز پسته خام و خشک*

زمان نمونه برداری	شاهد	اسید استیک ۱ درصد	کیتوزان ۰/۵ درصد	کیتوزان ۱ درصد	کیتوزان ۱/۵درصد
هفته دوم	۴/۷۵ a	۴/۲۵ ab	۴/۲۵ ab	۴/۵ ab	۴/۲۵ ab
هفته چهارم	۴/۶۲a	۴/۵ ab	۴/۱۲۵ ab	۴/۳۵ bc	۴/۱۲۵ ab
هفته ششم	۴/۲۵ a	۴/۲۵ a	۴/۱۲۵ a	۴ a	۴ a
هفته هشتم	۴/۱۲۵ a	۴/۱۲۵ a	۴ a	۴ a	۴ a
هفته دهم	۴/۲۵ ab	۴/۳۷ a	۴/۳۵ ab	۴/۲۵ ab	۴/۵ ab
هفته دوازدهم	۴ a	۴/۱ a	۴ a	۴ a	۴ a
هفته چهاردهم	۴/۱۲۵ a	۴/۲۵ a	۴ a	۴ a	۴ a
هفته شانزدهم	۴/۲ ab	۴ a	۴ a	۴ a	۴ a
هفته هیجدهم	۴/۸۷ a	۴/۵ ab	۴/۲ ab	۴ ab	۴/۱۲ ab
هفته بیستم	۵ a	۴/۸۵ ab	۴/۷۳ ab	۴/۷۵ ab	۴/۵ b
هفته بیست و دوم	۴/۷۵ a	۴/۶۲ a	۴ b	۴ b	۴ b
هفته بیست و چهارم	۵ a	۴/۳۷ b	۴/۲۳ ab	۴/۶۵ ab	۴ b

*اعداد با حروف مشابه در هر سطر باهم اختلاف معنی داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

باعث ایجاد واکنشهای قوی تر بین کیتوزان و دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه افزایش اثر ضد میکروبی کیتوزان می‌گردد (Kong *et al*., 2008) وجود اختلاف در نتیجه این آزمون میکروبی با نتیجه شمارش کلی کپک و مخمر در این پژوهش، ممکن است به دلیل اختلاف در شرایط آزمایش باشد.

- فعالیت آنتی اکسیدانی کیتوزان

عدد پراکسید: افزایش عدد پراکسید مغز پسته را می‌توان به میزان بالای اسیدهای چرب تک غیر اشباعی و دوغیر اشباعی در مغز پسته، حضور پراکسیدانها ازجمله اکسیژن و رطوبت موجود در هوای درون بسته‌بندی و احتمالا وجود یونهای فلزی نسبت داد. اینکه نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت‌های بالاتر کیتوزان، عدد پراکسید کمتری داشتند، نشان می‌دهد که با افزایش غلظت کیتوزان اثر آنتی اکسیدانی آن افزایش پیدا می‌کند (Chien *et al*., 2007; Yen and Yang, 2008). بیشتر بودن مقدار عدد پراکسید در تیمارهای فاقد کیتوزان بیانگر خاصیت آنتی اکسیدانی پوشش کیتوزان می‌باشد که با نتایج (Werming *et al*., 2001; Kamil *et al*., 2002; Sathivel *et al*., 2007) مطابقت داشت. حضور مکان‌های فعال و شبکه‌هایی که توسط پیوندهای هیدروژنی در بین زنجیره‌ها ایجاد می‌شود، باعث به دام افتادن رادیکال‌های آزاد حاصل از مراحل اولیه‌ی واکنش‌های اکسیداسیون و یون‌های فلزی شده و از پیشرفت این واکنش‌ها جلوگیری می‌کند (Alsavar *et al*., 2002; Werming *et al*., 2001; Kamil *et al*., 2002). از طرفی پوشش کیتوزان بر روی مغز پسته بعنوان یک سد، مانع از نفوذ رطوبت، اکسیژن و سایر کاتالیزورها به بافت پسته شده و با محافظت مغز پسته در مقابل انواع پراکسیدان‌ها، سرعت واکنش‌های اکسایش را کند می‌کند (Synovieky *et al*., 2003).

اندیس TBA: در اثر واکنش اسید تیوباربیتوریک با مالون آلدهید، رنگ قرمزی تولید می‌شود که با دستگاه طیف‌سنج نوری اندازه‌گیری می‌گردد. اندیس تیوباربیتوریک مقدار مالون دی آلدهید موجود در ۱۰۰۰ گرم چربی را بیان می‌کند؛ مالون دی آلدهید ترکیب ثانویه واکنش‌های اکسایشی می‌باشد (Farhoosh *et al*., 2008). صفر بودن اندیس تیوباربیتوریک اسید همه‌ی تیمارها در طول دوره نگهداری، بیانگر این است که حتی در روزهای آخر دوره‌ی نگهداری نیز ترکیبات ثانویه هنوز تشکیل نشده بودند(Mexis *et al*., 2009). با توجه به اثر ضداکسایشی کیتوزان انتظار می‌رود چنانچه با گذشت زمان و پیشرفت واکنش‌های اکسایشی ترکیبات ثانویه تشکیل گردد، در نمونه‌های حاوی پوشش کیتوزان این مساله به تاخیر بیافتد.

- تاثیر کیتوزان بر درصد رطوبت و تغییر وزن پسته

رطوبت یکی از فاکتورهای مهم در زمینه‌ی کیفیت خشکبار می باشد. سرعت انتقال رطوبت بین غذا و اتمسفر اطراف آن با پوشاندن کامل ماده غذایی با فیلم یا پوشش خوراکی کاهش می یابد (بلقیسی و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج حاصله در این قسمت با نتایج (Chein *et al*., 2007; Campaniello *et al*., 2008) مطابقت دارد. نتایج حاصل از اندازه گیری رطوبت و تغییر وزن مغز پسته ها نشان دهنده‌ی آن است که پوشش کیتوزان مانند یک سد، از انتقال رطوبت به بافت مغز پسته جلوگیری کرده و مقدار رطوبت آن در محدوده‌ی ۴٪ (رطوبت اولیه‌ی محصول) باقی مانده است؛ در حالیکه در نمونه‌های فاقد پوشش کیتوزان، بدلیل عدم وجود مانع درمقابل انتقال رطوبت، در انتهای دوره‌ی نگهداری مقدار رطوبت مغز پسته به حدود ۶ ٪ رسیده است.

- تاثیر کیتوزان بر ویژگی‌های ارگانولیپتیکی مغزپسته

با توجه به اینکه کیتوزان منشاء دریایی داشته و از ضایعات خرچنگ و میگو تهیه می‌شود؛ ممکن است در برخی مواقع (به ندرت) پس طعمی مشابه طعم ماهی یا سایر محصولات دریایی، در ماده غذایی ایجاد کرده و در پذیرش مصرف کننده تاثیر بگذارد. همچنین ممکن است در برخی محصولات مانند توت فرنگی یا کاهو، باعث ایجاد مزه‌ی تلخ گردد. این مسئله به وزن مولکولی، غلظت محلول کیتوزان و ترکیبات موجود در خود محصول مرتبط می باشد. اما بطور کلی محلول کیتوزان ماده‌ی شفاف و بی رنگی است که طعم خاصی نداشته و معمولا تاثیر زیادی بر ویژگی‌های ارگانولپتیکی محصول ایجاد نمی‌کند (Devlieghere *et al*., 2004). استیک اسید ۱ درصد نیز محلول بی‌رنگ و بدون طعمی است که بر هیچ یک از

Archive of SID
www.SID.ir

ویژگی‌های ارگانولپتیکی تاثیر ندارد (Badawy & Rabea; 2009).

رنگ: نتایج بررسی رنگ مغز پسته‌ها در ارزیابی حسی با نتایج (Campaniello, 2008; Chang *et al*., 2010) مطابقت دارد. کیتوزان با قرارگیری بر روی محصولات، بعنوان محافظ عمل کرده و از واکنش‌های ناخواسته و تغییر رنگ محصولات جلوگیری می‌کند (Devlieghere *et al*., 2004). چانگ و همکاران اثر پوشش کیتوزان را بر روی کیفیت گوشت خوک در طول نگهداری در دمای یخچال به مدت ۷ روز بررسی کردند (Chang *et al*., 2010). پوشش کیتوزان تاثیر معنی‌داری بر روی رنگ قطعات گوشتی نداشته و در طول مدت نگهداری در رنگ طبیعی گوشت تغییری ایجاد نشد. ممانعت از نفوذ اکسیزن و رطوبت به بافت محصول و به دام انداختن یون‌های فلزی، از ویژگی‌های مهم و موثر کیتوزان می باشد؛ این ویژگی‌ها از رخ دادن واکنش‌های آنزیمی و غیر آنزیمی نامطلوبی که منجر به تغییر رنگ در محصول می شود، جلوگیری می کند.

طعم: طعم غلظت‌های بالاتر کیتوزان به علت ایجاد پس طعمی شبیه طعم ماهی یا سایر محصولات دریایی قابل تشخیص می‌شود. در این آزمون نیز غلظت بالای کیتوزان به مقدار کمی در طعم پسته تغییر ایجاد کرد (Develieghere *et al*., 2004).

بافت: در طول دوره نگهداری نیز با توجه به اثر ممانعت کنندگی پوشش کیتوزان در مقابل نفوذ رطوبت به بافت پسته، رطوبت آن ثابت مانده و در نتیجه بافت پسته تردی و شکنندگی خود را حفظ کرد (گارز و همکاران، ۱۳۸۲). منظور از بافت پسته، میزان تردی و شکنندگی آن هنگام جویدن می‌باشد که به مقدار قابل توجهی تحت تاثیر میزان رطوبت پسته است. در صورت جذب رطوبت از محیط اطراف، مغز پسته‌ها بافتی نرم و چسبنده پیدا خواهد کرد که از نظر مصرف کننده نامطلوب می‌باشد (بلقیسی و همکاران، ۱۳۸۷).

پذیرش کلی: نتایج حاصله نشان دهنده تغییرات جزیی و قابل چشم پوشی در خواص ارگانولپتیکی در تیمارهای مختلف پوشش داده با کیتوزان می باشد که با نتایج Cao و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت.

نتیجه گیری

با توجه به اثر ممانعت کنندگی پوشش خوراکی کیتوزان از انتقال رطوبت در مغز پسته و عدم تغییر در خواص ارگانولپتیکی مغز پسته و اینکه کیتوزان اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی قابل توجهی دارد، ماده مناسبی برای بکارگیری بعنوان پوشش خوراکی در آجیل‌ها از جمله پسته می‌باشد. همانطور که گفته شد، بیشترین و کمترین اثر ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی مربوط به غلظت‌های ۱/۵٪ و ۰/۵٪ بوده است؛ از طرفی با توجه به مسائل اقتصادی و نظر به اینکه غلظت ۱/۵٪ کیتوزان امتیاز طعم را کاهش داد، بنابراین غلظت ۱٪ کیتوزان، بعنوان بهترین غلظت برای پوشش دهی مغز پسته ها پیشنهاد می‌گردد.

منابع

بلقیسی، س.، عزیزی، م.، ظهوریان، گ. و هادیان، ز. (۱۳۸۷). ارزیابی خواص فیزیکی فیلم خوراکی پروتئین آب پنیر- مونوگلیسیرید و اثر پوشش دهی آن بر افت رطوبت و ویژگی حسی گوشت تازه گوسفند. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. شماره ۳ . صفحات۹۳-۸۳.

بی نام. (۱۳۸۹). سازمان توسعه تجارت ایران. سایت رسمی صنعت غذای ایران، کانون انجمن‌های صنفی صنایع غذایی ایران. شاخه اقتصادی.

گارز، ح.، مینایی، س. و بصیری، ع. (۱۳۸۲). تاثیر تغییرات دما،سرعت جابجایی هوا و ضخامت لایه محصول فرایندخشک کردن پسته، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی شماره ۸ . صفحات ۳۱ - ۲۳.

Ai, H., Furong. W., Yuqian, X., Xiaomin, C. & Chaoliang, L. (2012). Antioxidant, antifungal and antiviral activities of chitosan from the larvae of housefly, Musca domestica L. Food chemistry, 132: 493-498.

AOAC. (2005). Official methods of analysis Association of Official Analytical Chemistry, 17th ed. The Association of Official Analytical Chemistry Inc: Washington.

AOCS, (2009). Official methods and recommende practices of the American oil chemistry society. Sampling and analysis of commercial fats and oils, Cd 19-90. 2-Thiobarbituric Acid Value. IL:USA.

Alsalvar, C., Shahidi, F. & Quantick, P. (2002). Food and health applications of marine nutraceuticals: a Review. Sea food – Quality ,Technology and nutraceutical applications. 26:

Archive of SID

www.SID.ir

186–189.

Badawy, E. I. & Rabea, I. (2009). Potential of the biopolymer chitosan with different molecular weights to control postharvest gray mold of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology, 51: 110–117.

Bourtoom, T. & Chinnan, M. S. (2008). Preparation and properties of ricestrarch-chitosan blend biodegradable film. LWT-Food science and Technology, 41: 1633–1641.

Campaniello, C. A., Bevilacqua, M. & Sinigaglia, M. R. (2008). Chitosan: Antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. Food Microbiology, 25: 992–1000.

Cao, R., Xue, C. & Liu, Q. (2009). Changes in microbial flora of Pacific oysters (Crassostrea gigas) during refrigerated storage and its shelf-life extension by chitosan. .International Journal of Food Microbiology, 131: 272–276.

Campaniello, C. & Bevilacqua, M. (2008). Chitosan: Antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries. Food Microbiology, 25: 992–1000.

Chang, H. L., Chen, Y. C. & Tan F. J. (2011). Antioxidative properties of a chitosan–glucose Maillard reaction product and its effect on pork qualities during refrigerated storage. Food Chemistry, 124 : 589–595.

Chien, P., Sheu, F. & Lin, H. (2007). Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry, 100: 1160–1164.

Costas G. Biliaderis, D., Marta, S. & Izydorczyk, P. (2007). Functional Food Carbohydrates , CRC Press Taylor & Francis Group.pp 588.

Devlieghere, F., Vermeulen, A. & Debevere, J., (2004). Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. Food Microbiology, 21, 703–71.

Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K. & Jiang, Y., (2004). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. Journal of Food Engineering, 64 , 355–358.

Farhoosh, R., Tavakoli, J. & Haddad Khodaparast, M. H. (2008). Chemical Composition and Oxidative Stability of Kernel Oils from Two Current Subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran. Journal of American Oil Chemistry Society, 85:723–729.

Garez, H., Minaei, S. & Basiri, A. (2003). "The effect of temperature, air velocity and thickness of product layer drying process of pistachio". Jurnal of Agricultural Science of Iran, 8: 23-31.

Jin, Z. T. & Gurtler, J. (2012). Inactivation of Salmonella on tomato stem scars by edible chitosan and organic acid coatings. Journal of Food Protection, 10: 12-21.

Kamil, J., Jeon, Y. & Shahidi, F. (2002). Antioxidative activity of chitosans of different viscosity in cooked comminuted flesh of herring.Food Chemistry, 79:69-77.

Khalid, Z., BeatrizUrsúa, B. & Juan Maté A. (2010). Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. Crop Protection, 29:853-859.

Kong, M., Chen, X. G., Liu, C. S., Yu, L. J., Ji, Q. X., Xue, Y. P., Cha, D. S. & Park, H. (2008). Preparation and antibacterial activity of chitosan microspheres in a solid dispersing system. Frontiers of Materials Science in China. 2: 214–220.

Koshteh, K., (2002). Global pistachio production and marketing challenges. PhD Thesis , University of Guelph,Ontario, Canada, 26–34.

Mexis, S. F., Badeka, A. V., Riganakos, K. A., Karakostas, K. X. & Kontominas, M. G., (2009). Effect of packaging and storage conditions on quality of shelled walnuts. Food Control, 20: 743–751.

Munoz, A., Moret, S. & Garce, S. (2009). Assessment of chitosan for inhibition of Colletotrichum sp. on tomatoes and grapes. Crop Protection, 28 : 36–40.

Sathivel, S., Liu, Q., Huang, J. & Prinyawiwatkul, W. (2007). The influence of chitosan glazing on the quality of skinless pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) fillets during frozen storage. Journal of Food Engineering, 83: 366-373.

Synowiecki, J. & Al-khateeb, N. (2003). Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. LWT-Food science and Technology, 43: 14–5171.

Vanhanen, L. P. & Savage, G. P. (2006). The use of peroxide value as a measure of quality for walnut flour stored at five different temperatures using three different types of packaging. Food Chemistry, 99: 64–69.

Archive of SID

www.SID.ir

Yang, J. & Tsung, M. (2008). Antioxidant properties of chitosan from crab shells. Carbohydrate Polymers, 7: 40– 44.

Tomida, H., Fujii, T., Furutani, N., Michihara, A. & Yasufuku, T. (2009). Antioxidant properties of some different molecular weight chitosans. Carbohydrate Research, 344: 1690–1696.

Wenming, X., Peixin, X. & Qing, L. (2001). Antioxidant activity of water-soluble chitosan derivatives. Food Chemistry, 64:69-77.

Xianghong, M., Lingyu, Y., John, F. & Kennedy, T. (2010). Effects of chitosan and oligochitosan on growth of two fungal pathogens and physiological properties in pear fruit. Carbohydrate Polymers, 10:83-84.

Xiao Fang, L., Xiao Qiang, F., Sheng, Y. & Ting Pu, W. (2010). Effects of MolecularWeight and Concentration of Chitosan on Antifungal Activity Against Aspergillus Niger. Iranian Polymer Journal, 17: 843-852.

Yen, M. T. & Yang, J. H. (2008). Antioxidant properties of chitosan from crab shells.Carbohyd. Polym. 74: 840-844.

Archive of SID

www.SID.ir