نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد پنجم، شماره دوم، ۹۲
۱-۱۷
http://ejfpp.gau.ac.ir

یخ پوشانی میگوی منجمد با استفاده از هیدروکلوئید کیتوزان به منظور بهبود ویژگی‌های کیفی آن

سحرالسادات موسوی نسب[۱]، مرضیه موسوی نسب[۲]، غلامرضا مصباحی*[۳]، جلال جمالیان[۴] و یحیی مقصود لو[۵]

[۱]گروه پژوهشی فرآوری آبزیان و دانشیار علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، [۲]دانشیار بخش علوم و صنایع‌غذایی، دانشگاه شیراز، [۳]استادیار بخش علوم و صنایع‌غذایی دانشگاه شیراز، [۴]استاد بخش علوم و صنایع غذایی دانشگاه شیراز، [۵]دانشیار گروه علوم و صنایع‌غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۱۶

چکیده

در این پژوهش، فرآیند یخ پوشانی (لعاب دهی) میگوی منجمد به وسیله محلول کیتوزان به منظور محافظت از میگوی منجمد در برابر تغییرات نامطلوب شیمیایی و فیزیکی، انجام شد. آثار یخ پوشانی با محلول ۲ درصد کیتوزان بر کیفیت میگوی کامل، میگوی خام و میگوی پخته شده (بدون سر، دم و پوسته) در مدت ٦ ماه نگهداری در دمای ۲±۱۸- درجه سانتی‌گراد مورد بررسی واقع گردید و با نمونه‌های میگوی یخ پوشانی شده با آب، تیمار متابی سولفیت سدیم و شاهد مقایسه شد. میزان بازده پس از لعاب‌دهی، افت در اثر انجماد، میزان آبچک، میزان آبچک بعد از پخت، میزان آبچک پس از باز شدن یخ، عدد پراکسید و خصوصیات حسی (رنگ، بو، بافت و پذیرش‌کلی) نمونه‌های میگو در زمان صفر انجماد و پس از ٦ ماه نگهداری به‌صورت منجمد، اندازه‌گیری و ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که فرآیند یخ پوشانی میگو با محلول ۲ درصد کیتوزان به‌عنوان روشی مؤثر در حفاظت از میگوی منجمد عمل می‌کند و این فرآیند در مقایسه با یخ پوشانی با آب، تیمار متابی سولفیت سدیم و شاهد از تأثیر مطلوب تری بر خوردار است.

واژه‌های کلیدی: انجماد، کیتین، آبچک، باز شدن یخ، محصولات دریایی

*مسئول مکاتبه: mesbahi@shirazu.ac.ir

مقدمه

میگو یک محصول بسیار ارزشمند از جنبه تغذیه‌ای و در عین حال بسیار فسادپذیر است. عمر ماندگاری و سلامت آن در طی نگهداری در یخچال و صید، بستگی زیاد به تغییرات آنزیمی و میکروبی دارد (الداگال و همکاران، ۱۹۹۹؛ بنر و همکاران، ۱۹۹٤). یکی از اهداف صنعت غذاهای دریایی، بهبود تکنولوژی‌های نگهداری غذاهای فاسد شدنی و ناپایدار برای رسیدن به محصولات نهایی با کیفیت بهینه است. در میان روش‌های مختلف که امروزه استفاده می‌شوند، مهم‌ترین آنها بر اساس عملکرد دماهای پایین و انجماد می‌باشد که مزه و ارزش تغذیه‌ای را حفظ می‌کند (گونکالوس و همکاران، ۲۰۰۹). گوشت میگو بعد از مرگ همچنان فعال و از لحاظ بیوشیمیایی زنده است. تجزیه ارگانیک یا تغییر ترکیبات میگو ممکن است به وسیله فاکتورهای مختلفی مثل آنزیم‌ها، اکسیداسیون و فعالیت‌های میکروبی انجام گیرد. روش‌هایی که برای نگهداری به کار می‌روند نه تنها باید از فعالیت‌های بیوشیمیایی آنزیم‌ها بلکه از اکسیداسیون نیز جلوگیری کنند. بالاترین کیفیت میگو می تواند با منجمد کردن سریع میگو پس از صید به‌دست آید. میگو به‌صورت عمده بوسیله لعاب دهی با آب و منجمد کردن در منجمد کننده جریان هوا[1] یا به‌صورت انجماد سریع تک تک[2] با استفاده از دی‌اکسید کربن و ازت مایع، منجمد می‌شود (بونسومرج و همکاران، ۲۰۰۷). انجماد یک روش مؤثر نگهداری غذاهای دریایی است، لیکن باید تأکید شود که کیفیت محصول را بهبود نمی‌دهد. کیفیت نهایی محصول به کیفیت غذای دریایی در زمان انجماد و شرایط آن، روش منجمد کردن، سرعت انجماد و باز شدن یخ، دمای نگهداری، نوسانات دما و جابجایی محصول به علاوه دیگر فاکتورها در طی انجماد، سردخانه و توزیع بستگی دارد (بونسومرج و همکاران، ۲۰۰۷؛ گونکالوس و همکاران، ۲۰۰۸). منجمد کردن و نگهداری انجمادی اگر به صورت مناسبی انجام شوند می‌توانند عمر ماندگاری بیش از یک سال را به محصول بدهند (گونکالوس و همکاران، ۲۰۰۳).

مهم‌ترین تغییر کیفیت در طی نگهداری میگوی منجمد، کاهش وزن به علت از دست دادن آب در طی منجمد شدن و نگهداری است که این فاکتور به‌طور مستقیم متناسب با مساحت سطحی است که در معرض انجماد قرار گرفته و می‌تواند به‌وسیله دو روش پوشش دادن سطح میگو با مواد بسته بندی و احاطه کردن محصول با یک لایه نازک یخ[3] کاهش یابد. یخ پوشانی (لعاب دهی) شامل یک پوشش

1- Air blast
2- Individual quick freezing, IQF
3- Ice-glazing or glazing

نازک یخ اســت که ســطح خارجی محصــول را پوشانده و می‌تواند حاوی برخی آنتی‌اکسیدان‌ها باشد. اســتفاده از لعاب یخ برای محصــولات شــیلاتی کوچک و با شکل نامنظم، مانند میگو، زمانی که بدون بسته‌بندی یا درون بسته‌های بالشتکی باشند لازم است (گونکالوس و همکاران، ۲۰۰۹).

فرآیند یخ پوشانی یا لعاب دهی میگو به‌صورت فرو بردن یا اسپری‌کردن محصول با آب (که معمول ترین است ولی گاهی محلول‌های نمک-قند نیز استفاده می‌شوند) برای ایجاد یک لایه نازک یخ انجام می‌شود. هدف از این فرآیند کاهش تأثیر انجماد و نگهداری در سردخانه بر کیفیت محصول است و دلیل دیگر برای انجام لعاب‌دهی این است که اگر محصول تحت سردخانه‌گذاری نامناسب قرار گیرد، آب موجود در لعاب به جای آب بافت محصول تبخیر می‌شود. به علاوه لعاب‌دهی یک راه برای تضمین جلوگیری از کاهش رطوبت به وسیله تصعید در طی نگهداری انجمادی است که یک فاکتور کیفی و اقتصادی مهم در صنعت شیلات است. مقدار لعاب استفاده شده بستگی به فاکتورهای ذیل دارد: زمان لعاب دهی، دمای ماده غذایی، دمای آب، اندازه محصول و شکل محصول (گونکالوس و همکاران، ۲۰۰۹).

کیتوزان نیز یکی از مشتقات بسیار ارزشمند کیتین می باشد که می تواند به عنوان یک نگهدارنده طبیعی قدرتمند به صورت پوشش روی محصولات غذایی استفاده شود. از جهت دیگر مشکلاتی در رابطه با حفظ کیفیت میگو در طی نگهداری در سردخانه و به صورت منجمد وجود دارد. بنابرین هدف اصلی این طرح، استفاده از این ضایعات برای تهیه کیتوزان و به کار بردن آن جهت افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میگوی منجمد که یکی از مهم ترین محصولات صنایع شیلات ایران است.

فان و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر پوشش کیتوزان بر کیفیت و عمر ماندگاری ماهی کپور نقره ای را در طی نگهداری انجمادی ارزیابی کردند. نمونه‌های کنترل و تیمار شده ماهی به طور دوره ای برای تعیین خصوصیات میکروبیولوژیکی (تعداد کل باکتری‌های هوازی)، شیمیایی مختلف و حسی بررسی شدند. نتایج نشان داد که تأثیر پوشش کیتوزان بر نمونه‌های ماهی باعث حفظ خصوصیات کیفی خوب و گسترش دادن عمر ماندگاری در طی نگهداری انجمادی می شود. اوجاق و همکاران (۲۰۱۰) تأثیرات پوشش کیتوزان غنی شده با روغن دارچین را بر کیفیت ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در سردخانه (۱±٤ درجه سانتی‌گراد) در ١٦ روز بررسی کردند. نتایج نشان دادند که تأثیر پوشش مذکور بر نمونه‌ها باعث حفظ بیشتر کیفیت خوب و افزایش زمان ماندگاری در سردخانه شد. گونکالوس و همکاران (۲۰۰۹) از لعاب دهی یخی برای حفاظت میگوی منجمد در برابر تغییرات

کیفیت ناخواسته در طی نگهداری انجمادی استفاده کردند. تأثیرات دمای اولیه میگوی منجمد بر جذب لعاب، زمان لعاب دهی (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ ثانیه) بر جذب لعاب و درصدهای مختلف لعاب بر تغییرات فیزیکی و شیمیایی میگوی منجمد در طی نگهداری مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

میگوی کامل با نام علمی *Penaeus semisulcatus* خریداری شده از مرکز پخش محصولات دریایی تهیه شد. میگوها به ۳ صورت آماده‌سازی شدند: ۱- میگوی کامل (با سر، پوسته و دم)، ۲- میگوی خام (بدون سر، پوسته، دم و روده)، ۳- میگوی پخته (بدون سر، پوسته، دم و روده) تهیه شده با ۵ دقیقه حرارت‌دهی میگو در آب جوش.

استخراج کیتین و تهیه کیتوزان به این صورت انجام شد که از پوسته‌های جدا شده از میگوها جهت استخراج کیتین استفاده گردید. بعد از شستشوی پوسته میگو با مقدار کافی آب، آنها را در دمای ٦٠ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت خشک کرده و توسط آسیاب به قطعات یکنواختی تبدیل شدند. آن گاه به منظور تهیه کیتوزان از کیتین استخراج شده از پوسته میگو، مراحل کانی زدایی (محمود و همکاران، ۲۰۰۷) پروتئین زدایی، رنگ بری (گونکالوس و همکاران، ۲۰۰۳) و دی استیلاسیون طبق روش نو و همکاران (۲۰۰۰) با کمی تغییر، صورت گرفت و در نهایت کیتوزان حاصل در ٦٠ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ ساعت خشک شد تا برای پوشش‌دهی نمونه‌های میگو و آزمایش‌های بعدی استفاده شود. به منظور یخ پوشانی یا لعاب دهی میگوها، مقدار معینی از هر یک از نمونه‌های میگو را در کیسه‌های پلاستیکی از جنس پلی اتیلن با دانسیته بالا ریخته و کیسه‌ها را درون جعبه‌های کارتنی مقاوم به رطوبت قرار داده و در دستگاه منجمد کننده صفحه ای برای ۱ ساعت در دمای ٤٥- درجه سانتی‌گراد منجمد کردیم. سپس میگوها را از بسته‌بندی خارج کرده و برای چند لحظه در محلول کیتوزان ۲ درصد که در استیک اسید ۱ درصد تهیه گردید، قرار دادیم تا لایه‌ای از آن اطراف هر میگو تشکیل شد. میگوها را دوباره به همان صورت بسته‌بندی و در منجمد کننده صفحه‌ای منجمد کرده و سپس در منجمدکننده کشویی ۱۸- درجه سانتی‌گراد برای دوره زمانی شش ماهه آزمایش نگهداری و در زمان صفر، ۱، ۳ و ٦ ماه برای بررسی و انجام آزمایش‌های میکروبی و شیمیایی نمونه برداری شد. نمونه‌های میگوی بدون لعاب دهی به‌عنوان نمونه بدون تیمار و نمونه‌های با لعاب‌دهی آب و میگوهایی که در محلول ۱/۲۵

درصد متابی سولفیت سدیم برای ۱ دقیقه (حداکثر جذب ۱۵۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلو میگو) قرار گرفته بودند به‌عنوان نمونه‌های شاهد در نظر گرفته شدند.

اندازه گیری بازده میگوها پس از یخ پوشانی (لعاب دهی)، باز شدن یخ[1] و اندازه‌گیری افت در اثر انجماد[2]، میزان آبچک[3]، میزان آبچک پس از پخت[4] و پس از باز شدن یخ[5] در زمان صفر انجماد و بعد از ٦ ماه نگهداری میگوها، به وسیله وزن کردن قبل و بعد از لعاب‌دهی، منجمد شدن، باز شدن یخ و پختن با استفاده از فرمول‌های بیان شده در منابع تعیین شدند (ای. او. ای. سی.، ۲۰۰۲؛ بونسومرج و همکاران، ۲۰۰۷؛ جیون و همکاران، ۲۰۰۲؛ ساتیول و همکاران، ۲۰۰۷).

میگوهای منجمد از فریزر خارج و یخ گشایی شدند. سپس از بسته‌بندی خارج و به‌مدت ۲ دقیقه روی یک شبکه توری قرار گرفته تا آب آنها جدا و بعد از آن وزن شدند تا بازده وزنی پس از بازشدن یخ و افت وزنی در اثر آبچک تعیین گردد. همچنین افت وزنی در اثر آبچک پس از پخت و افت وزنی پس از باز شدن یخ نیز اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری عدد پراکسید یا مقدار پراکسید در زمان صفر، ۱، ۳ و ٦ ماه، به‌منظور بررسی اکسیداسیون چربی‌ها در میگو طبق روش فوکس انجام شد (ورولستاد و همکاران، ۲۰۰۰). ابتدا روغن نمونه‌ها به وسیله روش فولچ[6] جداسازی شد (پرز- پالاسیوس و همکاران، ۲۰۰۸) در نهایت مقدار عدد پراکسید به صورت میلی اکی والان اکسیژن فعال در کیلوگرم مقدار نمونه بیان شد.

ارزیابی حسی میگوها توسط یک گروه ارزیاب (۹ نفر بدون دوره آموزش) به روش امتیاز دهی، برای بررسی رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی میگوها در زمان صفر و بعد از ٦ ماه نگهداری انجام شد. درجه بندی نمونه‌ها بدین صورت انجام شد که برای نمونه بسیار خوب امتیاز ۱، خوب ۲، متوسط ۳، نسبتاً بد ٤ و بد ۵ دادند و حد قابل قبول بودن نمونه‌ها تا امتیاز ۳ در نظر گرفته شد (مارتینز- الورز و همکاران، ۲۰۰۹).

1- Thaw yield
2- Freezing loss
3- Drip loss
4- Cooking drip loss
5- Thawing loss
6- Folch

تمامی آزمایش‌ها در سه تکرار انجام و نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش گردیدند. آنالیز به وسیله برنامه بسته آماری SPSS 13 در آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از روش‌های آماری ANOVA و T-Test انجام شد.

نتایج و بحث

درصد افت و بازده وزنی نمونه‌های میگو در جدول‌های ۱، ۲ و۳ نشان داده شده است. مقادیر بازده لعاب‌دهی، نشان‌دهنده مقدار لعاب تشکیل شده اطراف نمونه‌ها پس از انجماد است. به‌دلیل این که در بسته‌بندی میگوها پس از انجماد مقداری برفک ایجاد شده بود، مقادیر افت در اثر انجماد به‌صورت منفی به‌دست آمدند و در طول زمان تفاوت معنی‌داری نداشتند و در نمونه‌های تیمار شده با محلول کیتوزان به‌دلیل جذب بالای آب توسط کیتوزان بسیار منفی‌تر است.

جدول ۱- درصد بازده‌های لعاب‌دهی و پس از باز شدن یخ در تیمارهای لعاب آب و کیتوزان.

نمونه	بازده لعاب دهی		بازده پس از باز شدن یخ	
	زمان (ماه)			
	صفر	٦	صفر	٦
کیتوزان (کامل)	۱۱۹/۸۷±۳/۸٦ ^{Aa}	۱۲۳/۰٦±۱/۹۱ ^{Aa}	۱۰۸/۰۸±۰/۳۵^{Bb}	۱۱۵/۷۳±۰/۷٤ ^{Aa}
آب (کامل)	۱۱۹/۱۰±۳/۹٦ ^{Aa}	۱۱۷/۱۲±۳/۲۵ ^{Ba}	۱۰۲/٤۳±۱/۲۸^{Ca}	۱۰۰/۳٦±۱/۳۱ ^{Ca}
کیتوزان (خام)	۱۱٦/۷۵±۲۰/۰٦ ^{Aa}	۱۱۷/۷۳±۲/۸۵ ^{Ba}	۹۹/٤۳±۰/۵۵ ^{Db}	۱۰۳/۱۱±۱/٤۷ ^{BCa}
آب (خام)	۱۰۳/۵۹±۲/٤٤ ^{Ca}	۱۰۳/۳۹^{Ca} ±۲/۳۸	۹۵/۵±۰/٤٤ ^{Ea}	۹۲/۰۹۹±۲/۰۲ ^{Db}
کیتوزان (پخته)	۱۲۰/۸٦ ±۱/۰۳ ^{Aa}	۱۲۱/۰۲±۰/۹٦^{ABa}	۱۱۲/۰۷±۰/۸٦^{Aa}	۱۰۵/۷۹±۳/۲٤ ^{Bb}
آب (پخته)	۱۰۹/۰۳±۲/٤۵ ^{Ba}	۱۰۷/۷ ±۳/٤٤ ^{Ca}	۹۹/۱۸±۰/۲٤ ^{Da}	۹۵/۱۷±۱/۵۲ ^{Db}

*حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده ها در هر ستون می‌باشد ($P<۰/۰۵$).

جدول ۲- درصد افت‌های انجماد و پس از باز شدن یخ میگوها.

نمونه	افت در اثر انجماد		افت پس از باز شدن یخ	
	زمان (ماه)			
	صفر	٦	صفر	٦
کنترل (کامل)	-۲/٥٤ ±۰/۲٥ Aa	-۲/۷٥ ±۰/۲٦ Aa	۲/۰۱ ±۰/٤۹ Eb	۹/۰۸ ±۰/۱۹ Ba
کیتوزان (کامل)	-۱۹/۸۷ ±۳/۸٦ CDa	-۲٥/۰۲ ±۲/۳۸ Ea	۷/۲۷ ±۰/٤۱ Ca	٦/۰۸ ±۱/٥۱ Ca
سولفیت (کامل)	-۲/٤٦ ±۰/۱۲ Aa	-۲/٤۹ ±۰/۰۸ Aa	۲/٦۸ ±۱/۱۹ DEa	۲/۹۷ ±۰/۳ DEa
آب (کامل)	-۱۹/۱ ±۳/۹٦ CDa	-۱۷/۱۲ ±۳/۲٥ Ca	۱۳/۷٦ ±۱/۱٦ Aa	۱٤/۲۹ ±۱/٤۸ Da
کنترل (خام)	-۰/۸۳ ±۰/۷٦ Aa	-۱/٤٥ ±۰/۱۹ Aa	۳/۱۸ ±۰/۳۲ DEb	٥/۹۳ ±۰/۷٦ Ca
کیتوزان (خام)	-۱٦/۷٥ ±۲/۰٦ Ca	-۱٦/۹٤ ±۲/۲۳ Ca	۱٤/۱٥ ±۱/۲۱ Aa	۱٤/۳۹ ±۰/۳۷ Da
سولفیت (خام)	-۰/۰۸ ±۰/۰۲ Aa	-۰/۱ ±۰/۰٦ Aa	۳/۷۱ ±۱/۲۳ Da	٤/۸۹ ±۲/۱۱ CDa
آب (خام)	-۳/٥۹ ±۲/٤٤ Aa	-۲/۰۲ ±۰/۳۷ Aa	۹/٤٤ ±۰/٤۷ Ba	۹/۷۷ ±۱/٦٦ Ba
کنترل (پخته)	-۰/۲٦ ±۰/۲ Aa	-۰/۱٤ ±۰/۰٥ Aa	۲/۲۲ ±۰/۲۱ Eb	۳/۸۲ ±۰/۰٥ CDEa
کیتوزان (پخته)	-۲۰/۸٦ ±۱/۰۳ Da	-۲۰/۹۹ ±۰/۹٦ Da	٦/۲۲ ±۰/٤٦ Cb	۱۳/۲٦ ±۰/۹ Aa
سولفیت (پخته)	-۰/۲٤ ±۰/۳۳ Aa	-۰/۲٦ ±۰/۳ Aa	۱/۹٦ ±۰/٤ Ea	۱/٦٤ ±۰/۷٥ Ea
آب (پخته)	-۹/۰۳ ±۲/٤٥ Ba	-۹/۰۹ ±۲/٥٦ Ba	۸/۸۷ ±۰/۲۲ Bb	۱۳/۱۸ ±۲/٦۱ Aa

* حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده‌ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ستون می‌باشد ($P<۰/۰٥$).

بازده پس از باز شدن یخ نیز به همین دلیل در نمونه‌های دارای لعاب کیتوزان بیشتر از لعاب آب می باشد. افت آبچک در نمونه‌های تیمار کیتوزان به‌دلیل این که این لعاب، آب بسیاری را جذب کرده بود نسبت به تیمار آب، بیشتر به دست آمد زیرا لعاب کیتوزان با جذب آب به صورت روان در آمده و از سطح میگو جدا شد.

تحقیقات دیگر انجام شده توسط دیگر محققین نشان داده است که لعاب دهی با محلول کیتوزان ۱ درصد باعث بازده بسیار بالاتری در فیله‌های ماهی سالمون صورتی نسبت به لعاب لاکتیک اسید و آب مقطر شد. بازده پس از باز شدن یخ فیله‌های لعاب‌دهی شده با کیتوزان بالاتر از فیله‌های لعاب‌دهی شده با لاکتیک اسید و آب مقطر و بدون لعاب بود. فیله‌های لعاب دهی شده با کیتوزان آبچک کمتری نسبت به لعاب لاکتیک اسید داشت، ولی بیشتر از فیله‌های بدون لعاب و لعاب آب بود (ساتیول و همکاران،

۲۰۰۷). دوان و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که پوشش کیتوزان ۳ درصد باعث کاهش افت در اثر آبچک از ٦/٧٦ درصد در نمونه کنترل تا ۵/۹۳ درصد در نمونه تیمار کیتوزان شد. ماکی (۱۹۹۳) گزارش داد که آبچک در فیله‌های ماهی منجمد به‌دلیل تجمع میوزین در طی نگهداری انجمادی است و بنابراین باعث سفت شدن ماهیچه و آبچک در طی باز شدن یخ می‌شود.

جدول ۳- درصد افت‌های آبچک و آبچک پس از پخت میگوها.

نمونه	افت در اثر آبچک		افت در اثر آبچک پس از پخت	
	زمان (ماه)			
	صفر	٦	صفر	٦
کنترل (کامل)	–	–	۲۵/۷۸ ±٤/۰٦ ^{ABa}	۲۱/٤۷ ±۲۰/۸٦ ^{Aa}
کیتوزان (کامل)	۷/۲۸ ±۰/۲۵ ^{Da}	٦/۲۳ ±۱/٤٦ ^{Da}	۲۱/۷۷ ±۱/٦۳ ^{Ca}	۲۳/٦٦ ±۸/۱۱ ^{Aa}
سولفیت (کامل)	–	–	۲۲/۹٤ ±۲/۸۱ ^{BCa}	۲۲/۵٤ ±٤/۳٤ ^{Aa}
آب (کامل)	۱٤/۷۳ ±۰/۵۸ ^{Aa}	۱٤/۲۹ ±۱/٤۸ ^{ABa}	۲۷/۵۳ ±۲/۳ ^{Aa}	۲۲/۵٤ ±۳/۳٤ ^{Aa}
کنترل (خام)	–	–	۲۸/٤۷ ±۰/٤۸ ^{Aa}	۲۸/۱٦ ±۰/٦۲ ^{Aa}
کیتوزان (خام)	۱٤/۸٤ ±۰/٤۵ ^{Aa}	۱۵/۱٤ ±۰/۹٤ ^{Aa}	۲۳/٦۱ ±۰/٤٤ ^{BCb}	۲۷/٤۹ ±۲/۳۳ ^{Aa}
سولفیت (خام)	–	–	۲٦/٤٤ ±۰/۳۹ ^{ABa}	۲۷/٦۲ ±۱/۳ ^{Aa}
آب (خام)	۹/٦۷ ±۰/۲۵ ^{Ba}	۹/٦ ±۱/٦٦ ^{Ca}	۲۸/۱٤ ±۰/۱۱ ^{Aa}	۲۸/۰۱ ±۳/٤۵ ^{Aa}
کنترل (پخته)	–	–	–	–
کیتوزان (پخته)	٦/٦٦ ±۰/۲ ^{Db}	۱٤/۵۹ ±۰/۹۳ ^{ABa}	–	–
سولفیت (پخته)	–	–	–	–
آب (پخته)	۸/۸۷ ±۰/۲۲ ^{Cb}	۱۲/۱۸ ±۱/۵۵ ^{Ba}	–	–

* حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی‌دار میان داده‌ها در هر ستون می‌باشد ($p<۰/۰۵$).

آبچک همچنین وابسته به دما و سرعت باز شدن یخ است. آهسته بودن باز شدن یخ در ۵ درجه سانتی‌گراد باعث افت مایع بیشتر نسبت به سریع باز شدن یخ در ۲۵ درجه سانتی گراد در آب می‌شود (بیلینسکی و همکاران، ۱۹۷۷). لعاب دهی یک روش خوب برای به حداقل رساندن آبچک و افت است.

لعاب کیتوزان در کاهش افت آب مؤثر بوده و زمان ماندگاری فیله‌های کد[1] را افزایش داد (جیون و همکاران، ۲۰۰۲).

نوسان دما یک مشکل معمول در منجمد کننده‌های تجاری اتاقکی است، اما به دلیل ایجاد برفک زیاد در بسته بندی و ایجاد یک ظاهر بد در محصول باید به حداقل برسد (باک و همکاران، ۱۹۹۹). آبچک فیله‌های منجمد با زمان نگهداری برای هر دو نمونه‌های پوشش دار و بدون پوشش افزایش یافت. آبچک در نمونه‌های منجمد یک فرایند پیچیده است که می‌تواند به‌دلیل تجمع میوزین در طی نگهداری انجمادی باشد و در نتیجه باعث سفت شدن بافت و کاهش ظرفیت نگهداری آب شود (ماکی، ۱۹۹۳). باهواد و همکاران (۲۰۰۸) مقدار زیادی از شکست‌های میوفیبر در فیله‌های سالمون آتلانتیک فوق سرد[2] (٤٥ دقیقه در یک تونل فوق سرد در ۲۵- درجه سانتی‌گراد تا دمای مرکز به ۱/۵- درجه سانتی‌گراد برسد) را به دلیل تشکیل کریستال‌های یخ مشاهده کردند که همچنین باعث کاهش ظرفیت نگهداری آب شد. از آن جایی که پوشش‌های کیتوزان فقط سطح نمونه را پوشانده، نمی تواند مانع از دست دادن ظرفیت نگهداری آب در طی نگهداری انجمادی شود، لیکن می تواند آب خارج شده از ماهیچه به دلیل باز شدن یخ را دوباره جذب و نگه داشته و باعث کاهش آبچک شود. انجماد و یخ گشایی باعث افزایش افت پخت میگو می شود (سرینیواسان و همکاران، ۱۹۹۷).

افت پخت برای میگوی منجمد معمولاً ۳۰-۱۰ درصد است. پخت باعث تغییر خواص کیفی می شود و بر خصوصیات بافتی و ترموفیزیکی میگو (محتوای رطوبت، دانسیته، رسانایی گرمایی، حجم و غیره) تأثیر داشته و باعث افت وزن می شود. این افت بازده در طی پخت یک پیامد اقتصادی مهم دارد. در واقع افت رطوبت به علت کاهش ظرفیت نگهداری آب پروتئین به‌دلیل فشارهایی از طرف چروکیده شدن بافت پیوندی است. پروتئین‌های سارکوپلاسمیک و کلاژن‌های دناتوره شده با حرارت از درون گوشت میگو در طی فرایند پخت خارج شده و بر افت وزن میگو اثر می گذارند (میزوتا و همکاران، ۱۹۹۹؛ نیامنوی و همکاران، ۲۰۰۷).

با توجه به نتایج جدول ٤ مشاهده می کنیم که میزان پراکسید در نمونه‌ها در طول زمان افزایش یافت. در نمونه‌های تیمار کیتوزان کمترین و در نمونه‌های کنترل دارای بیشترین مقدار بود. تیمار لعاب

1- Cod
2- Super-chilled

آب و متا بی سولفیت سدیم نسبتاً مشابه بوده و به طور کلی مقدار پراکسید در نمونه‌های میگوی کامل و دارای پوسته و سر کمتر و در نمونه‌های پخته کنترل و تیمار کیتوزان بیشتر بود.

نتایج مربوط به عدد پراکسید، مطابق با گزارش جیون و همکاران (۲۰۰۲) است که گزارش دادند پوشش کیتوزان بر به تأخیر انداختن تولید محصولات اکسیداسیون اولیه چربی در فیله ماهی هرینگ[1] نگهداری شده در ۱±٤ درجه سانتی‌گراد مؤثر است. عدد پراکسید زیر ۲۰-۱۰ میلی‌اکی والان در کیلوگرم چربی نمونه حد قابل قبول است (هوس، ۱۹۹۵). بنابراین در زمان سه ماه نگهداری نمونه میگوی خام کنترل و در ماه ششم تمامی نمونه‌ها به جز نمونه‌های میگوی کامل با تیمار لعاب کیتوزان و آب و نمونه پخته با تیمار متا بی سولفیت سدیم دارای عدد پراکسید بالاتر از حد مجاز بودند. باک و همکاران (۱۹۹۹) اکسیداسیون چربی قابل توجهی را در طی نگهداری انجمادی میگو در هوای اتمسفر گزارش دادند. در نمونه‌های میگوی کامل، تیمار لعاب کیتوزان و آب و نمونه پخته با تیمار کیتوزان دارای مقدار عدد پراکسید در حد قابل قبول بود. فساد ماهیچه ماهی به علت تغییرات حاصل از واکنش بیولوژیکی مانند اکسیداسیون چربی‌ها، واکنش به‌دلیل فعالیت آنزیم‌های خود ماهی و فعالیت متابولیک میکروارگانیسم‌ها است. این فعالیت‌ها باعث ماندگاری کوتاه مدت ماهی و دیگر محصولات دریایی می‌شود (اراشی سارا و همکاران، ۲۰۰٤). تحقیقات نشان داده اند که اکسیداسیون چربی در ماهی و محصولات آن با استفاده از کیتوزان کم شده است (جیون و همکاران، ۲۰۰۲؛ لوپز- کابالرو و همکاران، ۲۰۰۵؛ ساتیول و همکاران، ۲۰۰۷). پختن گوشت به‌دلیل دناتوره شدن پروتئین و صدمات ساختاری در غشاها در اثر حرارت باعث حساس شدن بیشتر آن به اکسیداسیون چربی نسبت به گوشت خام می شود (گری و همکاران، ۱۹۹٦).

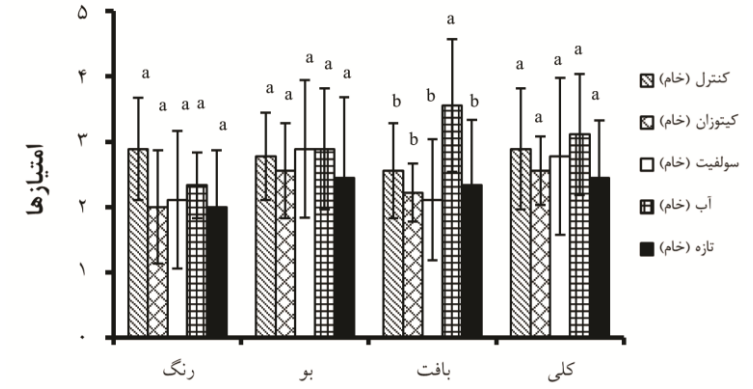
1- Herring

جدول ٤- مقدار عدد پراکسید در نمونه‌های میگو در زمان‌های مختلف بر حسب میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم.

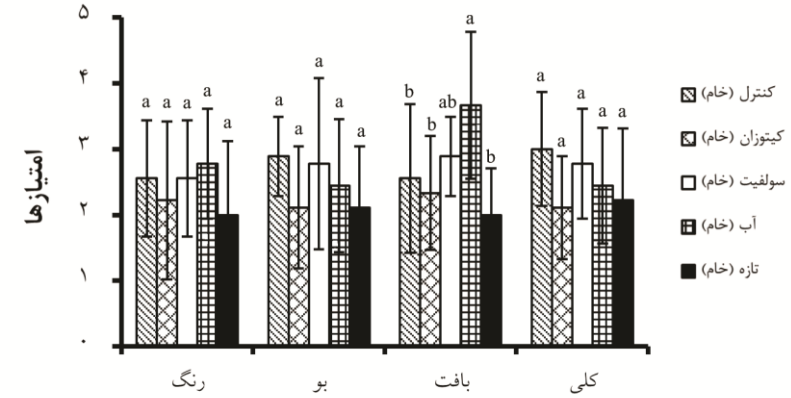
نمونه	زمان (ماه)			
	صفر	١	٣	٦
کنترل (کامل)	١/٨٤ ±٣/١٨ Ac	٩/١٨±٣/١٨ BCb	١٤/٦٩ ±٣/١٨ ABCDb	٢٢/٠٤ ±٥/٥١ BCDEa
کیتوزان (کامل)	١/٨٤ ±٣/١٨ Aa	٩/٦٧ ±٣/١٨ Ca	٧/٣٥ ±٣/١٨ DEa	١١/٠٢ ±٥/٥١ Fa
سولفیت (کامل)	١/٨٤ ±٣/١٨ Ac	٧/٣٥ ±٣/١٨ BCbc	١٢/٨٦ ±٣/١٨ BCDEb	٢٠/٢٠ ±٣/١٨ CDEFa
آب (کامل)	١/٨٤ ±٣/١٨ Ab	٧/٣٥ ±٣/١٨ BCab	١١/٠٢ ±٥/٥١ CDEa	١٢/٨٦ ±٣/١٨ EFa
کنترل (خام)	١/٨٤ ±٣/١٨ Ac	١٢/٨٦ ±٣/١٨ ABb	٢٢/٠٤ ±٥/٥١ Aa	٢٩/٣٩ ±٦/٣٦ BCDEa
کیتوزان (خام)	١/٨٤ ±٣/١٨ Ab	٧/٣٥ ±٣/١٨ BCb	٥/٥١ ±٠/٠٠ Eb	٢٢/٠٤ ±٥/٥١ BCDEa
سولفیت (خام)	١/٨٤ ±٣/١٨ Ac	٩/١٨ ±٣/١٨ BCc	١٨/٣٧ ±٣/١٨ ABCb	٣١/٢٣ ±٦/٣٦ ABa
آب (خام)	١/٨٤ ±٣/١٨ Ac	٩/١٨ ±٣/١٨ BCb	١٤/٧ ±٣/١٨ ABCDb	٣١/٢٢ ±٣/١٨ ABa
کنترل (پخته)	٣/٦٧ ±٣/١٨ Ac	١٦/٥٣ ±٥/٥١ Ab	٢٠/٢٠ ±٣/١٨ ABb	٣٣/٠٦ ±٥/٥١ Aa
کیتوزان (پخته)	٣/٦٧ ±٣/١٨ Ab	٧/٣٥ ±٣/١٨ BCb	١٢/٨٦ ±٦/٣٦ BCDEb	٢٢/٠٤ ±٥/٥١ BCDEa
سولفیت (پخته)	٣/٦٧ ±٣/١٨ Ab	٩/١٨ ±٣/١٨ BCab	١٨/٣٧ ±٦/٣٦ ABCa	١٤/٧ ±٦/٣٦ DEFa
آب (پخته)	٣/٦٧ ±٣/١٨ Ac	١٢/٨٦ ±٣/١٨ ABb	١٤/٦٩ ±٣/١٨ ABCDb	٢٣/٨٨ ±٣/١٨ ABCDa

*حروف کوچک متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده‌ها در هر سطر و حروف بزرگ متفاوت بیانگر تفاوت آماری معنی دار میان داده‌ها در هر ستون می‌باشد ($P<٠/٠٥$).

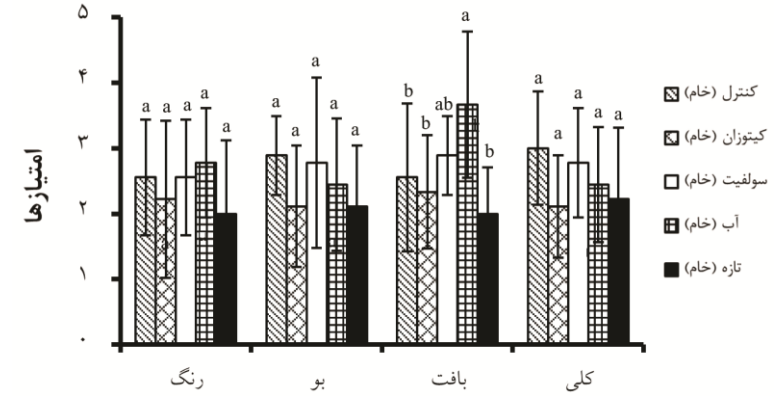
نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های میگوها در شکل‌های ١، ٢ و ٣ نشان داده شده است. ارزیابی حسی تمامی نمونه‌های میگوی از لحاظ رنگ، بو، بافت و بررسی کلی پس از ١١ ماه نگهداری انجمادی با نمونه میگوی کامل تازه اختلاف معنی داری نداشت و همگی به جز نمونه لعاب دهی شده با آب در مورد بافت در حد مطلوب و قابل قبول بودند (امتیازهای بالاتر از ٣ نشان دهنده عدم مطلوبیت نمونه است). عدم مطلوبیت نمونه‌های لعاب دهی شده با آب به دلیل خشک شدن و از بین رفتن بافت گوشت در اثر تولید برفک زیاد درون بسته بندی بود و باعث ایجاد ظاهر نامطلوب گوشت میگو و بافت خشک و چروکیده شد. ارزیابی کلی نمونه‌ها نشان داد که تمامی نمونه‌ها به جز نمونه میگوی کامل با لعاب آب دارای حد قابل قبولی بودند.



شکل ۱- ارزیابی حسی نمونه های میگوی کامل.



شکل۲- ارزیابی حسی نمونه های میگوی خام.



شکل۳- ارزیابی حسی نمونه های میگوی پخته.

نگهداری انجمادی یک روش حفاظتی مهم برای محصولات دریایی است، علی‌رغم اینکه فساد میکروبی، در اثر انجماد، به‌طور مؤثری متوقف می‌شود، کم شدن کیفیت مخصوصاً بافت، عطر و طعم و رنگ همچنان در طی نگهداری انجمادی رخ می‌دهد، برای مثال، فرایند منجمد کردن باعث تغییرات بافت ماهیچه با تشکیل و رشد کریستال‌های یخ، دهیدراته شدن و افزایش غلظت مواد حل شده می‌شود (شنودا و همکاران، ۱۹۸۰).

رنگ میگوهای پخته شده به‌وسیله کاروتنوئید آستازانتین تولید می‌شود که رنگ قرمز خاصی را ایجاد می‌کند. در طی نگهداری، رنگ قرمز کم شده و میگوها به تدریج زردتر می‌شوند. تغییرات رنگ بوسیله فتواکسیداسیون آستازانتین ایجاد می‌شود (کریستوفرسن و همکاران، ۱۹۹۱). اکسیداسیون چربی باعث ایجاد عطر و طعم نا مطلوب می‌شود که بوی آن در طی پوست گیری و حتی در محصولات پوست گیری شده مشخص است (باک و همکاران، ۱۹۹۹).

تغییر رنگ ممکن است به دلیل تشکیل کریستال‌های یخ در طی انجماد باشد که منجر به ایجاد صدمه مکانیکی شدید به غشاهای سلولی و تغییر ترکیبات سلولی مانند دناتوره شدن پروتئین‌ها شود (تیرونی و همکاران، ۲۰۰۷). طبق گزارش سولتوس و همکاران (۲۰۰۸) و رولر و همکاران (۲۰۰۲) اضافه کردن کیتوزان به سوسیس‌ها بو و طعم قابل قبول تری را در مقایسه با نمونه‌های تیمار نشده داشت. به علاوه، لین و چاوو (۲۰۰۱) گزارش دادند که سوسیس‌های کم چربی آماده پخت حاوی کیتوزان از لحاظ کلی دارای درجات قابل قبول بالایی پس از گرم کردن در آون یا سرخ کردن بودند در حالی که آبدار بودن آنها بالاتر از نمونه‌های کنترل بود. انجماد بدون لعاب برای نگهداری میگو به‌مدت کمتر از دو ماه مطلوب است. لیکن، برای نگهداری طولانی مدت تأکید کردند که لعاب‌دهی برای نگهداری کیفیت باکتریایی، شیمیایی و ارگانولپتیک قابل قبول لازم است (جاکوبسن و پدرسن، ۱۹۹۷).

نتیجه‌گیری

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی در این پژوهش، می‌توان به این نکته اشاره کرد که بررسی‌های زمان‌بندی شده نمونه‌های میگوی کامل، خام و پخته با تیمارهای لعاب کیتوزان، لعاب آب، متا بی‌سولفیت سدیم و کنترل نشان دادند که لعاب‌دهی کیتوزان با توجه به قابلیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی آن بر روی سطح میگوها در هر سه نوع نمونه می‌تواند به حفظ کیفیت میگو و افزایش عمر ماندگاری آن به‌صورت منجمد کمک کند. به طور کلی برای حفاظت میگوها در مقابل اکسیداسیون چربی‌ها با توجه به آزمایش‌ها

میزان عدد پراکسید، بهتر است که میگوها به صورت کامل و همراه با پوسته نگهداری شوند، زیرا پوسته در اینجا نقش حفاظتی را در مقابل اکسیژن هوای اطراف میگوها ایفا می کند و از لحاظ میزان عدد پراکسید زمان نگهداری میگو به صورت منجمد، بهتر است کمتر از ٦ ماه باشد. تیمار لعاب دهی آب و متا بی سولفیت سدیم پس از تیمار لعاب کیتوزان تأثیر مثبتی در حفظ کیفیت میگوها در مقایسه با نمونه‌های کنترل داشتند. در آخر ارزیابی حسی تمامی نمونه‌ها پس از یازده ماه نگهداری انجمادی در مقایسه با نمونه‌های تازه نشان داد که از لحاظ حسی تمامی نمونه‌ها به جز نمونه‌های دارای لعاب آب به دلیل تأثیر نامطلوب بر بافت گوشت میگو در حد قابل قبول برای مصرف کنندگان بودند. نتایج حاصل از این پژوهش می تواند ما را در افزایش ماندگاری میگوهای منجمد با پوشش کیتوزان به عنوان یک نگهدارنده طبیعی تولید شده از ضایعات میگو یاری رساند.

منابع

Al-Dagal, M.M. and Bazaraa, W.A. 1999. Extension of shelf life of whole and peeled shrimp with organic acid salts and *bifidobacteria*. Journal of Food Protection, 62:51-56.

AOAC, 2002. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemistry, 17th ed. The Association of Official Analytical Chemistry Inc; Washington, DC.

Arashisara, S., Hisara, O., Kayab, M. and Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*) fillets. International Journal of Food Microbiology, 97:209-214.

Bahuaud, D., Morkore, T., Langsrud O., Sinnes, K., Veiseth, E. and Ofstad, R. 2008. Effects of -1.5ºC super-chilling on quality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) prerigor fillets: Cathepsin activity, muscle histology, texture and liquid leakage. Food Chemistry, 111:9-339.

Bak, L.S., Andersen, A.B., Andersen, E.M. and Bertelsen, G. 1999. Effect of modified atmosphere packaging on oxidative changes in frozen stored cold water shrimp (*Pandalus borealis)*. Food Chemistry, 64:169-175.

Benner, R.A., Miget R., Finne, G. and Acuff, G.R. 1994. Lactic acid/melanosis inhibitors to improve shelf life of brown shrimp (*Penaeus aztecus*). Journal of Food Science, 59:242-250.

Bilinski, E., Jonas, R.E.E., Lau, Y.C. and Gibbard, G. 1977. Treatments before storage affecting thaw drip formation in Pacific salmon. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 34:1431-1434.

Boonsumrej, S., Chaiwanichsiri, S., Tantratian, S., Suzuki, T. and Takai, R. 2007. Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus*

monodon) frozen by air-blast and cryogenic freezing. Journal of Food Engineering, 80:292-299.

Christophersen, A.G., Jun, H., Jùrgensen, K. and Skibsted, L.H. 1991. Photobleaching of astaxanthin and canthaxanthin. Z. Lebensm. Unters. Forsch., 192:433-439.

Duan, J., Cherian, G. and Zhao, Y. 2010. Quality enhancement in fresh and frozen lingcod (*Ophiodon elongates*) fillets by employment of fish oil incorporated chitosan coatings. Food Chemistry, 119:524-532.

Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qui, J., Zhang, Y. and Chi, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. Journal of Food Chemistry, 115:66-70.

Goncalves, A.A., Lopez-Caballero, M.E. and Nunes, M.L. 2003. Quality changes of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) packed in modified atmospheres. Journal of Food Science, 68:2586-2590.

Goncalves, A.A. and Duarte Riberio, J.L. 2008. Optimization of the freezing process of red shrimp (*Pleoticus muelleri*) previously treated with phosphates. International Journal of Refrigerator, 31:1134-1144.

Goncalves, A.A. and Gindri Junior, C.S.G. 2009. The effect of glaze uptake on storage quality of frozen shrimp. Journal of Food Engineering, 90:285-290.

Gray, J.I., Gomaa, E.A. and Buckley, D.J. 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. Meat Science, 43:111-123.

Huss, H.H. 1995. FAO Fisheries Technical Paper No. 348. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy. Quality and quality changes in fresh fish.

Jacobsen, S. and Pedersen W. 1997. Noncontact determination of cold-water prawn ice-glaze content using radiometry. Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologies, Food Science and Technology, 30:578-584.

Jeon, Y.I., Kamil, J.Y.V.A. and Shahidi, F. 2002. Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 20:5167-5178.

Lin, K.W. and Chao, J.Y. 2001. Quality characteristics of reduced-fat Chinese-style sausage as related to chitosan's molecular weight. Meat Science, 59:343-351.

Lopez-Caballero, M.E., Gomez-Guillen, M.C., Perez-Mateos, M. and Montero, P. 2005. A chitosan–gelatin blend as a coating for fish patties. Food Hydrocolloids, 19:303-311.

Mackie, I.M. 1993. The effects of freezing on flesh proteins. Food Reviews International, 9:575-610.

Mahmoud, N.S., Ghaly, A.E. and Arab, F. 2007. Unconventional approach for demineralization of deproteinized crustacean shells for chitin production. American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 3:1-9.

Martınez-Alvarez, O., Lopez-Caballero, M.E., Gomez-Guillen, M.C. and Montero, P. 2009. The effect of several cooking treatments on subsequent chilled storage of thawed deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) treated with

different melanosis-inhibiting formulas. LWT - Food Science and Technology, 42:1335-1344.
Mizuta, S., Yamada, Y., Miyagi, T. and Yoshinaka, R. 1999. Histological changes in collagen related to textural development of prawn meat during heat processing. Journal of Food Science, 64:991-995.
Niamnuy, C., Devahastin, S. and Soponronnarit, S. 2007. Quality changes of shrimp during boiling in salt solution. Journal of Food Science, 72:289-297.
No, H.K., Cho, Y.I., Kim, H.R. and Meyers, S.P. 2000. Effective deacetylation of chitin under conditions of 15 psi/121oC. Journal of Agricultural Food Chemistry, 48:2625-2627.
Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120:193-198.
Perez-Palacios, T. Ruiz, J., Martin, D., Muriel, E. and Antequera, T. 2008. Comparison of different methods for total lipid quantification in meat and meat products. Food Chemistry, 110:1025-1029.
Roller, S., Sagoo, S., Board, R., O'Mahony, T., Caplice, E., Fitzgerald, G., Fogden M., Owen, M. and Fletcher, H. 2002. Novel combinations of chitosan, carnocin and sulphite for the preservation of chilled pork sausages. Meat Science, 62:165-177.
Sathivel, S., Liu, Q., Huang, J. and 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.
Shenouda S.Y.K. 1980. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. Advances in Food Research, 26:275-311.
Soultos, N., Tzikas, Z., Abrahim, A., Georgantelis, D. and Amvrosiadis, I. 2008. Chitosan effects on quality properties of Greek-style fresh pork sausages. Meat Science, 80:1150-1156.
Srinivasan, S., Xiong, Y.L., Blanchard, S.P. and Tidwell, J.H. 1997. Physicochemical changes in prawns (*Machrobrachium rosenbergii*) subjected to multiple freeze–thaw cycles. Journal of Food Science, 62:123-127.
Tironi, V., LeBail, A. and de Lamballerie, M. 2007. Effects of pressure-shift freezing and pressure-assisted thawing on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. Journal of Food Science, 72:381-387.
Wrolstad, R.E. Acree, T.E., Decker, E.A., Penner, M.H., Reid, D.S., Schwartz, S.J., Shoemaker, C.F., Smith, D. and Sporns, P. 2000. Handbook of Food Analytical Chemistry, John Wiley and Sons, Inc, Canada.

EJFPP, Vol. 5 (2): 1-17
http://ejfpp.gau.ac.ir

Ice-glazing of Frozen Shrimp Using Chitosan Hydrocolloid For Improving Its Qualitative Properties

S. Moosavi-Nasab[1], M. Moosavi-Nasab[2], Gh. Mesbahi*[3], J. Jamalian[4] and Y. Maghsoudlou[5]

[1] Seafood Processing Research Group and Associate Professor of Food Science and Technology, College of Agriculture, Shiraz University, Ira, [2]Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Shiraz University, [3] Assistant Prof., Dept. of Food Science and Technology, Shiraz University, [4]Professor, Dept. of Food Science and Technology, Shiraz University,[5]Associate Prof., Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources

Abstract

In this study, ice-glazing process of frozen shrimp by chitosan was applied to protect the frozen shrimp from undesirable chemical and physical changes. The effects of 2% chitosan solution glazing on quality of whole, raw and cooked (without head, tail and shell) shrimps stored at -18±2ºC for 6 months were investigated and compared with water glazing, sodium metabisulfite treatment control. Glazing yield, thaw yield, freezing loss, drip loss, cooking drip loss, thawing loss, peroxide value and sensory characteristic (color, odor, texture and overall acceptance) of shrimp samples were determined and evaluated at o day and 6 months after frozen storage time. The results of this study showed the effectiveness of the glazing process by 2% chitosan solution as a protecting method for frozen shrimps and this process was more desirable in comparison with water glazing, sodium metabisulfite treatment and control.

Keywords: Freezing, Chitin, Drip loss, Thawing, Marine products

*Corresponding author; mesbahi@shirazu.ac.ir