ارزیابی اکسیداسیون چربی سفالوتراکس و هپاتوپانکراس میگو پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) تازه طی نگهداری در یخ

محمد علی خانلر[۱]، سیدمهدی اجاق*[۱]، بهاره شعبانپور[۱]، علی‌رضا عالیشاهی[۱]، سید ولی حسینی[۲]

[۱]گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[۲]گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

*نویسنده مسئول: mahdi_ojagh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۶

چکیده

میگو پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) یکی از گونه‌های مهم پرورشی در جهان است. ارزیابی میگو تازه، برای تعیین کیفیت میگو پیش از تیمار آنتی‌اکسیدان، ضروری به‌نظر می‌رسد. در این تحقیق، اکسیداسیون چربی سفالوتراکس و هپاتوپانکراس میگو پاسفید غربی تازه صید شده از سه مزرعه مختلف، طی نگهداری در یخ و در مدت زمان ۱۲ روز ارزیابی شد. شاخص پراکسید (PV) هپاتوپانکراس روز صفر تا روز دوم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$)، اما پس از آن تا آخر دوره نگهداری کاهش یافت. میزان پراکسید سفالوتراکس از روز صفر تا ۱۲ به طور معنی‌داری طی دوره نگهداری کاهش یافت. مقادیر مواد واکنش پذیر با تیوباربیتوریک اسید (TBARS) و اندیس آنیزیدین (AnV) در هپاتوپانکراس در ابتدای دوره نگهداری به‌ترتیب از ۲۵/۱۱ به ۵۸/۶۱ (میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم چربی) و ۱۹۶/۱۶ به۲۴۶/۲۲ در روز ۱۲ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. این تغییرات نشان‌دهنده این هست که اکسیداسیون چربی در هر دو نمونه رخ داده است. نتایج این مطالعه می‌تواند به‌عنوان اطلاعات پایه‌ای برای استفاده از تیمارهای نگهدارنده مورد استفاده قرار بگیرد.

واژگان کلیدی: میگو پاسفید غربی، سفالوتراکس، هپاتوپانکراس، اکسیداسیون، نگهداری.

مقدمه

فراورده‌های دریایی منبع مهمی از مواد مغذی بوده که استفاده از آن در رژیم غذایی انسان به‌ویژه از دیدگاه سلامتی موردتوجه قرار گرفته‌است. درحال-حاضر، حدود ۸۰ درصد میگو پرورشی در آسیا (چین و تایلند) پرورش داده می‌شود. بیشترین میگو پرورشی متعلق به خانواده پنائیده شامل میگو پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) و میگو ببری سیاه (*Penaeus monodon*) می‌باشد که ۸۰ درصد میگو پرورشی در سراسر جهان را به‌خود اختصاص می‌دهند (Ahmad *et al.*, 2014). میگو که غنی از اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیر، اسیدهای آمینه و پپتیدها بوده می‌باشد، در پیشگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی نقش دارد.

کیفیت میگو طی فرایند یخ‌گذاری در زمان هندلینگ با اکسیداسیون چربی، تغییر رنگ و طعم و تغییرات بافتی همراه است که با طولانی شدن زمان نگهداری در یخ در نهایت به کاهش وزن محصول نهایی منجر می‌شود. میزان این تغییرات متأثر از نوع یخ، درجه حرارت نگهداری، نوسانات دمایی و زمان نگهداری می‌باشد. یکپارچه‌سازی اقدامات مربوط پس از برداشت با کنترل ایمنی و کیفیت محصول در هر مرحله از زنجیره تأمین موجب یکسان شدن کیفیت محصول تولیدی می‌شود که بر قیمت و بازارپسندی محصول مؤثر است (Ahmad *et al.*, 2014). میگو پاسفیدغربی محصولی از غذاهای دریایی باارزش بالا در اقتصاد غیرنفتی ایران محسوب می‌شود. هپاتوپانکراس در میگو خام، به رنگ خاکستری تیره و در میگو پخت شده، به رنگ صورتی مایل به قرمز، خود را نشان می‌دهد (Parisenti *et al.*, 2011).

باور مصرف‌کنندگان در خصوص تغییرات ظاهری دلالت بر مدیریت ضعیف پرورش و عمل‌آوری دارد، به همین دلیل بر بازاریابی و فروش محصول تأثیر می گذارد (Erickson *et al.*, 2007). در طول فرایند هندلینگ و نگهداری در یخ، سفالوتراکس و هپاتوپانکراس دستخوش تغییراتی می‌شوند که موجب تغییر کیفیت ظاهری آن‌ها می‌شود. مسئله قابل‌توجه در میگو پاسفیدغربی (*Litopenaeus vannamei*)، به‌دلیل رنگ صورتی روشن و اختلاف کنتراست رنگی آن با قسمت تیره کبد و هپاتوپانکراس است که بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. مدیریت صید، به‌طور خاص به‌دلیل ویژگی‌های خاص میگو در طول برداشت و عمل‌آوری به درجه حرارت نسبت داده شده است. تأثیر درجه حرارت میگو طی برداشت، در واکنش‌های اتولیز توسط آنزیم‌های گوارشی ترشح شده و اکسیداسیون چربی موجود در هپاتوپانکراس را نمی-توان نادیده گرفت، با توجه به این‌که ممکن است به پارگی این قسمت نیز منجر شود (Lu, 2009). به همین دلیل سردسازی بلافاصله پس از صید ضروری می‌باشد. درجه حرارت محلول متابی‌سولفیت سدیم نیز باید به‌عنوان یک فاکتور بسیار مهم در نظر گرفته شود. از آن‌جایی که یخ در یک جعبه میگو بیشتر اثر عایق حرارتی دارد، برای سردسازی اولیه میگو، فروبردن آن‌ها در یک مخزن آب سرد (بین ۱ تا ۳ درجه سانتی‌گراد) به‌مدت دو تا سه دقیقه ضروری می‌باشد. به‌دلیل فسادپذیری ناحیه سفالوتراکس در میگو، فعالیت بیوشیمیایی، کاهش کیفیت پس از صید آغاز می‌گردد (Mastromatteo *et al.*, 2010).

هپاتوپانکراس میگو نیز به‌دلیل دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه بیشترین حساسیت را دارا است (Nirmal and Benjakul, 2009). کاهش اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه به وسیله اکسیداسیون خودبه-خود پس از صید به تولید پراکسید و هیدروپراکسید و تندی اکسیداتیو می‌انجامد. هدف از این تحقیق، بررسی اثر زمان بر تغییرات اکسیداسیون چربی هپاتوپانکراس و سفالوتراکس تازه صید شده در طول فرایند نگهداری در یخ می‌باشد. این مطالعه تغییرات اکسیداسیون چربی هپاتوپانکراس و سفالوتراکس در طول دوره نگهداری در یخ به مدت ۱۲ روز را بررسی می کند.

مواد و روش‌ها

تهیه میگو، آماده‌سازی نمونه‌ها و یخ گذاری: انتخاب میگوها به‌صورت تصادفی از ۳۰ استخر ۱/۸ هکتاری در ۳ مزرعه پرورشی سایت گمیشان واقع در استان گلستان از بین میگوهایی با اندازه و وزن یکسان انجام شد. میانگین وزن میگوهای برداشت شده ۳±۱۷ گرم و مقدار کل میگوهای تهیه شده ۹۰ کیلوگرم (۳ کیلوگرم از هر استخر) بود. برای آماده‌سازی سفالوتراکس و هپاتوپانکراس از میگوهای پرورشی سایز ۶۰-۵۰ (۵۰ تا۶۰ عدد در یک کیلوگرم) از مزارع مورد مطالعه تهیه شد. برای ارزیابی تغییرات شیمیایی سفالوتراکس و هپاتوپانکراس به میزان ۵-۳ کیلوگرم نمونه را در کیسه‌های پلی‌اتیلن قرار گرفت. کیسه‌ها نیز در جعبه‌های از جنس پلی استایرن حاوی یخ به‌صورت لایه‌ای با نسبت وزنی ۳:۱ میگو/یخ قرارگرفته و به آزمایشگاه منتقل گردید، برای تولید یخ پودری از دستگاه (BREMA GB 903 A, Brema Ice Makers, Italy) استفاده شد. درجه حرارت متوسط مرکز نمونه‌های غوطه ور در یخ پودری بین (۱°C تا ۴) بود. نمونه‌ها با حفظ درجه حرارت و شرایط صحیح انتقال، به آزمایشگاه فراوری آبزیان دانشگاه تهران (واحد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج) انتقال داده شدند. جابه‌جایی در آبان‌ماه سال ۱۳۹۶ و در مدت‌زمان تقریبی ۱۸۰ دقیقه به صورت هوایی انجام گردید. در طی روزهای نگهداری هر روز مقداری یخ تازه به‌منظور جبران یخ‌های ذوب شده و همچنین ثابت نگه‌داشتن دمای داخلی جعبه-ها، اضافه گردید. فاکتورهای شیمیایی پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و اندیس انیزیدین در روزهای صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ مورد بررسی قرار گرفتند.

این آزمایش‌ها با ۳ تکرار انجام گرفت.

اندازه‌گیری پراکسید (PV): پراکسید با استفاده از روش تیوسیانات آهن مشخص می‌شود. ۵۰µl نمونه چربی که نشان دهنده افزایش محصولات ثانویه اکسیداسیون که عمدتاً شامل ترکیبات غیر فرار می-باشد و به نوعی کیفیت چربی را تعیین می کنند، ۱۰ بار رقیق شده با استفاده از اتانول (۷۵ درصد وزنی-وزنی)، ۲/۳۵ میلی‌لیتر اتانول (۷۵ درصد وزنی-وزنی)، ۵۰ µl امونیوم تیوسیانات (۳۰ درصد وزنی – حجمی) و ۵۰ µl محلول کلرید آهن ۲۰ میلی مولار به اسید هیدروکلریک (۳/۵ درصد وزنی-حجمی) اضافه شده و مخلوط گردید. پس از ۳ دقیقه، جذب نوری محلول رنگی در طول موج ۵۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مشاهده و بر اساس منحنی استاندارد تهیه شده با غلظت‌های مختلف ppm ۳-۰/۵ بررسی گردید (Chaijan *et al.*, 2006).

اندازه‌گیری مواد واکنش پذیر با تیوباربیتوریک اسید (TBARS): این آزمایش با روش Buege و Auest (۱۹۷۸) تعیین شد. نمونه چربی (۰/۰۵ گرم) با ۲/۵ میلی‌لیتر محلول حاوی تیوباربیوتوریک اسید ۰/۳۷۵ درصد (وزنی-حجمی)، ۱۵ درصد تیوباربیوتوریک اسید (وزنی-حجمی) و ۰/۲۵ مولار HCl مخلوط گردید. مخلوط در آب جوش (۹۵-۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) برای ۱۰ دقیقه به‌منظور توسعه رنگ صورتی قرار داده شد، سپس با جریان آب، محلول را سرد نموده و در سانتریفیوژ ۳۶۰۰g در ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و برای ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. رنگ حاصل در طول موج ۵۳۲ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. استفاده از منحنی استاندارد ۱،۱،۳،۳-تترا متوکسی پروپان در غلظت‌های مختلف از ppm ۶-۰ محاسبه شد و با واحد میلی‌گرم مالون‌دی آلدهید/کیلوگرم چربی بیان شد (Buege and Aust, 1978).

اندیس انیزیدین (AnV): سنجش اندیس آنیزیدین در نمونه‌های چربی با روش AOCS (۱۹۹۰) انجام شد (Takeungwongtrakul *et al.*, 2012).

آنالیز آماری: پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها، از طرح آماری بلوک کامل تصادفی با آنالیز واریانس یک طرفه به تفکیک هر یک از شاخص‌های مورد بررسی در تحقیق استفاده شد. برای بررسی اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح اختلاف معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد، تجزیه تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج

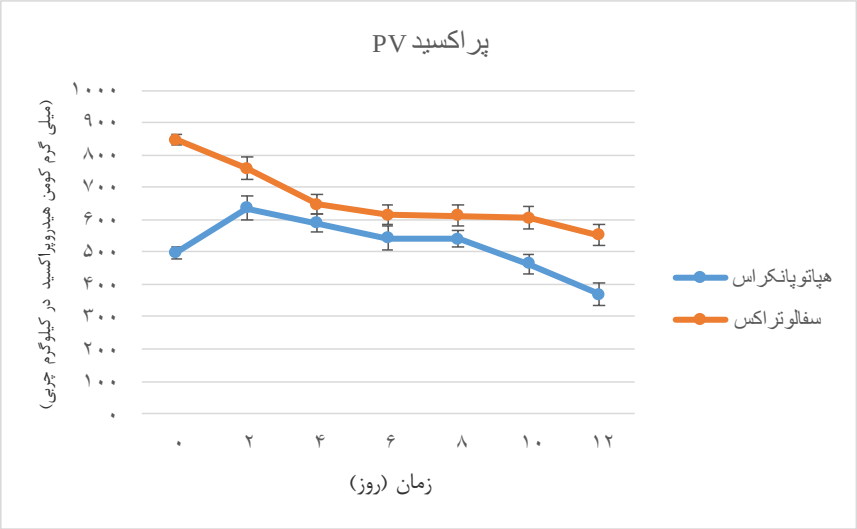
تغییرات پراکسید در چربی های استخراج شده از سفالوتوراکس و هپاتوپانکراس میگوپاسفید غربی در طی ۱۲ روز نگهداری در یخ پودری در شکل و جدول ۱ ارائه شده است. چربی موجود در سفالوتراکس طی ۱۲ روز نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. میزان پراکسید سفالوتراکس نیز طی دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). افزایش پراکسید در چربی استخراج شده از هپاتوپانکراس در روز دوم نسبت به روز صفر نگهداری معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$)، اما پس از آن در طول دوره نگهداری تا روز دوازدهم به شکل معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$).

تغییرات در میزان مواد واکنش‌پذیر با تیوباربیتوریک اسید (TBARS) در میگو پرورشی به هنگام نگهداری در شکل ۲ نشان داده شده است (جدول ۲). مقدار اولیه مواد واکنش پذیر با تیوباربیتوریک اسید در سفالوتراکس و هپاتوپانکراس به‌ترتیب ۹/۷۷ و ۲۵/۱۱ میلی‌گرم مالون آلدهید بود که نشان دهنده میزان اکسیداسیون چربی طی صید، هندلینگ میگو و زمان استخراج چربی در روز صفر بوده است. میزان مواد واکنش‌پذیر با تیوباربیتوریک اسید در روز صفر تا روز دوم نگهداری در سفالوتراکس کاهش یافت ($P<۰/۰۵$) و پس از آن تا انتهای دوره نگهداری به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد

جدول ۱- تغییرات پراکسید PV (میلی‌گرم کومن هیدروپراکسید در کیلوگرم چربی میگو) در سفالوتراکس و هپاتوپانکراس میگو پاسفید غربی طی ۱۲ روز نگهداری.

تیمار	زمان (روز)						
	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲
سفالوتراکس	۸۴۷/۱۶±۲۵/۶۶^{a}	۷۵۸/۳۳±۶۱/۷۶^{b}	۶۴۷/۲۹±۸۱/۳۸^{c}	۶۱۴/۲۹±۴۵/۵۲^{cd}	۶۱۱/۳۲±۱۵/۲۱^{cd}	۶۰۵/۳۶±۷۲/۴۶^{d}	۵۵۲/۳۲±۱۵/۸۹^{e}
هپاتوپانکراس	۴۹۸/۱۸±۸۶/۲۱^{de}	۶۳۶/۳۷±۰۳/۳۶^{a}	۵۸۹/۲۸±۴۸/۹۹^{ab}	۵۴۴/۳۵±۵۹/۴۵^{bc}	۵۱۸/۴۳±۹۹/۳۳^{d}	۴۴۴/۵۳±۵۲/۲۵^{ef}	۴۰۲/۷۲±۵۱/۷۴^{f}

حروف کوچک متفاوت (a, b, c, d, ,e, f) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) در زمان‌های مختلف می‌باشد.



شکل ۱ - روند تغییرات پراکسید (PV) سفالوتراکس و هپاتوپانکراس، (میلی‌گرم کومن هیدروپراکسید در کیلوگرم چربی میگو) نگهداری شده در یخ طی ۱۲ روز.

($P<۰/۰۵$). همچنین بیشترین میزان مواد واکنش‌پذیر با تیوباربیتوریک اسید در هپاتوپانکراس و در روز ۱۲ مشاهده شد که به‌طور معنی‌داری با سایر روزهای نگهداری تفاوت داشت ($P<۰/۰۵$).

تغییرات در میزان اندیس آنیزیدین سفالوتراکس و هپاتوپانکراس میگو پاسفید غربی در شکل ۳ نشان داده شده است. میزان اندیس آنیزیدین طی دوره نگهداری در یخ به‌طورکلی افزایش معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). این افزایش روندی مشابه مواد واکنش‌پذیر با تیوباربیتوریک اسید بود. میزان اندیس آنیزیدین در سفالوتراکس به‌طور معنی‌داری از میزان آن در هپاتوپانکراس بیشتر شد ($P<۰/۰۵$). روند افزایش میزان اندیس آنیزیدین در هپاتوپانراکس از روز صفر تا روز ۸ نگهداری ادامه داشت ($P<۰/۰۵$) و پس از آن تا انتهای دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$).

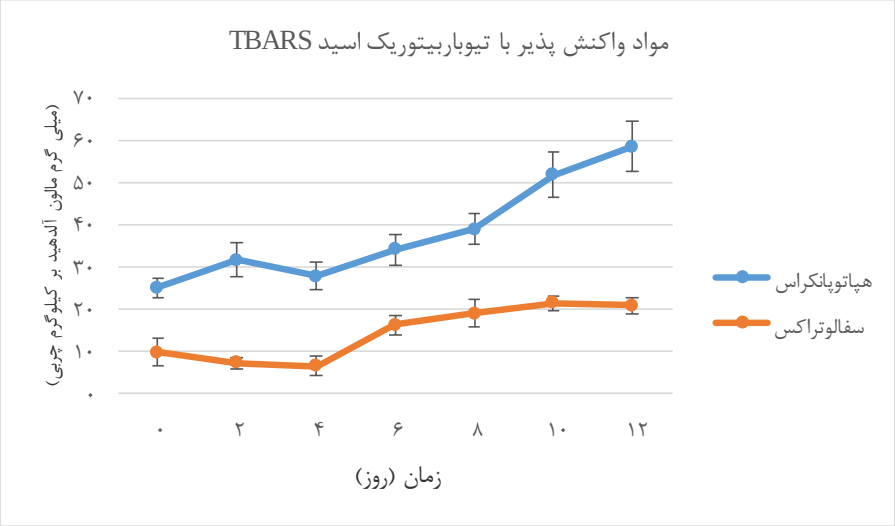
بحث

در سال‌های اخیر، تولید کنندگان میگو پرورشی در نقاط مختلف جهان با یک مشکل در محصول عمل

جدول ۲- تغییرات تیوباربیتوریک اسید TBARS (میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم گوشت میگو) در سفالوتراکس و هپاتوپانکراس میگو پاسفید غربی طی ۱۲ روز نگهداری.

	زمان (روز)						
	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲
سفالوتراکس	۹/۳±۷۷/۲۳^{a}	۷/۱±۱۱/۳۱^{b}	۷/۱±۲۰/۲۷^{b}	۱۶/۲±۱۷/۲۰^{c}	۱۸/۱±۹۴/۳۵^{d}	۲۱/۰±۳۹/۸۲^{d}	۲۰/۱±۸۵/۸۳^{d}
هپاتوپانکراس	۲۵/۲±۱۱/۳۶^{a}	۳۱/۴±۶۳/۰۶^{b}	۲۴/۳±۸۶/۱۲^{a}	۳۴/۳±۰۶/۸۳^{bc}	۳۸/۳±۹۲/۶۸^{d}	۵۱/۵±۹۴/۲۶^{e}	۵۸/۵±۶۱/۹۶^{f}

حروف کوچک متفاوت (a, b, c, d, ,e, f) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) در زمان‌های مختلف می‌باشد.



شکل ۲ - روند تغییرات تیوباربیتوریک اسید (TBARS) سفالوتراکس و هپاتوپانکراس (میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم چربی) نگهداری شده در یخ طی ۱۲ روز.

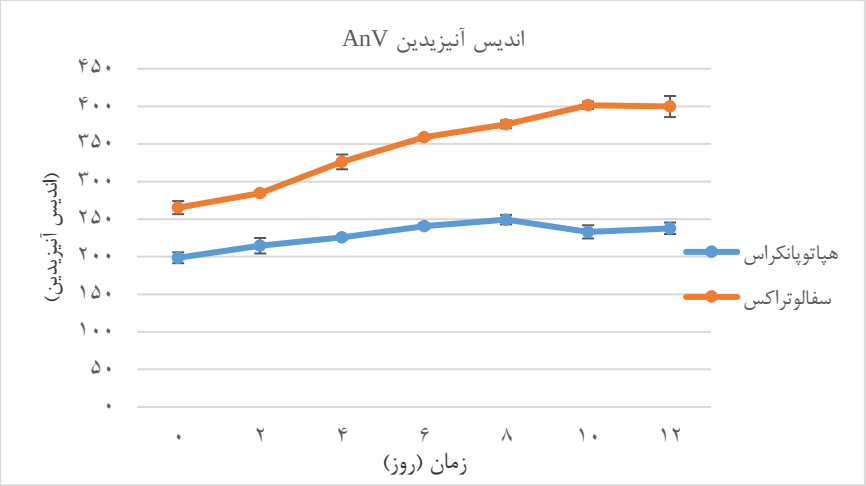
آوری شده که همان تغییر رنگ ناحیه هپاتوپانکراس در سفالوتراکس میگو هست، به‌خصوص در بازار آبزیان اروپا مواجه شده‌اند. این تغییر رنگ ناشی از تغییرات بیوشیمیایی میگو است که باعث می‌شود تحت تاثیر عوامل مختلفی قسمت تیره رنگ به قرمز، نارنجی، سیاه و یا حتی سبز تغییر رنگ دهد. بنابراین حفاظت از فساد هپاتوپانکراس باید در طول فرایند صید، هندلینگ و عمل‌آوری با حساسیت مورد بررسی قرار بگیرد. رنگ هپاتوپانکراس بر بازاریابی و فروش محصول به‌دلیل تاثیر بر پذیرش مصرف کننده یا خریدار تاثیر می‌گذارد. این مشکل زمانی جدی‌تر می‌شود که رنگ روشن در گونه‌ی میگو پاسفیدغربی (*Litopenaeus vannamei*) به‌دلیل افزایش اختلاف کنتراست بین بدن و ناحیه سفالوتراکس، این تغییر رنگ را بیشتر نشان می‌دهد.

اتولیز هپاتوپانکراس پس از صید میگو آغاز شده و تسریع اکسیداسیون به‌علت تولید رادیکال‌های آزاد که در شرایط استرس آزاد شده‌اند را در پی خواهد داشت. در زمان صید، استرس وارده به میگوها موجب افزایش تنفس شده که در نهایت منجر به افزایش

جدول ۳ - تغییرات اندیس آنیزیدین AnV در سفالوتراکس و هپاتوپانکراس میگو پاسفید غربی طی ۱۲ روز نگهداری.

تیمار	زمان (روز)						
	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲
سفالوتراکس	۲۶۵/۸±۲۵/۷۰^{a}	۲۸۴/۲±۶۴/۹۳^{b}	۳۲۶/۹±۱۰/۸۵^{c}	۳۵۹/۲±۰۳/۷۲^{d}	۳۷۶/۵±۰۸/۲۰^{e}	۴۰۱/۴±۴۸/۸۸^{f}	۳۹۹/۱۴±۷۷/۰۴^{f}
هپاتوپانکراس	۱۹۸/۷±۵۲/۲۲^{a}	۲۱۴/۱۰±۵۵/۳۰^{b}	۲۲۵/۲±۶۵/۶۰^{c}	۲۴۰/۳±۶۲/۵۷^{de}	۲۴۹/۶±۲۹/۲۶^{e}	۲۳۳/۸±۰۰/۷۶^{cd}	۲۳۷/۷±۷۹/۶۳^{d}

حروف کوچک متفاوت (a, b, c, d, ,e, f) در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) در زمان‌های مختلف می‌باشد.



شکل ۳ - روند تغییرات اندیس آنیزیدین (AnV) سفالوتراکس و هپاتوپانکراس (میلی‌گرم مالون آلدهید در کیلوگرم چربی) نگهداری شده در یخ طی ۱۲ روز.

میزان رادیکال‌های آزاد می‌شود. سپس رادیکال‌های آزاد با چربی‌های غیر اشباع موجود در ساختارهای غشایی متصل می‌شوند. از آن‌جایی که هپاتوپانکراس حاوی چربی‌های بسیار حساس به اکسیداسیون است، این مورد در هپاتوپانکراس نسبت به گوشت میگو در ساعات اولیه پس از صید بیشتر مشهود است. در این مرحله، بسیار مهم است استرس وارده در زمان صید را تا حد امکان کاهش دهیم. اتولیز به‌وسیله آنزیم‌های درونی هپاتوپانکراس گاهی موجب پارگی غشا هپاتوپانکراس می‌شود که کاهش ناگهانی درجه حرارت میگو پس از صید می‌تواند سرعت واکنش اتولیز را کاهش دهد. در نتیجه سردسازی بلافاصله پس از صید برای حفظ کیفیت ضروری به‌نظر می‌رسد. نکته قابل تأمل در مورد نگهداری در یخ و کیفیت هپاتوپانکراس و سفالوتراکس این است که یخ در یک جعبه میگو بیشتر اثر عایق حرارتی دارد تا سردسازی محصول تولیدی که این موضوع اهمیت سردسازی اولیه و کاهش درجه حرارت آن را دو چندان می کند. در این مورد برای سردسازی اولیه میگو آن‌چه دارای اهمیت می‌باشد این است که محصولات را با فرو بردن در یک مخزن آب سرد (بین ۱- تا ۳ درجه سانتی‌گراد) به‌مدت دو یا سه دقیقه

قرار گیرند.

پس از صید آبزیان، آنزیم‌های داخلی و باکتریایی شروع به تخریب بافت بدن می‌کنند تا آن‌جا که موجب کاهش کیفیت محصول شده که برای رفع این مشکل محصول را باید در یخ و یا در یخچال نگهداری کرد، این در حالی است که در طی نگهداری میگو در یخ فعالیت‌های بیوشیمیایی همچنان ادامه پیدا می‌کند (Huang *et al.*, 2016). یکی از مهمترین شاخص‌ها در کاهش کیفیت، اکسیداسیون چربی‌های غیراشباع است. افزایش شاخص پراکسید در چربی هپاتوپانکراس به‌دلیل تشکیل هیدروپراکسید بود. در مطالعه حاضر مقدار پراکسید در روز صفر و پس از برداشت در هپاتوپانکراس، نشان‌دهنده این بود که اکسیداسیون بلافاصله در مرحله آغازین قرار می‌گیرد. در مرحله آغازین اکسیداسیون، برخی از ترکیبات سلولی موجود در بافت‌های بیولوژیک وجود دارند که با دادن الکترون به‌عنوان بازدارنده اکسیداسیون در مراحل آغازین عمل می‌کنند. پس از مصرف این ترکیبات در واکنش و اکسیدن شدن کل آن‌ها مرحله انتشار اکسیداسیون موجب افزایش ناگهانی پراکسید در روز دوم شد. میزان پراکسید در سفالوتراکس و هپاتوپانکراس میگو به شکل معنی داری نسبت به هم متفاوت بود ($P<۰/۰۵$)، هپاتوپانکراس حاوی مقدار زیادی اسیدهای چرب با چند پیوند غیراشباع می‌باشد که طی نگهداری به‌شدت آماده شرکت در واکنش اکسیداسیون هستند. حضور رنگ‌دانه‌ها و یون‌های فلزی موجود، به تسریع اکسیداسیون در هپاتوپانکراس کمک می‌کند. ترکیب شدن پروتئین‌ها با چربی‌های اکسید شده نیز ایجاد رنگ‌دانه‌های زردرنگ می‌کنند. اکسیژن، pH محصول، نور، دما، فعالیت آبی از عوامل مؤثر در اکسیداسیون چربی‌ها هستند (Mexis *et al.*, 2009).

نتایج نشان داد که میزان پراکسید در سفالوتراکس و هپاتوپانکراس با توجه به محتوای چربی به تفکیک طی دوره نگهداری کاهش یافت. کاهش پراکسید طی دوره نگهداری به‌علت تجزیه هیدروپراکسیدها به محصولات ثانویه اکسیداسیون نظیر آلدئیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌ها، استرها، فوران‌ها و لاکتون‌ها می باشد (Chen *et al.*, 2007) که با شاخص مواد واکنش‌پذیر با تیوباربیتوریک اسید اندازه‌گیری شد.

میگو پاسفید غربی به‌طور طبیعی دارای میزان زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع (HUFA) نظیر اسید ایکوزا پنتانوئیک (EPA) و اسید دکوزاهگزانوئیک (DHA) می‌باشد که فواید زیادی برای سلامتی انسان دارند (Steffens, 1997). وجود مقدار زیاد این اسیدهای چرب در ناحیه سفالوتراکس میگو را برای فساد اکسیداتیو مستعد ساخته است (Mexis *et al.*, 2009). امروزه مصرف میگو تازه نسبت به منجمد بیشتر مورد توجه مصرف کنندگان است (Barat *et al.*, 2006). این امر سبب توسعه روش‌های نگهداری میگو به‌صورت غیر منجمد شده است. افزایش تقاضا برای غذاهای دریایی تازه رو به افزایش است، این‌درحالی است که برای پاسخگویی به تقاضای مصرف‌کنندگان برای غذاهای تازه، افزایش زمان ماندگاری آبزیان هنگام نگهداری در یخچال مورد استقبال بیشتری قرار گرفته است (Chouliara *et al.*, 2008). افزایش مواد واکنش‌پذیر با تیوباربیتوریک اسید با کاهش پراکسید طی دوره نگهداری مشاهده شد که با نتایج Chijan و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشت، دلیل تخریب هیدروپراکسیدها و تولید محصولات ثانویه اکسیداسیون به‌ویژه آلدهیدها در مرحله انتشار اکسیداسیون می‌باشد (Chaijan *et al.*, 2006). علاوه‌براین، از دست دادن آنتی اکسیدان‌های طبیعی در طول نگهداری می‌تواند موجب افزایش اکسیداسیون چربی شود. بنابراین اکسیداسیون چربی در سفالوتراکس و هپاتوپانکراس با گذشت زمان طی دوره نگهداری در یخ افزایش یافت. میزان مواد واکنش پذیر با تیوباربیتوریک اسید در سفالوتراکس و هپاتوپانکراس به‌ترتیب (mg MDA/kg) ۹/۷۷ و ۲۵/۱۱ بود که نشان دهنده حساسیت شدید به فساد

اکسیداسیون چربی می باشد.

اندیس انیزیدین روشی جهت ارزیابی مقدار آلدهیدهای غیر فرار است که در اثر شکست هیدروپراکسیدها تولید می‌شوند (به‌طورکلی ۲-آلکنال‌ها و ۲-۴-آلکا دی‌ها). این روش بیشتر به آلدهیدهای غیر اشباع حساس است و معیاری جهت بررسی مراحل ثانویه اکسیداسیون و ارزیابی محصولات ناشی از آن می‌باشد (Choe and Min, 2006). اکسیداسیون روغن با افزایش مدت زمان نگهداری همچنان ادامه می‌یابد، بنابراین مقدار اندیس آنیزیدین نیز در نمونه‌ها زیاد می‌شود و در روزهای پایانی دوره نگهداری به حداکثر رسیده است.

نتایج نشان داد که چربی سفالوتراکس نسبت به چربی هپاتوپانکراس حاوی مقدار زیادی محصولات ثانویه غیر فرار اکسیداسیون است. در واقع اندیس آنیزیدین تعیین مقدار آلدهید غیر فرار در چربی کل می باشد، به‌عبارت دیگر آلدهیدها در چربی‌ها با p-anisidin در شرایط اسیدی واکنش نشان می‌دهند. این واکنش باعث تولید محصولات زرد رنگ می‌شوند. به‌طور معمول با افزایش آلدهیدهای تولیدی میزان اندیس آنیزیدین نیز افزایش می‌یابد. این آلدهیدها می‌توانند روند اکسیداسیون را تکمیل کنند و یا در مرحله انتشار اکسیداسیون شرکت کنند. روند اندیس آنیزیدین افزایش محصولات ثانویه اکسیداسیون که عمدتاً شامل ترکیبات غیر فرار می‌باشد را تایید کرد. به‌طورکلی سفالوتراکس و هپاتوپانکراس میگو پاسفید غربی نگهداری شده در یخ به اکسیداسیون و هیدرولیز چربی حساس می‌باشد. به‌عبارت دیگر با تجزیه هیدروپراکسیدهای تولیدی به محصولات ثانویه اکسیداسیون نظیر آلدهیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌ها، استرها، فوران‌ها و لاکتون‌ها تولید می‌شوند. برخی از ترکیبات موجب تغییرات ظاهری در ناحیه هپاتوپانکراس می‌شود که در نهایت موجب کاهش بازارپسندی محصول می‌گردد. تحقیقات در این زمینه برای توسعه تجاری صادرات میگو به صورت تازه با تضمین‌های بهتر کیفیت و ایمنی توسط تیم تحقیقاتی این مقاله همچنان ادامه دارد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (طرح شماره ۹۶۰۱۶۳۰۳) انجام گرفته است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Ahmad I., Jeenanunta C., Noomhorm A. 2014. Recent developments in quality evaluation, optimization and traceability system in shrimp supply Chain. *Seafood Science: Advances in Chemistry, Technology and Applications* 232.

Barat J., Gallart-Jornet L., Andrés A., Akse L., Carlehög M.andSkjerdal O. 2006. Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. *Journal of Food Engineering* 73, 9-19.

Buege J.A., Aust S.D. 1978. Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymology* 52, 302-310.

Chaijan M., Benjakul S., Visessanguan W., Faustman C. 2006. Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. *Food Chemistry* 99, 83-91.

Chen Y., Nguyen J., Semmens K., Beamer S., Jaczynski J. 2007. Physicochemical changes in ω− 3-enhanced farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle during refrigerated storage. *Food Chemistry* 104, 1143-1152.

Choe E., Min D.B. 2006. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 5, 169-186.

Chouliara E., Badeka A., Savvaidis I., Kontominas M.G. 2008. Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes. *European Food Research and Technology* 226, 877-888.

Erickson M., Bulgarelil M., Resurreccion A., Vendetti, R., Gates K. 2007. Consumer differentiation, acceptance, and

demographic patterns to consumption of six varieties of shrimp .*Journal of Aquatic Food Product Technology*,15: 35-51.

Huang Y.-R., Zelaya M.F.G., Shiau C.-Y. 2016. Changes in biochemical compositions and quality of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 25, 35-45.

Lu S. 2009. Effects of bactericides and modified atmosphere packaging on shelf-life of Chinese shrimp (*Fenneropenaeus chinensis*). *LWT-Food Science and Technology* 42, 286-291.

Mastromatteo M., Danza A., Conte A., Muratore G., Del Nobile M.A. 2010 .Shelf life of ready to use peeled shrimps as affected by thymol essential oil and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology* 144, 250-256.

Mexis S., Chouliara E., Kontominas M. 2009. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4°C. *Food Microbiology* 26, 598-605.

Nirmal N.P., Benjakul S. 2009. Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during iced storage. *Food Chemistry* 116, 323-331.

Parisenti J., Beirão L.H., Tramonte V.L., Ourique F., da Silveira Brito C.C., Moreira C.C. 2011. Preference ranking of colour in raw and cooked shrimps. *International Journal of Food Science and Technology* 46, 2558-2561.

Steffens W. 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture* 151, 97-119.

Takeungwongtrakul S., Benjakul S., Aran H. 2012. Lipids from cephalothorax and hepatopancreas of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*): Compositions and deterioration as affected by iced storage. *Food chemistry*134, 2066-2074.

Assessment lipids oxidation in cephalothorax and hepatopancreas of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) freshly during storage in ice

Mohammadali Khanlar[1], Seyed Mahdi Ojagh[*1], Bahare Shabanpour[1], Alireza Alishahi[1], Seyed Vali Hosseini[2]

[1]Department of Seafood Science and Technology, Faculty of Fisheries and Environmental Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[2]Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
*Corresponding author: mahdi_ojagh@yahoo.com

Received: 2018/7/25 Accepted: 2018/12/7

Abstract

Pacific white shrimps (*Litopenaeus vannamei*) are an important shrimp aquaculture species worldwide. To quantify the quality of untreated shrimp is imperative prior to the application of antioxidant treatments. In this study, lipids oxidation from cephalothorax and hepatopancreas of Pacific white shrimp freshly harvested from 3 different farms and stored on ice for up to 12 days. The peroxide value (PV) from hepatopancreas slightly increased from 0 and 2 days of iced storage ($P<0.05$), but decreased thereafter. The PV from the cephalothorax from 0 and 12 days of iced storage exhibiting significant decreases during iced storage. The increases in thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and p-anisidine value (AnV) were noticeable when iced storage time increased. Those changes indicated that lipid oxidation occurred in both samples. The resutls of this study could serve as a baseline for preservative treatments applied to fresh shrimps.

Keywords: Pacific white shrimp, Cephalothorax, Hepatopancreas, Oxidation, Storage.