

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 ۱/۵ درصد
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	۴/۱۲ ^a	۴ ^{ab}	۳/۶۳ ^b
هفته هشتم	۴/۶۲ ^a	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	۴/۱ ^{ab}	۴/۵ ^a	۴/۲ ^{ab}	۴/۱۲ ^{ab}	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}	۴/۲۳ ^{ab}	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	۴/۶۲ ^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}	۴/۲۵ ^{ab}	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	۴ ^{ab}	۴ ^{ab}	۳/۸۷ ^{ab}

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

بررسی فعالیت ضد قارچی و آنتی اکسیدانی پوشش خوراکی کیتوزان بر مغز پسته

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 ($p > 0.05$). 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 نمی‌توانند وارد سلول شوند؛ ولی اگر بصورت مولکولی وارد سلول گردند، در داخل سلول بصورت یونیزه درآمده و ایجاد بارهای مثبت و منفی می‌کنند و باعث اختلال در عملکرد میکروارگانیسم و در نهایت کشته شدن آن می‌شوند اسید استیک، اسید آلی ضعیفی است که در pH خنثی، بصورت مولکولی (غیر یونیزه) در می‌آید، بنابراین قدرت ورود به سلول میکروارگانیسم‌ها 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، می‌توان گفت بخشی از اثر ضد میکروبی پوشش کیتوزان، مربوط به استیک اسید یک درصدی است که در آماده سازی محلول کیتوزان مورد استفاده قرار گرفته است. در اثر ضد میکروبی غلظت‌های مختلف کیتوزان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که با نتایج کار (Chien *et al.*, 2007) مطابقت دارد. در مورد اثر غلظت کیتوزان بر

خاصیت ضد میکروبی 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) 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 ضد قارچی 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، احتمالاً 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 ۴- 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 ۱/۵ درصد
هفته دوم	۴/۷۵ ^a	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}	۴/۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{ab}
هفته چهارم	۴/۶۲ ^a	۴/۵ ^{ab}	۴/۱۲۵ ^{ab}	۴/۲۵ ^{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.

بودن اندیس تیوباربتوریک اسید همهی تیمارها در طول دوره نگهداری، بیانگر این است که حتی در روزهای آخر دوره نگهداری نیز ترکیبات ثانویه هنوز تشکیل نشده بودند (Mexis *et al.*, 2009). با توجه به اثر ضد اکسایشی 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 ارگانولپتیکی مغز پسته
 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 معمولاً 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

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 از جمله اکسیژن و رطوبت موجود در هوای درون بسته‌بندی و احتمالاً 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.*, 2007; Sathivel *et al.*, 2002) 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 (Synovieký *et al.*, 2003).

اندیس TBA: در اثر واکنش اسید تیوباربتوریک با مالون آلدهید، رنگ قرمزی تولید می‌شود که با دستگاه طیف‌سنج نوری اندازه‌گیری می‌گردد. اندیس تیوباربتوریک 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

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 ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی 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 پسته‌ها پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- بلقیسی، س.، عزیزی، م.، ظهوریان، گ. و هادیان، ز. (۱۳۸۷). ارزیابی خواص فیزیکی فیلم خوراکی پروتئین آب پنیر-مونوگلیسرید و اثر پوشش دهی آن بر افت رطوبت و ویژگی حسی گوشت تازه گوسفند. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. شماره ۳. صفحات ۹۳-۸۳.
- بی نام. (۱۳۸۹). سازمان توسعه تجارت ایران. سایت رسمی صنعت غذای ایران، کانون انجمن‌های صنفی صنایع غذایی ایران. شاخه اقتصادی.
- گازر، ح.، مینایی، س. و بصیری، ع. (۱۳۸۲). تاثیر تغییرات دما، سرعت جابجایی هوا و ضخامت لایه محصول فرایند خشک 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:

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 اکسیژن و رطوبت به بافت محصول و به دام انداختن یون‌های فلزی، از ویژگی‌های مهم و موثر کیتوزان می‌باشد؛ این ویژگی‌ها از رخ دادن واکنش‌های آنزیمی و غیر آنزیمی نامطلوبی که منجر به تغییر رنگ در محصول می‌شود، جلوگیری می‌کند.

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 (گازر 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 جزئی و قابل چشم پوشی در خواص ارگانولپتیکی در تیمارهای مختلف پوشش داده با کیتوزان می‌باشد که با نتایج Cao و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت.

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 rice starch-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., Beatriz Ursúa, 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.

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 Molecular Weight 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. *Carbohydr. Polym.* 74: 840-844.