Archive of SID

تاثیر مدت زمان نگهداری در سردخانه بر تغییرات فیزیکی، شیمیایی و حسی میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) پرورشی

امین اوجی‌فرد[1]، مسعود رضائی[*2]، سیدجعفرسیف‌آبادی[3] و عبدالمحمد عابدیان‌کناری[2]

[1] دانشجوی دکتری شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

[2] دانشیار، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

[3] استادیار، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٩/٤/١٣، تاریخ تصویب: ٨٩/١١/٢٤)

چکیده

در این تحقیق اثر زمان نگهداری (١٢٠ روز) در سردخانه (دمای ١٨- درجه سانتیگراد) بر زمان ماندگاری و همچنین ویژگی‌های کیفی میگوی منجمد بررسی شد. نتایج نشان داد که طول مدت نگهداری تاثیر معنی‌داری بر ترکیب لاشه (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر) و ترکیب اسیدهای چرب عضله ندارد ولی با گذشت زمان ظرفیت نگهداری آب[1] (WHC) و pH به همراه شاخص‌های شیمیایی مثل تیوباربیتوریک اسید[2] (TBA) و مجموع بازهای نیتروژنی فرار[3] (TVB-N) دچار تغییرات معنی‌داری شد. با افزایش زمان نگهداری، میزان رطوبت از ٧۴/٨ به ٧١/٣ درصد و WHC از ٩٧/۶ به ٩١/٩ درصد کاهش یافت و pH به سمت قلیایی پیش رفت به طوریکه از ۶/٩٠ به ٧/۴۶ رسید، همچنین میزان TBA و TVB-N بترتیب از ٠/٠٨۶ به ٠/١٢۴ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم و ٧/١۶ به ١١/۵ میلی‌گرم نیتروژن بر ١٠٠ گرم نمونه رسید. تغییرات معنی‌داری در ویژگی‌های بافت و ظاهر کلی میگوها مشاهده شد ولی این محصول حتی بعد از ١٢٠ روز نگهداری در دمای ١٨- درجه سانتیگراد سالم و از نظر حسی قابل قبول بود.

واژه‌های کلیدی: میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) ، ارزیابی حسی، نگهداری در سردخانه، کیفیت

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٩١١-١٢۵٢١۵٩ فاکس: ٠١٢٢-۶٢۵٣۴٩٩

E-mail: rezai_ma@modares.ac.ir

١- Water holding capacity

٢- Thiobarbituric acid

٣- Total volatile basic nitrogen

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فرآورده‌های دریایی منبع مهمی از مواد مغذی بوده که استفاده از آن در رژیم غذایی انسان به میزان زیادی مورد توجه قرار گرفته است، از جمله آنها می‌توان به میگو اشاره نمود که غنی از مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع بلند زنجیر[۱] (HUFA) مثل ایکوزاپنتانوئیک (C۲۰:۵*n*۳) و دوکوزاهگزانوئیک (C۲۲:۶*n*۳) بوده و در جلوگیری از بیماری‌های قلبی نقش دارد (Covington, 2004). در ایران گونه اصلی پرورشی در سالهای اخیر میگوی وانامی[۲] می‌باشد که یکی از گونه‌های مهم پرورشی در جهان به شمار رفته (Briggs *et al.*, 2004) و از سال ۲۰۰۳ به بعد رتبه اول تولید را در بین گونه‌های پرورشی کسب نموده است (FAO, 2009). به منظور ایجاد تنوع گونه‌ای و خروج از تولید تک محصولی گونه سفید هندی[۳] و فراهم آوردن قدرت رقابت بیشتر در بازارهای جهانی موسسه تحقیقات شیلات ایران گونه مورد نظر را انتخاب و در سال ۱۳۸۳ وارد کشور نمود و بدین ترتیب زمینه معرفی و توسعه آن از سال ۱۳۸۵ در استان بوشهر فراهم آمد (پایگاه اطلاع رسانی شیلات ایران، ۱۳۸۸). در کشور ما نیز با توجه به رونق میگو در بازارهای بین المللی و ارزش اقتصادی بالای آن، عمدتاً تمام توجهات و برنامه ریزی‌ها، در زمینه صادرات این محصول معطوف گردیده و البته باید در نظر داشت که این نوع محصولات غالباً بصورت تازه در دسترس نمی‌باشند. بنابراین اتخاذ یک شیوه مناسب که قادر باشد این محصول را با حداقل افت کیفی نگهداری نماید، ضرورت دارد. در این راًستا یکی از متداولترین راهکارها، انجماد است (Boonsumrej *et al.*, 2007). فرایند انجماد نیز خود نیازمند رعایت یکسری فاکتورها است تا افت کیفی را به حداقل ممکن برساند. عضله میگو پس از مرگ از نظر بیوشیمیایی کاملاً فعال بوده و فاکتورهای مختلفی مثل فعالیت‌های باکتریایی و آنزیمی، باعث تجزیه مواد آلی و تغییر در ترکیب عضله آن می‌شود. درنتیجه بلافاصله پس از صید یا برداشت، میگوها باید فوراً منجمد گردند تا کیفیت آنها در حد مطلوب حفظ شود (Boonsumrej *et al.*, 2007). هدف از نگهداری غذاهای دریایی در سردخانه، افزایش طول دوره نگهداری و کاهش فعالیت میکروبی و آنزیمی است که سبب فساد محصول می‌گردد. میگوی منجمد به دلیل قیمت مناسب و طول دوره نگهداری طولانی از ارزش تجاری بالایی برخوردار بوده و تقاضا برای این محصول بسیار زیاد است (Tsironi *et al.*, 2009). مهمترین تغییرات کیفیت که در طول نگهداری میگوی منجمد در سردخانه اتفاق می‌افتد شامل از بین رفتن رنگ، اکسیداسیون چربی، دناتوره شدن پروتئین و تشکیل بلورهای یخ می‌باشد. این فرایندها باعث ازبین رفتن طعم، ترشیدگی، دهیدراسیون، ازدست دادن وزن، کاهش تازگی، آب چک، تغییرات بافتی، افزایش نیتروژن فرار، کاهش ظرفیت نگهداری آب، فساد میکروبی و اتولیز می‌شوند (Tsironi *et al.*, 2009). در این راستا، تحقیقات اندکی در ایران صورت گرفته که ازجمله آنها می‌توان به Ourji (2009) و Moini and Pazira (2004) و اشاره کرد که البته تحقیق آنها بر اساس نگهداری در سردخانه (۱۸- درجه سانتیگراد) میگوهای دریایی (ببری سبز)[۴] و میگوهای پرورشی سفید هندی استوار بوده است. به دلیل اینکه تجارت عمده میگو در جهان بصورت منجمد می‌باشد، در نتیجه تغییرات این محصول با ارزش طی انجماد، می‌تواند تاثیرات منفی بر جنبه اقتصادی آن بگذارد. هدف از این تحقیق، افزودن دانش مربوط به تاثیر انجماد بر ویژگی‌های کیفی عضله میگو می‌باشد تا تولید کنندگان و خرده فروشان این محصول را جهت انتخاب شرایط مناسب نگهداری رهنمود ساخته و درنهایت، محصول به نحو خوشایندتر و مطلوب تری به دست مصرف کنندگان برسد.

مواد و روش‌ها

میگوهای زنده با میانگین وزنی ۰/۱۳± ۱۸/۲ گرم از یک استخر پرورشی در شهر دلوار (استان بوشهر) تهیه و در تانک حاوی آب سرد شده دریا (CSW)[۵] کشته شدند[۶].

۱- Highunsaturated fatty acids (HUFA)

۲- *Litopenaeus vannamei*

۳- *Fenneropenaeus indicus*

٤- *Penaeus semisulcatus*

٥- Cold sea water

٦- Chill-Killed

www.SID.ir

Archive of SID

سپس با آب تمیز شسته شده و در بسته‌های پلی اتیلنی بسته‌بندی گردید. کلیه میگوهای بسته بندی‌شده به شیوه انجماد سریع منجمد گردیده و به همراه یخ با هواپیما در کمترین زمان ممکن (کمتر از ۶ ساعت) به آزمایشگاه شیلات دانشکده علوم دریایی نور (دانشگاه تربیت مدرس) منتقل شدند. پس از انتقال به مدت ۱۲۰ روز در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری شدند و در روزهای مختلف (۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ روز) به منظور مقایسه کیفیت عضله و پارامترهای فساد مورد آزمایش قرار گرفتند. جهت بررسی کلیه آزمایشات، مخلوطی از عضله همگن شده سه میگو از هر تکرار مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، در ابتدا و انتهای دوره اسیدهای چرب عضله سنجش شد.

تجزیه تقریبی عضله میگو

میگوها پس از خارج شدن از فریزر، در دمای ۴ درجه سانتیگراد یخچال قرار می‌گرفتند تا انجمادزدایی گردند. تجزیه تقریبی عضله میگو در زمان‌های تعیین شده آزمایش مطابق با روش استاندارد AOAC (۲۰۰۵) انجام پذیرفت. مقدار رطوبت عضله میگو از اختلاف وزن ۱ تا ۲ گرم گوشت چرخ شده و همگن عضله میگو قبل و بعد از ۱۲ ساعت نگهداری در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد در آون (Honou D-63450، آلمان) مشخص شد. خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی (Nobertherm L5/11/B170، آلمان) در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۶ ساعت، مقدار پروتئین خام با روش کجلدال و با استفاده از دستگاه کلدال اتوماتیک (Tecator 2300 سوئد) تعیین شد. چربی کل نیز از روش سوکسله و با استفاده از دستگاه FOSS (Soxtec 2050، آلمان) و کلروفرم اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری اسیدهای چرب

نمونه چربی میگو با کلروفرم/ متانول استخراج شد (Folch *et al.*, 1957) و اسیدهای چرب با BF_3 در متانول متیله شدند. اسیدهای چرب متیل استر بوسیله n- هگزان استخراج شدند (Metcalfe *et al.*, 1996). برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گازکروماتوگراف (GC) مدل varian CP-3800 (ساخت کشور هلند) مجهز به ستون کاپیلاری از نوع (60 m× 0.25 mm SGE BPX70) و آشکار ساز نوع FID[1] استفاده گردید. دمای آشکار ساز و محل تزریق به ترتیب برروی ۲۶۰ و ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ۱ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. بعد از مدت ۱۰ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه رسانده شد. به مدت ۱۰ دقیقه دما در این درجه باقی ماند و سپس با سرعت ۱ درجه سانتیگراد در دقیقه به دمای ۲۰۰ درجه رسید. پس از یک دقیقه با سرعت ۲۰ درجه سانتیگراد در دقیقه تا دمای ۲۲۰ درجه افزایش یافت. در انتها ستون به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۲۰ درجه باقی ماند تا تمام ترکیبات از آن خارج گردد. در این روش از گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹٪) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹٪) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. آشکارساز دستگاه به گونه‌ای به اسیدهای چرب حساس شده است که در ازاء هر اسید چرب که از ستون خارج می‌شود یک منحنی برابر با مقدار آن در کامپیوتر دستگاه ثبت می‌شود. با مقایسه زمان‌های خروج هر اسید چرب نمونه با زمان‌های خروج اسیدهای چرب استاندارد و همچنین مقایسه سطح زیر منحنی شکل‌ها رسم شده، تک‌تک اسیدهای چرب شناسایی و مقدار آن محاسبه شد. مقادیر اسید چرب به صورت درصد سطح زیر پیک از کل بیان شد (De Castro *et al.*, 2007).

سنجش تیوباربیتوریک اسید (TBA)

مقدار TBA عضله میگو مطابق با روش Pearson (1976) سنجش شد. جهت تعیین میزان تیوباربیتوریک اسید در عضله میگو، میزان ۱۰ گرم نمونه چرخ شده (هر نمونه مخلوطی از عضله همگن شده سه میگو می‌باشد) به بالون تقطیر (هضم) منتقل و بر روی آن ۵۰ سی‌سی آب مقطر اضافه شده و به مدت ۲ دقیقه به هم زده شد. مجدداً ۴۷/۵

۱- flame ionization detector

www.SID.ir

Archive of SID

سی‌سی آب مقطر همراه با ۲/۵ سی‌سی اسیدکلریدریک ۴ نرمال به روی آن اضافه شد. عمل هضم تا زمانیکه ۵۰ سی سی محلول تقطیر شده بدست آید ادامه یافت. بعد ۵ سی سی از محلول تقطیر شده به داخل لوله آزمایش با درپیچ تفلونی منتقل و بر روی آن ۵ سی‌سی معرف تیوباربیتوریک (از حل شدن ۲۸۸/۳ میلی‌گرم تیوباربیتوریک در ۱۰۰ سی‌سی اسید استیک گلاسیال ۹۰ درصد بدست می‌آید) اضافه شد. به منظور تهیه بلانک، ۵ سی‌سی آب مقطر همراه با ۵ سی‌سی معرف تیوباربیتوریک اسید به لوله آزمایش دیگری اضافه شد. لوله‌های آزمایش به مدت ۳۵ دقیقه در حمام آبی در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار گرفته و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در آب سرد خنک گشتند. بعد از آن به کمک دستگاه اسپکتوفتومتری JENWAY 6305 (ساخت کشور انگلستان)، در طول ۵۳۸ نانومتر میزان جذب قرائت شد.

میزان جذب در طول موج ۵۳۸×۷/۸= (میلی‌گرم مالون دی آلدئید در کیلوگرم بافت) میزان تیوباربیتوریک اسید

سنجش مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

اندازه‌گیری TVB-N به روش کلدال و با قرار دادن ۱۰ گرم نمونه بعلاوه ۲ گرم اکسید منیزیم و افزودن ۳۰۰ سی سی آب مقطر داخل بالن و در نهایت جمع آوری بازهای ازته فرار در داخل محلول شامل اسید بوریک ۲ درصد و متیل رد به عنوان شاخص و تیتر محلول زرد رنگ حاصله با اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا حاصل شدن رنگ ارغوانی، انجام شد و به صورت میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه میگو بیان شد (Jeon *et al.*, 2002). میزان بازهای ازته فرار از رابطه زیر محاسبه گردید.

TVB-N = (میزان اسید سولفوریک مصرفی ×۱/۴×۱۰۰)/ وزن نمونه

اندازه‌گیری pH

۱۰ گرم از نمونه میگو هموژن شده و با ۹۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط گردید و pH نمونه با کمک دستگاه pH متر دیجیتالی (SP-vol آلمان) که در pH ۴ و ۷ استاندارد شده بود، اندازه‌گیری شد (Tsironi *et al.*, 2009).

ظرفیت نگهداری آب (WHC)

ظرفیت نگهداری آب از طریق سانتریفیوژ کردن بدست آمد (Cheng *et al.*, 1979). به‌این ترتیب که بند پنجم و ششم شکمی با هم جدا شده و با دستمال کاغذی کاملاً خشک شدند. سپس وزن شده (W1) و درون تیوپ های سانتریفیوژ یخچال‌دار (HERMLE Z36 Hk، آلمان) قرار داده شدند و با دور g ۲۸۰۰۰ در دمای ۴ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. نمونه‌ها از درون تیوپ خارج شده و با دستمال کاغذی خشک شدند و وزن نهایی (W2) آنها یادداشت شد. ظرفیت نگهداری آب به صورت درصد و از طریق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$WHC = \{1-[(W1-W2)/W1]\} \times 100$$

ارزیابی حسی

شاخص‌های ارزیابی حسی با روش ۱۰ امتیازی و به وسیله ۱۰ نفر ارزیاب نیمه آموزش دیده (۳ نفر زن و ۷ نفر مرد) اندازه‌گیری شد (جدول ۱). افراد از میان دانشجویانی انتخاب شدند که در پروژه‌های قبلی ارزیابی حسی دیگر دانشجویان شرکت فعال داشتند (حداقل ۲ بار این کار را قبلاً انجام داده بودند). سعی شد در طول آزمایش افراد ثابت باشند و در صورتی که بعضی از افراد غیبت داشتند دانشجویانی که دارای شرایط بالا بودند جایگزین آنها می‌شد. مطالعات ویژگی‌های حسی شامل پذیرش کلی (شامل رنگ)، بو و بافت میگو بود. امتیاز هریک از ویژگی‌ها به صورت زیر انجام پذیرفت: ۱۰-۹ برای عالی، ۸-۷ برای خوب، ۵-۶ برای نسبتا خوب تا قابل پذیرش، ۳-۴ برای ضعیف و ۱-۲ برای خیلی ضعیف. در درجه بندی از روش اصلاح شده Reilly *et al.* (1987) استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ١- معیار جهت اندازه‌گیری فاکتورهای حسی مورد آزمون

نمره	بافت	بو	ظاهر کلی
١٠	محکم، الاستیک، بدن و پوسته سخت	بوی جلبک دریایی، خاص گونه	سر بطور کامل به بدن چسبیده، سر، دم و بدن با رنگ ویژه.
٩	هنوز محکم، قدری الاستیک	قدری بوی جلبک دریایی	سر هنوز به بدن متصل. سر، دم و بدن با رنگ ویژه.
٨	پوسته و بدن قدری نرم	خصوصیات ناچیزی از بوی گونه	سر، بدن و دم قدری محوشدگی در رنگ دارند.
٧	پوسته و بدن قدری نرم	عادی تا بی بو	سر، بدن و دم قدری محوشدگی در رنگ دارند.
٦	پوسته و بدن قدری نرم	قدری بوی آمونیاک	قدری شل شدگی کاراپاس، سر با تعدادی لکه‌های سیاه. بدن و دم دارای لکه‌های سیاه روشن همراه با محوشدگی در رنگ را دارد.
٥	پوسته و بدن نرم	بوی اوره	سر اغلب بطور کامل سیاه و قدری گشاد، دم دارای بی رنگی مشخص.
٤	پوسته و بدن نرم	سولفید-تندی	سر اغلب بطور کامل تیره و گشاد، بدن و دم دارای رنگ سیاه.
٣	بدن اسفنجی شکل	آمونیاکی-سولفید	سر بطور کامل تیره و قدری از بدن جداشده، بدن و دم دارای رنگ سیاه.
٢	بدن اسفنجی شکل	سولفید شدید	سر بطور کامل تیره و قدری از بدن جداشده، بدن و دم دارای رنگ سیاه تیره.
١	خیلی نرم، پوسته کاغذی، خمیر مانند	بوی آمونیاک شدید و مدفوع	سر بطور کامل تا قدری از بدن جدا شده و بطور کامل سیاه، بدن و دم دارای رنگ سیاه تیره.

تجزیه و تحلیل آماری

از نرم افزار SPSS (16.0) برای تجزیه و تحلیل آماری دادهها استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگراف- اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) بررسی شد و از آزمون لون (Leven) برای همگنی واریانس استفاده شد. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌داری هر یک از شاخص‌های شیمیایی و فیزیکی، از روش تجزیه واریانس یک طرفه و با آزمون LSD (سطح معنی داری ٠/٠٥)، مقایسه میانگین‌های هر شاخص در زمان نگهداری (٠، ٣٠، ٦٠، ٩٠، ١٢٠ روز) محاسبه شد. برای بررسی ارتباط بین صفات و معنی‌داری آنها از آزمون همبستگی دوگانه استفاده گردید. برای بررسی وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین شاخص‌های حسی در روزهای مورد مطالعه از آزمون کوروسکال-والیس و تست من ویتنی یو (Kruskal Wallis & Mann Whitney U) استفاده شد. همچنین جهت بررسی و مقایسه اسیدهای چرب اول دوره با انتهای دوره از آزمون T- غیرجفتی استفاده گردید.

نتایج

آنالیز شیمیایی ترکیب عضله

نتایج آنالیز شیمیایی ترکیب عضله میگوی وانامی نگهداری شده به مدت ١٢٠ روز در در دمای ١٨- درجه سانتیگراد نشان داد که افزایش زمان ماندگاری تاثیری بر میزان پروتئین، خاکستر و چربی ندارد ولی با گذشت زمان بدلیل کاهش میزان رطوبت محصول، میزان ماده خشک آن افزایش یافت ($P<٠/٠٥$) (جدول ٢).

اسیدهای چرب

نگهداری کوتاه مدت میگو در دمای ١٨- درجه سانتیگراد، تاثیر معنی‌داری بر ترکیب اسیدهای چرب آن نداشت (جدول ٣). اگرچه میزان PUFA، MUFA، n-3 و n-6 کاهش یافت، اما این کاهش معنی‌دار نبود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین ترکیب عضله میگوی وانامی (*L. vannamei*) بعد از ۱۲۰ روز نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

روز/شاخص	رطوبت (٪)	ماده خشک (٪)	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)
روز صفر	۷۴/۸±۰/۵۳^{a}	۲۵/۱±۰/۵۳^{c}	۲۱/۰±۰/۵۰	۱/۶۳±۰/۰۶	۱/۵۳±۰/۰۳
روز ۳۰	۷۳/۱±۰/۴۰^{b}	۲۶/۸±۰/۴۰^{b}	۲۱/۲±۰/۴۴	۱/۶۶±۰/۱۳	۱/۶۰±۰/۰۸
روز ۶۰	۷۳/۴±۰/۳۱^{b}	۲۶/۵±۰/۵۴^{b}	۲۱/۴±۰/۱۵	۱/۵۶±۰/۰۳	۱/۵۵±۰/۰۴
روز ۹۰	۷۳/۶±۰/۰۴^{b}	۲۶/۳±۰/۰۴^{b}	۲۰/۶±۰/۲۴	۱/۵۶±۰/۰۱	۱/۶۰±۰/۰۳
روز ۱۲۰	۷۱/۲±۰/۲۵^{c}	۲۸/۷±۰/۲۵^{a}	۲۱/۴±۰/۲۹	۱/۵۸±۰/۰۷	۱/۴۹±۰/۰۲

میانگین± SE ۳ تکرار، عدم وجود حروف در ستون ها نشان دهنده معنی‌دار نبودن اختلافات در پارامترهای مذکور می باشد ($P>۰/۰۵$).

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیب اسیدهای چرب عضله میگوی وانامی (*L. vannamei*) بعد از ۱۲۰روز نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد (بر حسب درصد)

اسیدهای چرب (٪)	اسیدهای چرب	روز صفر	روز ۱۲۰
مریستیک	C14:0	۰/۳۳±۰/۰۰۵	۰/۳۳±۰/۰۰۳
پالمیتیک	C16:0	۲۰/۵±۰/۱۲۲	۲۰/۴±۰/۱۲۵
پالمیتولئیک	C16:1*n*7	۱/۱۲±۰/۰۴۸	۱/۰۱±۰/۰۱۸
هپتا دکانوئیک	C17:0	۱/۳۰±۰/۰۱۷	۱/۲۸±۰/۰۰۸
هپتا دکنوئیک	C17:1*n*7	۰/۳۱±۰/۰۰۷	۰/۳۱±۰/۰۰۶
استئاریک	C18:0	۱۱/۰±۰/۰۹۵	۱۰/۹±۰/۰۴۸
اولئیک	C18:1*n*9	۱۹/۷±۰/۵۶۰	۱۸/۶±۰/۱۴۱
واکسنیک	C18:1*n*7	۲/۸۹±۰/۰۰۸	۲/۸۷±۰/۰۱۵
لینولئیک	C18:2*n*6	۶/۹۹±۰/۲۱۰	۶/۷۶±۰/۰۷۵
آلفالینولنیک	C18:3*n*3	۰/۵۰±۰/۰۳۵	۰/۴۶±۰/۰۰۶
ایکوزنوئیک	C20:1*n*9	۰/۵۴±۰/۰۱۱	۰/۵۳±۰/۰۱۲
ایکوزا دی انوئیک	C20:2*n*3	۱/۰۲±۰/۰۲۴	۱/۰۳±۰/۰۱۲
آراشیدونیک	C20:4*n*6	۲/۶۶±۰/۰۳۰	۲/۶۹±۰/۰۳۳
ایکوزاپنتانوئیک[1] (EPA)	C20:5*n*3	۱۱/۱±۰/۳۹۵	۱۰/۷±۰/۰۷۵
دوکوزاهگزانوئیک[2] (DHA)	C22:6*n*3	۱۶/۵±۰/۴۷۸	۱۶/۹±۰/۰۵۵
مجموع اسیدهای چرب اشباع	∑SFA[3]	۳۳/۱±۰/۲۱۶	۳۲/۹±۰/۱۷۸
مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع	∑MUFA[4]	۲۴/۶±۰/۵۴۷	۲۳/۴±۰/۱۸۵
مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع	∑PUFA[5]	۳۸/۹±۰/۲۴۲	۳۸/۶±۰/۲۳۵
مجموع اسیدهای چرب سری امگا۳	∑*n*-3	۲۸/۲±۰/۱۲۵	۲۸/۱±۰/۱۳۳
مجموع اسیدهای چرب سری امگا۶	∑*n*-6	۱۰/۶±۰/۱۸۸	۱۰/۴±۰/۱۰۵
مجموع اسیدهای چرب سری امگا ۳ به امگا۶	∑*n*-3/*n*-6	۲/۶۴±۰/۰۴۵	۲/۶۸±۰/۰۱۵
مجموع دوکوزاهگزانوئیک و ایکوزاپنتانوئیک	∑EPA+DHA	۲۷/۷±۰/۱۴۰	۲۷/۷±۰/۱۳۰

میانگین± SE ۳ تکرار، عدم وجود حروف در ستون ها نشان دهنده معنی‌دار نبودن اختلافات در پارامترهای مذکور می باشد ($P>۰/۰۵$).

۱- Eicosapentanoic acid

۲- Decosahexanoic acid

۳- Saturated Fatty Acids

٤- Monounsaturated Fatty Acids

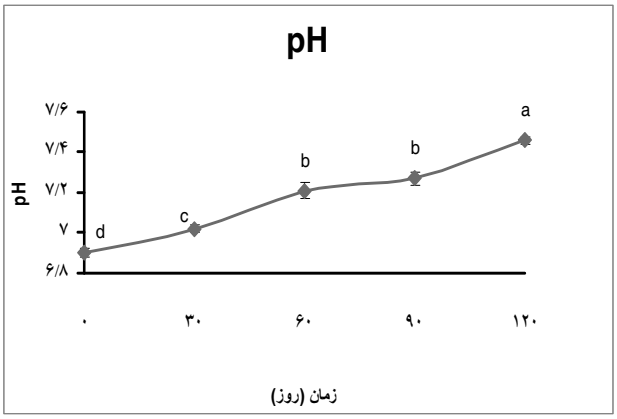
۵- Polyunsaturated Fatty Acids

www.SID.ir

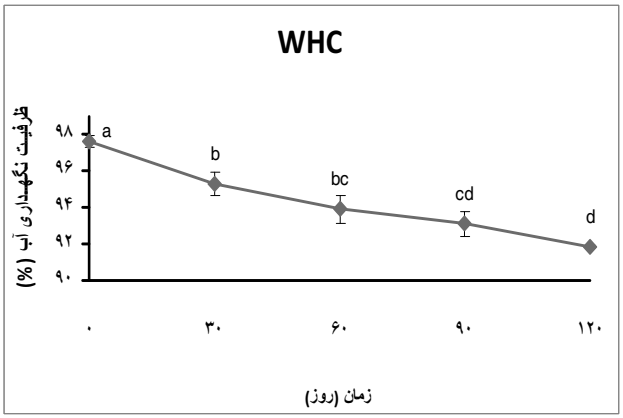
Archive of SID

تغییرات فیزیکی و شیمیایی عضله

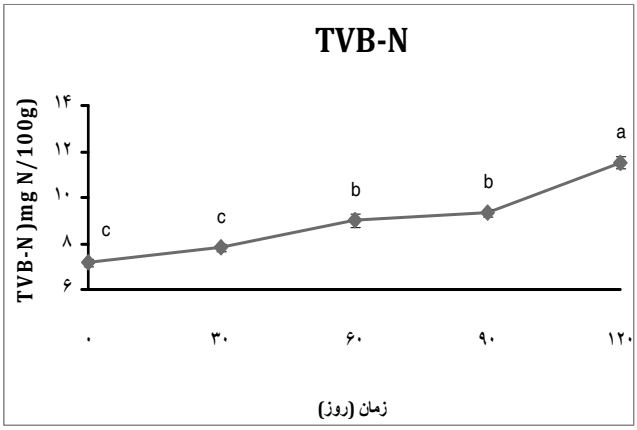
شکل های ۱ تا۴ روند تغییرات فیزیکی و شیمیایی در عضله میگو، در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد را نشان می‌دهد. بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب در روز صفر بود و با گذشت زمان میزان آن کاهش یافت به طوریکه در پایان روز ۱۲۰، به کمترین میزان خود رسید. نتایج همبستگی دوگانه (جدول ۴) بین میزان رطوبت و ظرفیت نگهداری آب نشان داد که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین این دو پارامتر وجود دارد. میزان pH نیز با گذشت زمان از حالت اسیدی-خنثی به حالت قلیایی درآمد (شکل ۱). همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود میزان TVB-N در ابتدای دوره ۷/۱۶ بود که با افزایش طول دوره نگهداری افزایش معنی‌داری *($P<۰/۰۵$)* از خود نشان داد به طوریکه بیشترین میزان آن در انتهای دوره (روز ۱۲۰) بود که به میزان ۱۱/۵ رسید. میزان تیوباربیتوریک اسید (TBA) که به عنوان شاخص مرحله دوم اکسیداسیون چربی است افزایش معنی‌داری از ابتدای دوره (۰/۰۸۶) تا انتهای دوره (۰/۱۲۴) داشت (شکل ۴).



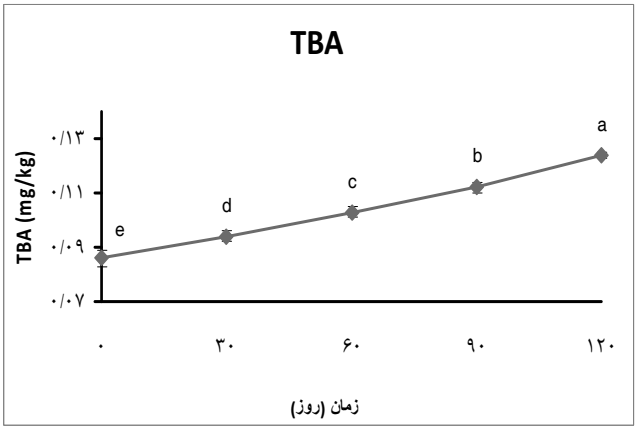
شکل ۱- تغییرات pH در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد



شکل ۲- تغییرات ظرفیت نگهداری آب (WHC) در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد



شکل ۳- تغییرات TVB-N (برحسب میلی‌گرم نیتروژن در ۱۰۰ گرم نمونه میگو) در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد



شکل ۴- تغییرات TBA (برحسب گرم مالون دی آلدئید به ازای هر کیلوگرم بافت میگو) در زمان‌های مختلف نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- نتایج ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی عضله میگوی وانامی (*L. vannamei*)

	WHC	رطوبت	pH	TVB-N
WHC	۱	۰/۷۱۰**	۰/۸۷۳**	۰/۸۷۰**
رطوبت		۱	۰/۷۰۹**	۰/۷۹۷**
pH			۱	۰/۹۱۵**
TVB-N				۱

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی فیله‌ها در ۳ بخش بافت، بو و ظاهر کلی به روش ۱۰ امتیازی انجام گرفت (جدول ۵). نتایج نشان داد که با گذشت زمان بافت، بو و ظاهرکلی محصول، دچار تغییرات معنی‌داری شده و از کیفیت آنها کاسته شد. نتایج ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه شاخص‌های ارزیابی حسی میگوی وانامی نشان داد که بین هر سه پارامتر حسی بافت، بو و پذیرش کلی ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۵-نتایج ارزیابی حسی میگوی وانامی (*L. vannamei*) در طی نگهداری

زمان/شاخص	بافت	بو	ظاهر کلی
روز صفر	۱۰/۰±۰/۰۰^{a}	۱۰/۰±۰/۰۰^{a}	۱۰/۰±۰/۰۰^{a}
روز ۳۰	۹/۰۰±۰/۰۰^{b}	۹/۴۰±۰/۱۶^{b}	۹/۳۰±۰/۱۵^{b}
روز ۶۰	۹/۰۰±۰/۲۱^{bc}	۸/۸۰±۰/۲۰^{bc}	۸/۸۰±۰/۲۰^{b}
روز ۹۰	۸/۷۰±۰/۱۵^{bc}	۸/۴۰±۰/۱۶^{cd}	۷/۶۰±۰/۱۶^{c}
روز ۱۲۰	۸/۵۰±۰/۱۶^{c}	۸/۱۰±۰/۷۳^{d}	۷/۰۰±۰/۲۱^{c}

جدول ۶- نتایج ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه شاخص‌های ارزیابی حسی میگوی وانامی (*L. vannamei*)

	بافت	بو	ظاهر کلی
بافت	۱	۰/۴۵۴**	۰/۶۲۸**
بو	۰/۴۵۴**	۱	۰/۷۶۶**
ظاهر کلی	۰/۶۲۸**	۰/۷۶۶**	۱

بحث و نتیجه‌گیری

بهداشت غذا و کیفیت حسی فرآورده‌های دریایی دو فاکتور نگران کننده برای مصرف کنندگان این محصولات می‌باشد، به همین دلیل اندازه‌گیری تاثیرات روشهای مختلف نگهداری بر ویژگی‌های کیفی غذاهای دریایی، حائز اهمیت می‌باشد. هدف از نگهداری منجمد فرآورده‌های دریایی، افزایش زمان ماندگاری و کاهش فعالیت آنزیمی و

www.SID.ir

Archive of SID

میکروبی به منظور جلوگیری از فساد و حفظ کیفیت مطلوب این محصولات می‌باشد (Sikorski *et al* 1990،). از طرفی تاثیر انجماد بر ویژگی‌های نهایی محصول به اثبات رسیده است. برای مثال، تغییرات در ویژگی‌های خوراکی به فاکتورهای بسیاری مانند انجماد، سرعت انجمادزدایی و دمای نگهداری بستگی دارد (Sikorski *et al* 1990). هنگامی که موجود آبزی می‌میرد، آنزیم‌های داخلی و باکتریایی شروع به تخریب بافت بدن می‌کنند تا آنجا که باعث کاهش تازگی محصول شده و در نهایت غیرقابل مصرف گردد (Haard, 2002). برای رفع این مشکل محصول را باید یا منجمد کرد و یا در یخ و یخچال نگهداری کرد. از میان این روشها، انجماد برای نگهداری طولانی مدت موثرتر می‌باشد (Santos-Yap, 1995).

از جمله تغییراتی که در طی نگهداری میگو بصورت منجمد می‌تواند بروز نماید اکسیداسیون اسیدهای چرب و گسترش تندی اکسیداتیو است که منجر به کاهش اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب غیراشباع می‌گردد (Reddy *et al.*, 1981). روند تغییرات اسیدهای چرب اشباع (SFA)، اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA)، اسیدهای چرب *n*-۳ و اسیدهای چرب *n*-۶ و اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره طولانی (HUFA) در عضله میگوهای نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد بیانگر این مطلب است که مقادیر آنها در عضله میگوی وانامی در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری در طی دوره نگهداری، کاهش معنی‌داری نیافت. Reddy *et al*. (1981) با بررسی اثرات نگهداری در سردخانه بر روی اکسیداسیون اسیدهای چرب میگوی روزنبرگی[1] نشان دادند که میزان اسیدهای چرب بویژه اسیدهای چرب چند غیراشباع در طول دوره نگهداری در سردخانه در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. در تحقیقی دیگر، Bottino et al. (1979) ترکیب اسید چرب میگوی *Penaeus aztecus* را در دو حالت یکی نگهداری در یخ به مدت ۱۸ روز و دیگری نگهداری در سردخانه به مدت ۱۸۳ روز بررسی کردند که در طی این مدت هیچ تفاوت قابل ملاحظه‌ای در ترکیب اسیدهای چرب مشاهده نکردند که با داده‌های این تحقیق مطابقت می‌کند.

فساد اکسیداتیو عضله میگوی وانامی در طول دوره نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد با اندازه‌گیری TBA (تیو باربیتوریک اسید) مشخص گردید. تیوباربیتوریک اسید (TBA) یکی از شاخص‌های اندازه‌گیری اکسیداسیون چربی‌ها بر اساس محتوی مالون دی آلدئید می‌باشد. مالون دی آلدئید توسط هیدروپرکسیدهایی تشکیل می‌شود که حاصل واکنش اولیه اسیدهای چرب با اکسیژن می‌باشند (Fernandez *et al.*, 1997; Kostaki *et al.*, 2009). در محصولات با کیفیت عالی، شاخص TBA باید کمتر از ۳ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم و در محصولات با کیفیت خوب نباید بیشتر از ۵ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم باشد. میزان ۷-۸ میلی‌گرم مالون دی آلدئید بر کیلوگرم نشان دهنده غیرقابل مصرف بودن محصول می‌باشد (Cadun *et al.*, 2005). آثار معنی‌داری از زمان نگهداری در سطح ۰/۰۵ در میزان TBA عضله میگو مشاهده شد (شکل ۴). به عبارتی با پیشرفت زمان نگهداری (از ابتدا تا روز ۱۲۰ نگهداری) و براساس تجزیه واریانس یکطرفه، مقدار TBA عضله افزایش معنی‌داری را نشان داد، به نحوی که در هر تیمار کمترین میزان TBA مربوط به زمان ابتدایی (۰/۰۸۶) و بیشترین آن مربوط به روز ۱۲۰ نگهداری (۰/۱۲۴) بود. اما در مجموع عضله میگوی وانامی در طی زمان نگهداری پایدار بوده و فساداکسیداسیونی چربی عضله که با اندازه‌گیری مقادیر تیوباربیتوریک اسید در عضله میگو سنجش شد، در تمام تیمارهای زمانی کمتر از ۰/۱۲۴ میلی‌گرم مالون دی آلدئید به ازای هر کیلوگرم بافت بود. افزایش ناچیز TBA از روز صفر تا ۱۲۰ نگهداری (۰/۰۸۶ تا

۱- *Macrobrachium rosenbergii*

www.SID.ir

Archive of SID

۰/۱۲۴) نشان داد که اکسیداسیون اولیه لیپید کمتر از سطح ترشیدگی[۱] بوده و این موضوع از طریق ارزیاب ها نیز به اثبات رسید. از طرفی دیگر، Jeong *et al*. (1990) بیان نمودند که نسبت مجموع مقادیر EPA وDHA به اسید پالمیتیک (EPA+DHA/ C16:0) شاخص خوبی برای اندازه‌گیری اکسیداسیون چربی است، که در این مطالعه میزان آن در پایان آزمایش (۰/۸۳) نسبت به شروع آزمایش (۰/۸۰) بیشتر بود ولی این میزان معنی‌دار نبود. در تحقیقی تاثیر میزان و منبع چربی جیره به همراه ویتامین E بر تغییرات کیفی چربی عضله میگوی سفید هندی نگهداری شده در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار گرفت و پس از ۱۸۰ روز نگهداری، محدوده ۰/۱۲۲ تا ۰/۲۰۲ میلی‌گرم مالون دی آلدئید به ازای هر کیلوگرم بافت میگو بدست آمد که با داده‌های این تحقیق مطابقت دارد (Ouraji, 2009).

بین شاخص TVB-N با تازگی میگو نیز ارتباط معنی‌داری وجود دارد (Mendes, 2006; Mendes *et al.*, 2005) به طوری که اگر این شاخص کمتر یا مساوی ۲۰ میلی‌گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم گوشت باشد نشان دهنده‌این است که محصول کاملاً تازه است. میزان کمتر ویا مساوی ۳۰ قابل پذیرش بودن محصول را نشان می‌دهد و چنانچه‌این مقدار بیشتر از ۴۰ باشد نشان دهنده نامناسب بودن محصول برای مصرف کننده است همچنین میزان آن برای میگوهای یخ زده نباید بیشتر از ۳۰ باشد (Boonsumrej *et al.*, 2007). در تحقیق حاضر نیز میزان TVB-N با گذشت زمان افزایش معنی‌داری یافت ولی در انتهای دوره نگهداری به ۱۱/۵رسید که با حد بحرانی TVB-N برای میگو فاصله زیادی داشت. در تحقیقی تاثیر شرایط مختلف دمایی (۵-، ۸-، ۱۲-، و ۱۵- درجه سانتیگراد) به مدت ۳۰۰ روز بر زمان ماندگاری میگوی یخ زده مورد بررسی قرار گرفت (Tsironi *et al.*, 2009). میزان TVB-N بدست آمده طی۳۰۰ روز در محدوده ۶ تا ۲۳ میلی‌گرم نیتروژن بر ۱۰۰ گرم نمونه میگو بود که با داده‌های این تحقیق که در محدوده ۷/۱۶ تا ۱۱/۵ پس از گذشت ۱۲۰ روز است مطابقت می‌کند. Concalves and Gindri Junior (2009) نیز با یخ پوشی[۲] میگوها و نگهداری آنها به مدت ۱۸۰ روز در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد به نتایج مشابهی (محدوده ۷ تا ۱۵) دست یافتند. از آنجا که افزایش TVB-N درارتباط با فساد باکتریایی و فعالیت آنزیم‌های درونی است (Vareltzis *et al.*, 1997) و با توجه به میزان پایین این پارامتر در نمونه‌های نگهداری شده در سردخانه، بنظر می‌رسد که دمای نگهداری جهت حفظ محصول مناسب است.

محتوای آب غذاهای دریایی نه تنها به دلایل اقتصادی مهم بوده بلکه برای تضمین ویژگی‌های حسی و کیفیت نهایی محصول نیز مهم می‌باشد (Xiong, 1997). یکی از فرایندهای بیوشیمیایی که باعث تاثیر بر بافت، بو و رنگ محصول می‌شود دناتوره شدن پروتئین است (Xiong, 1997). کاهش ویژگی‌های کارکردی[۳] پروتئین را می‌توان از طریق بررسی ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیتی، قابلیت تشکیل ژل و امولسیفیکیشن ارزیابی کرد (Xiong, 1997). میزان ظرفیت نگهداری آب و رطوبت نمونه‌ها در تحقیق حاضر طی زمان نگهداری کاهش معنی‌داری یافت که در این میان ظرفیت نگهداری آب قابل ملاحظه است به طوری که میزان آن از ۹۷/۶ درصد در ابتدای دوره به ۹۱/۹ درصد در انتهای دوره رسید (شکل ۲). Diaz-Tenorio *et al*. (2006) نیز در بررسی خود در ارتباط با روشهای مختلف انجماد بر ویژگی های بافتی میگوی وانامی به نتایج مشابهی (محدوده ۹۵ تا ۹۷ درصد) دست یافتند. علاوه بر TVB-N سطح pH نیز به عنوان شاخصی برای کیفیت میگو بکار می‌رود (Hui *et al.*, 2004). در تحقیق حاضر با گذشت

۱- Rancidity

۲- Glazing

۳- Functional

www.SID.ir

Archive of SID

زمان pH نمونه‌ها به سمت قلیایی شدن تغییر کرد (از ۶/۹۰ به ۷/۴۶ رسید) با اینحال میزان آن کمتر از حد بحرانی برای میگو بود چراکه pH، ۷/۸ حاشیه بحرانی برای پذیرش میگو بوده و می‌توان از آن به عنوان شاخص خوبی در تازگی میگو استفاده کرد (Mendes *et al.*, 2005). نتایج همبستگی دوگانه (جدول ۴) نیز نشان داد که بین پارامترهای رطوبت، WHC، pH و TVB-N ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد یعنی تمامی این پارامترها به طریقی به هم وابسته هستند. با گذشت زمان وقتی WHC کاهش یابد درواقع محصول آب ازدست داده، درنتیجه رطوبت محصول کاهش می‌یابد. همچنین افزایش pH با گذشت زمان نگهداری را می توان به تولید ترکیبات فرار (مانند آمونیاک و تری متیل آمین) حاصل از فعالیت باکتری های فاسد کننده آبزیان نسبت داد (Ruiz and Moral, 2001). به همین دلیل بین TVB-N و pH ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

تغییرات فساد نتیجه تغییرات بیوشیمیایی قبل از مرگ[1] آبزی بوده که ممکن است پذیرش محصول را از طریق تاثیر بر آنالیز حسی آن تحت تاثیر قرار دهد (Mendes *et al.*, 2005). در تحقیق حاضر نیز بررسی ارزیاب‌ها نشان داد که با گذشت زمان نمونه‌های میگوی نگهداری شده در سردخانه از نظر بو، رنگ و ظاهر کلی دچار کاهش معنی‌داری شده است (جدول ۵). در ارتباط با ضرایب همبستگی ترکیبات دوگانه شاخص‌های ارزیابی حسی میگوی وانامی نیز بین هر سه پارامتر حسی بافت، بو و پذیرش کلی ارتباط مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۶). یعنی این سه پارامتر کاملاً به هم مربوط و وابسته بوده و با گذشت زمان هر چه بافت محصول نرمتر می‌شود، بوی آن به سمت آمونیاکی‌شدن پیش رفته، و رنگ آن شفاف‌تر می‌شود که تمامی این پارامترها در مجموع باعث کاهش پذیرش کلی محصول می‌گردد.

نتایج کلی این تحقیق نشان داد که با گذشت زمان ویژگی‌های کیفی میگو طی نگهداری در سردخانه کاهش معنی‌داری می‌یابد ولی با توجه به دمای نگهداری (۱۸- درجه سانتیگراد) این تغییرات با حاشیه بحرانی برای قابل پذیرش بودن محصول فاصله دارد و این دما در طی ۱۲۰ روز نگهداری می‌تواند کیفیت محصول را در حد مطلوب و قابل پذیرش برای مصرف کننده نگه دارد.

۱- Post-mortem

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists)., 2005. Official methods of analysis, 18th edition. Association of Official Analytical Chemists, MD., Gaithersburg, USA.
- Boonsumrej, S., Chaiwanichsiri, S., Tantratian, S., Suzuki, T., 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.
- Bottino, N.R., Lilly, M.L., Finne, G., 1979. Fatty acid stability of Gulf of Mexico brown shrimp (*Penaeus aztecus*) held on ice and in frozen storage. Journal of Food Science, 44, 1778-1779.
- Briggs, M., Funge-Smite, S., Subasinghe, R., Phillips, M., 2004. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* in Asia and Pacific. FAO, RAP Publication. Thailand. pp. 20-45.
- Cadun, A., Cakli, D., Kisla, D., 2005. A study of marination of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) and its shelf life. Food Chemistry. 90, 53-59.
- Cheng, C.S., Hamann, D.D., Webb, N.B. Sidwell, V., 1979. Effects of species and storage time on minced fish gel texture. Journal of Food Science. 44, 1087–1092.
- Concalves, A.A., Gindri Junior, C.S.G., 2009. The effect of uptake on storage quality of frozen shrimp. Journal of food engineering . 90, 285-290.
- Covington, M.B., 2004. Omega-3 fatty acids. Am. Family Physician 70, 133-140. ESSIEN, E.U.1995. Lipid content and fatty acid profiles of some lesser known Nigerian foods. Journal of Food Biochemistry. 19, 153-159.
- De Castro F.A.F., Pinheiro Sant'Ana H.M., Campos F.M., Brunoro Costa N.M., Coelho Silva M.T., Salaro A.L., Franceschini S.D.C., 2007. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. Journal of Food Chemistry. 103, 1080–1090.
- Diaz-Tenorio, L.M., Garcia-Carreno, F.L., Pacheco-Aguilar, R., 2006. Comparison of freezing and thawing treatments on muscle properties of whiteleg shrimp (*Litopeneus vannamei*). Journal of Food Biochemistry 31, 563-576.
- FAO., 2009. http://www.fao.org/docrep/006/J2084e/j2084e06.htm
- Fernandez, J., Perez-Alvarez, J.A., Fernandez-Lopez, J.A., 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. Journal of Food Chemistry. 59, 345–353.
- Folch, J., Lees, M., Sloane- Stanley, C.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry. 226, 477-509.
- Haard, N.F., 2002. The role of enzymes in determining seafood color, flavor and texture. In *Safety and Quality Issues in Fish Processing* (H.A. Bremner, ed.) pp. 220–253, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Hui, Y.H., Cornillon, P., Legarreta, I.G., Lim, M., Murrell, K.D., Nip, W.K., 2004. Handbook of Frozen Foods, vol. 133. Part IV: Frozen Seafoods, Marcel Dekker Incorporated, USA, 1293 p.
- Jeong, B.Y., Oshima, T., Koizumi, C. Kanou, Y. 1990. Lipid deterioration and its inhibition of Japanese oyester (*Crasostrea gigas*) during frozen storage. Nippon Suisan Gakkaishi. 56, 2083- 2091.
- Jeon Y.J., Kamil J.Y.V.A., Shahidi F., 2002. Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod, Journal of AgriculturaL Food Chemistry. 50, 5167-5178.
- Kostaki M., Giatrakou V., Savvaidis I. N., Kontominas M. G., 2009. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. Journal of Food Microbiology, 26, 475-482.
- Mendes, R. , Gonçalves, A., Pestana, J., Pestana, C., 2005. Indole production and deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) decomposition. Journal of Europe Food Research Technology. 214, 125–130.
- Mendes, R., 2006. Guidebook on melanosis inhibitors and processing technology of crustaceans. INIAP/IPIMAR: Project QLK1-CT-2002-71517 (CRUSTAMEL New approaches to the crustaceans prevention of melanosis and quality indices), 41p.
- Metcalfe L.D., Schmitz A.A., Pelka J.R., 1966. Rapid preparation of fatty acids esters from lipids for gas chromatographic analysis. Annals of Chemistry. 38, 524–535.
- Moini, S., Pazira, A., 2004. The Effect of Cold Storage on the Quality of Cultured *P. Indicus* and Sea *P. Semisulcatus*. Iranian Journal. Natural Research., 57, 469-478.
- Ouraji, H., 2009. Effect of dietary lipid level and source along Vitamin E on growth, fatty acid profile and lipid quality changes of Indian white shrimp *(Fenneropenaeus indicus)* muscle during Frozen Storage (-18°C). Thesis of Ph.D. Faculty of Natural Resources. Gorgan University. 130 p.

www.SID.ir

Archive of SID

- Pearson D., 1976. The chemical analysis of food (7th ed). London: Churchill living stone Publishing. ESSIEN, E.U.1995.

- Reddy, S.K., Nip, W.K., Tang, C.S., 1981. Changes in fatty acids sensory quality of fresh water prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) stored under frozen conditions. Journal of Food Science, 46, 353-356.

- Reilly, P.J.A., Bernarte, M.A., Dangala, E., 1987. Handling black tiger shrimp. INFOFISH Int. 5, 38-39.

- Ruiz-Capillas, C., Moral, A., 2001. Residual effect of CO_2 on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres. European Food Research and Technology, 212, 413–420.

- Santos-Yap, E.E.M., 1995. Fish and seafood. In Freezing Effects on Food Quality (L.E. Jeremiah, ed.) pp. 109–133, Marcel Dekker, NewYork, NY.

- Sikorski, Z.E., Kolakowska, A. Burt, J.R., 1990. Postharvest biochemical and microbial changes. In: Seafood Resources, Nutritional, Composition and Preservation (Z.E. Sikorski, ed.) pp. 55–75, CRC Press, Boca Raton, FL.

- Tsironi, T., Dermesonlouoglou, E., Giannakourou, M., Taoukis, P., 2009. Shelf life modeling of frozen shrimp at variable temperature conditions. LWT-Food Science and Technology 42, 664-671.

- Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Vasiliadou, S., 1997. Effectiveness of natural rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage. Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-forschung, 205, 93–96.

- Xiong, Y.L., 1997. Protein denaturation and functionality losses. In Quality in Frozen Food (M. Erickson and Y.-C. Hung, eds.) pp. 111–140, Chapman Hall/International Thomson Publishing, New York, NY.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of frozen storage on physical, chemical and sensory changes of cultured pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*

A. Oujifard [1], M. Rezaei[2*], S. J. Seyfabadi[3] and A. Abedian Kenari[2]

[1] Ph.D student, Fisheries Dept., Faculty of Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran

[2] Associate Prof., Food Industry Dept., Faculty of Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran

[3] Assistant Prof., Food Industry Dept., Faculty of Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran

(Received: 04 July 2010, Accepted: 13 February 2011)

Abstract

The effects of frozen (-18°C) storage (120 days) on the shelf-life and quality of frozen shrimp were investigated. The results indicated that frozen storage did not have a significant effect on body composition (moisture, protein, fat and ash) and fatty acid profile although resulted in significantly different water holding capacity (WHC) and chemical parameters such as thiobarbituric acid (TBA) and total volatile basic nitrogen (TVB-N) along with pH ($p \leq 0.05$). The increase in duration caused a decrease in moisture (74.8-71.3%) and WHC (97.6-91.9%) while pH became alkali (6.90-7.46). In addition, TBA and TVB-N changed from 0.086 to 0.124 mg MDA/kg and 7.16 to 11.5 mg N/100g at the end of the experiment, respectively. Significant changes in textural properties and general appearance of the shrimp were observed but these products were safe and sensorially acceptable even after 120 days of storage at -18°C.

Keyword: *Litopenaeus vannamei,* Frozen storage, Sensory evaluation, Quality

*Corresponding author: Tel: +98 911 1252159 , Fax: +98 122 6253499 , E-mail: Rezai_ma@modares.ac.ir

www.SID.ir