



## بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر اکسیداسیون چربی و خواص حسی میگو هندی (*Penaeus indicus*) در شرایط انجماد

\* حدیثه کشیری<sup>۱</sup>، سارا حق پرست<sup>۱</sup>، غلامحسین علیپور<sup>۲</sup>،  
بهاره شعبان‌پور<sup>۳</sup> و محمد سوداگر<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات،  
<sup>۲</sup> دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۷

### چکیده

در این پژوهش، اثر محصول قهوه‌ای شده قند فروکتوز بر روی اکسیداسیون چربی و خواص حسی میگو سفید هندی (*Penaeus indicus*) طی ۶ ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد بررسی گردید. به این منظور، محصول قهوه‌ای شده با حرارت‌دهی محلول قندی در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و در شرایط قلیایی (pH=۱۰) تهیه و در غلظت ۱۵ درصد به میگوها اضافه شد. آزمایش‌های مرتبط با تغییر کیفیت میگوها در ماه‌های ۰ و ۱، ۳ و ۶ نگهداری انجام گرفت. نتایج نشان داد که فروکتوز قهوه‌ای شده باعث کاهش شاخص‌های فساد TBARS و FFA در نمونه‌های میگو گردید. همچنین این محصول باعث کاهش روند افت میزان آهن هم در گوشت میگو شد. ارزیابی حسی میگوها نیز نشان داد که استفاده از فروکتوز قهوه‌ای شده باعث بهبود خواص حسی (بو، طعم و رنگ) میگوها گردید. در نتیجه می‌توان محصول قهوه‌ای شده فروکتوز را به‌عنوان آنتی‌اکسیدان در حفظ کیفیت و بهبود خواص حسی میگو هندی موثر دانست.

واژه‌های کلیدی: محصول قهوه‌ای شده، میگو، فروکتوز، اکسیداسیون چربی

\* مسئول مکاتبه: [hadiskashiri@gmail.com](mailto:hadiskashiri@gmail.com)

## مقدمه

میگو یکی از محصولات غذایی با ارزش بوده که به دلیل دارا بودن گوشتی با ارزش تجاری بالا، در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است. این محصول دریایی به دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از اسیدهای چرب چند غیراشباعی بلند زنجیر<sup>۱</sup> (HUFA) مثل ایکوزا پنتانوئیک (C<sub>20:5n3</sub>) و دکوزا هگزانوئیک (C<sub>22:6n3</sub>) [۸] استعداد زیادی در اکسیداسیون چربی داشته که این فرایند طی نگهداری میگو می‌تواند باعث ایجاد تغییرات کیفی [۲۰] و ایجاد طعم نامطلوب [۵] گردد. در حقیقت گوشت میگو پس از مرگ از نظر بیوشیمیایی فعال بوده و تجزیه آلی یا تغییر ترکیب گوشت آن ممکن است تحت تأثیر عوامل مختلفی به وقوع بپیوندد [۲۵]. بنابراین اتخاذ یک شیوه مناسب که بتواند افت کیفی در این محصول دریایی را به حداقل برساند، ضرورت دارد. در این راستا یکی از متداول‌ترین راهکارها انجماد است [۶]. با انجماد میگو بلافاصله پس از صید می‌توان کیفیت آن را تا حد امکان حفظ نمود [۱۲]، اما با این وجود کیفیت آن طی نگهداری در شرایط انجماد نیز می‌تواند در اثر اکسیداسیون چربی، دست‌خوش تغییراتی گردد [۲۰، ۳۳]. در طی چندین دهه گذشته، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های مختلف برای جلوگیری از این تغییرات نامطلوب بسیار رواج یافته است ولی به تازگی، با توجه به مضرات استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک، تلاش‌های زیادی برای کشف انواع طبیعی آن‌ها صورت گرفته است [۴]. واکنش‌های قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی طی عمل‌آوری و نگهداری مواد غذایی نقش مهمی در افزایش کیفیت و پذیرش آن‌ها ایفا می‌کنند [۲۱]. در این خصوص، واکنش میلارد توسط محققان بسیار مورد توجه قرار گرفته است. واکنش میلارد، واکنشی پیچیده بوده که در شکل‌گیری رنگدانه‌های قهوه‌ای رنگ نقش دارد [۱۸]. محصولات واکنش میلارد به دلیل نقش آن‌ها در حذف رادیکال‌ها [۲۲، ۳۰]، شلاته کردن آهن [۹] و حذف اکسیژن فعال [۳۵]، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند. به هر حال، اطلاعات اندکی در خصوص امکان استفاده از محصولات قهوه‌ای شده فندهای ساده به‌عنوان آنتی‌اکسیدان در محصولات دریایی وجود دارد. در این راستا، بنجاکول و همکاران [۴] اثر محصولات کارامله بر اکسیداسیون چربی و میزان شکل‌گیری تیوباربیتوریک اسید (TBARS) در گوشت چرخ شده ماهی ساوری را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش مشخص شد که افزودن محصول کارامله باعث کاهش شکل‌گیری میزان TBARS در گوشت چرخ شده ماهی ساوری طی نگهداری در یخ می‌گردد.

---

1- High unsaturated fatty acids (HUFA)

با توجه به تقاضا جهانی بالا میگو و حجم تولید میگو پرورشی در کشور و همچنین استعداد بالا این محصول دریایی به اکسیداسیون چربی و فساد ناشی از آن، بهبود روش‌های حفظ و نگهداری این غذا دریایی به صورت منجمد بسیار دارای اهمیت می‌باشد. بنابراین، با توجه به اهمیت این موضوع و همچنین اطلاعات اندک در زمینه امکان استفاده از محصولات حاصل از قهوه‌ای شدن قندها در سیستم‌های غذایی دریایی به منظور افزایش مدت زمان ماندگاری آن‌ها، در این پژوهش بر آن شدیم تا به بررسی اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر اکسیداسیون چربی و خواص حسی میگو طی نگهداری در شرایط انجماد بپردازیم.

### مواد و روش کار

**تهیه مواد شیمیایی:** سدیم سولفات، استن، معرف TBA-i، فنل فتالین، روغن سیلیکون، کربنات سدیم، اسید کربنات هیدروژن سدیم از گروه مواد شیمیایی مرک (KGaA, 64271 Darmstadt, Germany) و اتانول ۹۶ درصد، کلروفرم و اسید استیک از شرکت کیان کاوه خریداری شدند. قند فروکتوز ( $C_6H_{12}O_6$ )، درجه خلوص  $\leq 99$  درصد) نیز از گروه مواد شیمیایی سیگما تهیه گردید.

**تهیه محصول قهوه‌ای شده:** به منظور تهیه محصول قهوه‌ای شده فروکتوز، قند دی-فروکتوز در بافر ۰/۰۵ مولار کربنات سدیم با  $pH=10$  حل گردید. سپس محلول قندی تهیه شده، در حمام روغن سیلیکون در دما ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و محصول به دست آمده تحت عنوان محصول قهوه‌ای شده فروکتوز تا زمان شروع آزمایش‌ها در دما ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید [۴].

**آماده‌سازی تیمارها:** میگوهای سفید هندی (*Penaeus indicus*) از استخرهای پرورشی واقع در مجتمع تکثیر و پرورش میگو در گمیشان خریداری و درون یونولیت‌های حاوی مقادیر کافی از یخ (دما ۰/۵ درجه سانتی‌گراد) به آزمایشگاه فرآوری آبزیان منتقل شدند. در مرحله بعد پس از شستشو میگو، بخش خوراکی آن‌ها از ناحیه پشتی آبشش<sup>۱</sup> تا ابتدا دم جداسازی و نمونه‌های حاصل به دو گروه تقسیم شدند. به گروه اول محصول قهوه‌ای شده فروکتوز در غلظت ۱۵ درصد اضافه و گروه دوم بدون هیچ افزودنی به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. میگوها پس از بسته‌بندی، به مدت ۱۲ ساعت در دما ۴۰- درجه سانتی‌گراد در تونل انجماد نگهداری و سپس به سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد منتقل و جهت انجام آزمایش‌های مربوطه، به مدت ۶ ماه نگهداری شدند. آزمایشات ارزیابی

TBARS، آهن هم، FFA و خواص حسی (بو، طعم و رنگ) در ماه‌های ۰، ۱، ۳ و ۶ روی تیمارهای تولیدی صورت گرفت.

### آزمایش‌های شیمیایی

اندازه‌گیری تیوباربتوریک اسید (TBARS): میزان TBARS نمونه‌ها با اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۳۸ nm اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم بافت نمونه بیان گردید [۳۲]. اندازه‌گیری آهن هم: به منظور ارزیابی آهن هم، ۹ میلی‌لیتر استن اسید به ۲ گرم نمونه میگو افزوده شد. میزان رنگدانه هم کل از طریق اسپکتروفتومتری در طول موج ۶۴۰ نانومتر محاسبه گردید [۷]:

$$\text{رنگدانه کل (ppm)} = A \times 640 \times 680$$

$$\text{آهن هم (ppm)} = \text{رنگدانه کل} \times 8/82/100$$

اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد (FFA): اندازه‌گیری میزان اسیدهای چرب آزاد، توسط تیتراسیون با NaOH ۰/۱ نرمال صورت گرفت و میزان آن بر حسب اسیداولئیک از رابطه زیر به دست آمد [۱۱]:

$$\text{FFA} = 100 \times \text{وزن نمونه روغن} / 100 \times 28/2 \times \text{حجم سود مصرفی}$$

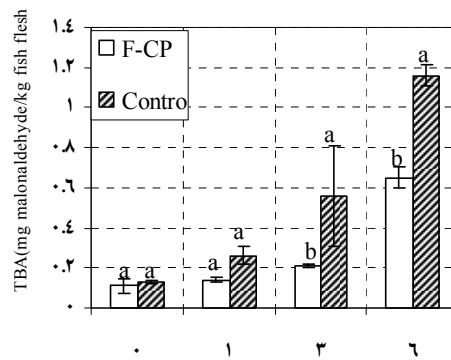
ارزشیابی حسی: ارزشیابی حسی میگوها از طریق سنجش بو، طعم و رنگ ظاهری طبق پرسش‌نامه پر شده توسط یک گروه پنل ۵ نفره بر اساس جدول ارزیابی زیر انجام گرفت [۲۹]. به این منظور مقادیر کافی از هر نمونه در دما ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه بخارپز شد. در نهایت این امتیازات بر اساس میانگین امتیاز ۵ داور آنالیز واریانس گردید و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت [۱۶]. لازم به ذکر است ارزیاب‌ها جهت جلوگیری از تداخل طعم، قبل از هر آزمایش چشایی دهان خود را با آب شستشو دادند.

۱	۲	۳	۴	۵	امتیاز
بو تندی چربی و ترشیدگی زیاد	بو تندی چربی اولیه و اندکی ترشیدگی	بو تازگی ضعیف	بو تازگی متوسط	بو تازگی	بو گوشت
رنگ پریدگی مشخص، متمایل به زرد و خشک	اندکی خشک و رنگ پریده	کمی صورتی	به‌طور متوسط رنگ صورتی	رنگ صورتی طبیعی	رنگ ظاهری گوشت
طعم فساد و غیرقابل مصرف	اندکی طعم ماندگی	طعم تازگی ضعیف	به‌طور متوسط طعم تازه	طعم تازه	طعم گوشت

تجزیه و تحلیل آماری: در تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به شاخص‌های شیمیایی از بسته نرم‌افزار SAS 9.1 [۲۷] استفاده شد که در آن آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمایش فاکتوریل (۳ تکرار × ۴ سطح زمان نگهداری × ۲ سطح تیمار) مورد بررسی قرار گرفتند. کنترل معنی‌دار بودن اثر متقابل میان مقادیر حاصل از هر شاخص در تیمارها و زمان‌های متفاوت نگهداری توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و در سطح ۵ درصد انجام گرفت. برای انجام مقایسه‌های میانگین از آزمون LSD در سطح (α=۰/۰۵) استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به خواص حسی از بسته نرم‌افزار Spss 16 [۳۶] استفاده شد. ارزیابی حسی انجام شده توسط گروه پانل (۵ نفر) نیز با استفاده از آزمون غیرپارامتری فریدمن<sup>۱</sup> مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### بحث و نتیجه‌گیری

اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر میزان TBARS میگو سفید هندی: تیوباربتوریک اسید (TBARS) معمولاً جهت سنجش وضعیت اکسیداسیون غذاهای گوشتی به کار رفته [۱۴] و نشان‌دهنده میزان محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی است [۱۹]. شکل (۱) نشان‌دهنده تغییرات میزان TBARS نمونه‌های میگو طی ۶ ماه نگهداری می‌باشد.



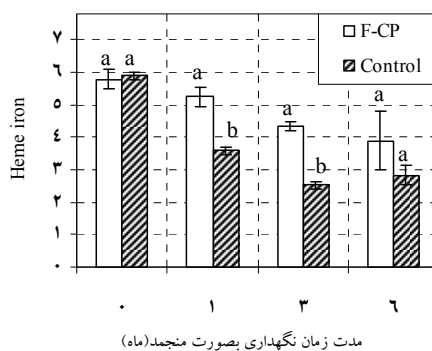
مدت زمان نگهداری بصورت منجمد (ماه)

شکل ۱- اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر میزان TBARS میگو سفید هندی طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میان تیمارها در هر یک از زمان‌های نگهداری می‌باشد (P≤۰/۰۵).

1- Friedman

با توجه به شکل (۱)، میزان TBARS نمونه‌ها با گذشت زمان نگهداری به طور معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) افزایش یافته و در مقایسه، TBARS نمونه شاهد طی ماه‌های نگهداری بالاتر از TBARS نمونه حاوی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بود که این تفاوت در ماه‌های ۳ و ۶ معنی‌دار بود ( $P \leq 0/05$ ). پایین‌تر بودن میزان این شاخص اکسیداسیون در تیمار حاوی محصول قهوه‌ای شده را می‌توان به اثر مثبت فروکتوز قهوه‌ای شده در کاهش میزان پراکسید نسبت داد زیرا براساس مکانیزم یک مولکولی و دومولکولی زمانی که مقدار هیدروپراکسید عضله پایین است، سرعت تشکیل این ترکیبات سریع‌تر از شکسته شدن آنهاست. در واقع، با گذشت زمان و افزایش میزان هیدروپراکسید، براساس مکانیزم دو مولکولی این ترکیبات به سرعت شکسته و کاهش می‌یابد [۲]. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فروکتوز قهوه‌ای شده باعث کاهش سرعت تشکیل پراکسید گردیده است. در بررسی صورت گرفته روی گوشت چرخ شده ماهی ساوری (*Cololabis saira*) نیز مشخص گردید که استفاده از ۱۰ و ۲۰ درصد از فروکتوز کارامل شده میزان تشکیل تیوباربیتوریک اسید را به ترتیب تا ۴۰/۱ و ۵۸ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد [۴].

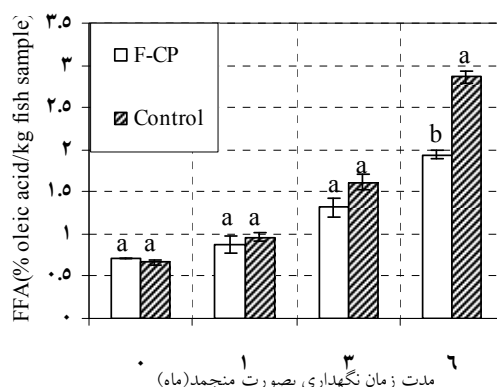
اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر میزان آهن هم میگو سفید هندی: تغییرات میزان آهن هم در نمونه‌های میگو طی ۶ ماه نگهداری به حالت منجمد در شکل (۲) نشان داده شده است. اندازه‌گیری آهن هم به‌عنوان شاخص افت کیفی مطرح بوده و بیان‌کننده افزایش آزادسازی یون آهن همگام با افزایش فساد می‌باشد. این یون‌های فلزی می‌توانند به‌عنوان عامل پراکسیدانی نقش مهمی در اکسیداسیون چربی ایفا کنند [۱۰].



شکل ۲- اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر میزان آهن هم میگو سفید هندی طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میان تیمارها در هر یک از زمان‌های نگهداری می‌باشد ( $P \leq 0/05$ ).

در این مطالعه، میزان آهن هم در طول زمان در هر دو تیمار کاهش یافته اما در این میان، مقدار آهن هم تیمار شاهد در آخرین ماه نگهداری افزایش اندکی نشان داد. علت این روند کاهش را شاید بتوان به حلالیت بالاتر رنگدانه هم در اثر اتولیز در گوشت تازه نسبت داد که ممکن است منجر به قابلیت استخراج بالاتر رنگدانه‌های هم گردد. همچنین کاهش مشاهده شده در میزان آهن هم قطعاً به دلیل آزاد شدن آهن از هم می‌باشد و این کاهش ارتباط معکوسی با میزان آهن غیر هم دارد [۳]. در این مطالعه، روند کاهش آهن در تیمار شاهد با سرعت بیشتری نسبت به تیمار حاوی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز صورت گرفت، به طوری که میزان آهن هم نمونه حاوی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز در طول ماه‌های ۱ و ۳ نگهداری به طور معنی داری ( $P \leq 0.05$ ) بالاتر از شاهد بود.

اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر میزان آزادسازی اسیدهای چرب آزاد (FFA) میگو سفید هندی: تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد نمونه‌های میگو طی ۶ ماه نگهداری در دما ۱۸- درجه سانتی‌گراد در شکل (۳) نشان داده شده است.

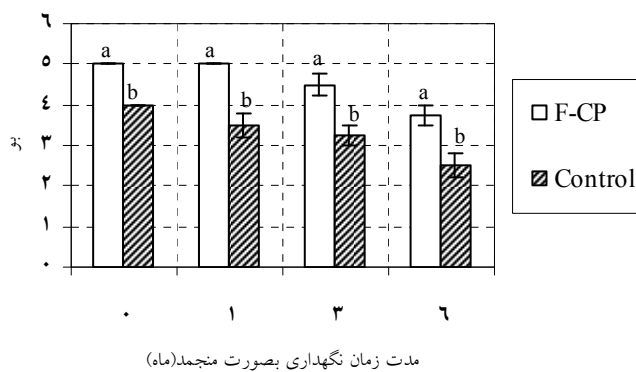


شکل ۳- اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر میزان FFA میگو سفید هندی طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی دار میان تیمارها در هر یک از زمان‌های نگهداری می‌باشد ( $P \leq 0.05$ ).

اسیدهای چرب آزاد (FFA) در نتیجه عمل آنزیم‌های لیپولیتیک طی دوره نگهداری در گوشت ایجاد می‌شوند [۳۱] و اندازه‌گیری آن شاخص خوبی برای بیان اثر آنزیم‌های لیپولیتیک بر چربی فرآورده‌های دریایی می‌باشد [۱۰]. در واقع، اگرچه تشکیل FFA به‌تنهایی منجر به از دست رفتن ارزش غذایی نمی‌گردد، اما ارزیابی آن به‌منظور توسعه فساد با توجه به اثر پراکسیدانی آن روی چربی و اثر کاتالیتیکی گروه کربوکسیل در شکل‌گیری رادیکال‌های آزاد از طریق تجزیه هیدروپراکسیدها [۱]

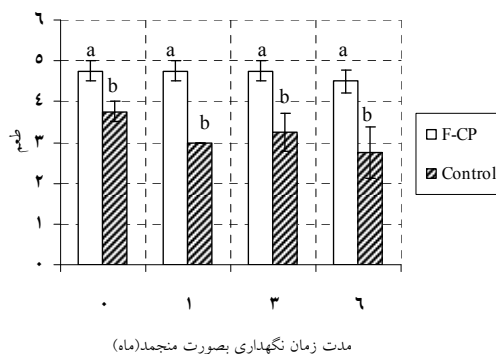
مهم به نظر می‌رسد. در پژوهش صورت گرفته، مقادیر مربوط به FFA در هر دو تیمار با افزایش زمان نگهداری افزایش یافت و به بالاترین میزان خود در ماه ۶ رسید که این افزایش به دلیل تغییرات عمده صورت گرفته تحت تأثیر فعالیت‌های آنزیم‌های هیدرولیزکننده چربی پس از مرگ می‌باشد [۲۸]. بررسی‌ها نشان داده که بین آزادسازی FFA و از دست رفتن تازگی در طول زمان نگهداری ارتباط مثبتی وجود دارد [۲۴ و ۲۶]. با توجه به شکل ۳، استفاده از محصول قهوه‌ای شده فروکتوز باعث کاهش نرخ تولید اسیدهای چرب آزاد گردیده به طوری که در اواخر دوره نگهداری تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد ( $P \leq 0/05$ )، بنابراین این امر را می‌توان به اثر آنتی‌اکسیدانی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر آنزیم‌های هیدرولیزکننده چربی و کاهش فعالیت آن‌ها نسبت داد.

اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر خواص حسی میگو سفید هندی: ماهی و میگو به دلیل دارا بودن مقادیر قابل توجهی از چربی‌های غیراشباع [۲۳] مستعد فساد اکسیداسیونی بوده [۱۷] که توسعه فساد چربی، ضمن ایجاد طعم نامطلوب [۱۵] موجب تغییرات ناخوشایندی در رنگ [۱۳] و ویژگی‌های ظاهری گوشت [۳۴] می‌گردد. شکل‌های (۴)، (۵) و (۶) به ترتیب نشان‌دهنده تغییرات بو، طعم و رنگ نمونه‌های میگو می‌باشد.

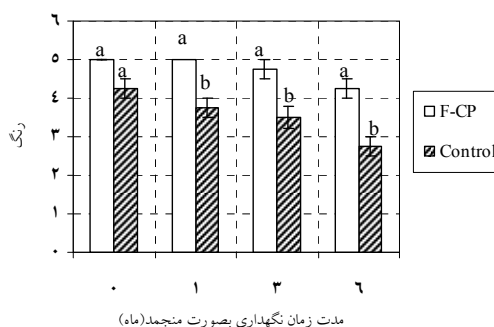


شکل ۴- اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر تغییرات بو میگو سفید هندی طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میان تیمارها در هر یک از زمان‌های نگهداری می‌باشد ( $P \leq 0/05$ ).





شکل ۵- اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر تغییرات طعم میگو سفید هندی طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میان تیمارها در هر یک از زمان‌های نگهداری می‌باشد ( $P \leq 0/05$ ).



شکل ۶- اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر تغییرات رنگ میگو سفید هندی طی ۶ ماه نگهداری به صورت منجمد. حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میان تیمارها در هر یک از زمان‌های نگهداری می‌باشد ( $P \leq 0/05$ ).

در این مطالعه، امتیازات داده شده برای خواص حسی (بو، طعم و رنگ) در هر دو تیمار طی ماه‌های نگهداری کاهش یافت که در این خصوص، افت مشاهده شده در شاخص‌های رنگ و بو برای تیمار شاهد و شاخص بو برای تیمار حاوی محصول قهوه‌ای شده، معنی‌دار بود ( $P \leq 0/05$ ). سرعت افت خواص حسی میگوهای حاوی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز پایین‌تر از نمونه شاهد بوده که این امر نشان‌دهنده اثر بازدارندگی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر افت کیفی گوشت میگو می‌باشد. همچنین علاوه بر اثر بازدارندگی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر افت کیفی در طول زمان، استفاده از این محصول، باعث ایجاد تغییرات محسوسی در ویژگی‌های حسی میگو گردید. به طوری که از دیدگاه گروه پنل، میگو حاوی محصول قهوه‌ای شده فروکتوز دارای بو، طعم و رنگ بسیار مطلوبی در مقایسه

با میگو تازه بدون این محصول بود. بنابراین می‌توان عنوان نمود که فروکتوز قهوه‌ای شده علاوه بر جلوگیری از افت کیفی و حسی میگو در طول مدت زمان نگهداری می‌تواند بر ظاهر و مقبولیت گوشت میگو نیز بسیار مؤثر باشد.

هدف عمده این پژوهش، بررسی اثر محصول قهوه‌ای شده فروکتوز بر اکسیداسیون چربی و افت کیفی گوشت میگو در شرایط انجماد بوده است. نتایج بیانگر آن بود که فروکتوز قهوه‌ای شده باعث کاهش نرخ اکسیداسیون چربی و بهبود خواص حسی فیله‌ها گردید. بنابراین می‌توان بیان داشت که استفاده از فروکتوز قهوه‌ای شده در شرایط قلیایی، می‌تواند در نگهداری و حفظ کیفیت مغذی بهبود خواص حسی میگو به‌عنوان یک ماده غذایی ارزشمند متمر ثمر واقع گردد.

#### منابع

1. Aubourg, S. 2001. Fluorescence study of the prooxidant activity of free fatty acids on marine lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 385-390.
2. Ben-gigirey, B., De Sousa, J.M., Villa, T.G., and Barros-Velazquez, J. 1999. Chemical changes and visual appearance of Albacore Tuna as related to frozen storage. *Journal of Science*, 64, 20-24.
3. Benjakul, S., and Bauer, F. 2001. Biochemical and physicochemical changes in catfish (*Silurus glanis Linne*) muscle as influenced by different freeze-thaw cycles. *Food Chemistry*, 72, 207-217.
4. Benjakul, S., Visessanguan, W., Phongkanpai, V., and Munehiko, T. 2005. Antioxidative activity of caramelisation products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. *Food Chemistry*, 90, 231-239.
5. Bhobe, A.M., and Pai, J.S. 1986. Study of the properties of frozen shrimps, *Journal of Food Science and Technology*, 23, 143-147.
6. Boonsumrej, S., Chaiwanichsiri, S., Tantratian, S., and 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.
7. Clark, E.M., Mahoney, A.W., and Carpenter, C.E. 1997. Heme and total iron in ready-to-eat chicken. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 124-126.
8. Covington, M.B. 2004. Omega-3 fatty acids. *Am. Family Physician*, 70, 133-140.
9. ESSIEN, E.U. 1995. Lipid content and fatty acid profiles of some lesser known Nigerian foods. *Journal of Food Biochemistry*, 19, 153-159.
9. Delgado-Andrade, C., Seiquer, I., and Navarro, P. 2004. Bioavailability of iron from a heat treated glucose-lysine model food system: Assays in rats and in Caco-2 cells. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1507-1513.

10. Dragoev, S.G., Kiosev, D.D., Danchev, S.A., Ionchev, N.I., and Genv, N.S. 1998. Study on oxidative processes in frozen fish, Bulgarine. *Journal of Agricultural Science*, 4, 55-65.
11. Egan, H., Krik, R.S., and Sawyer, R. 1997. Pearson's chemical Analysis of food, 9, 609-634.
12. Fennema, O.R., Karel, M., and Lund, D.B. 1975. *Principles of Food sciences* Part II. Physical principles of food preservation, Marcel Dekker, Inc., New York.
13. Haard, N.F. 1992. Biochemical reaction in fish muscle during frozen storage, In: Bligh E.G., *Seafood Science and Technology*, Oxford, Fishing News Books, 176-209.
14. He, Y., and Shahidi, F. 1997. Antioxidant activity of green tea and tea catechins in fish meat model system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (11), 4262-4266.
15. Karahadian, C., and Lindsay, R.C. 1989. Action of tocopherol type compound in directing reactions forming flavor compounds in autoxidizing fish oils. *JAACS*, 66 (9), 1302-1308.
16. Karmer, A., and Twigg, B. 1966. *Fundamental of Quality Control for the Food Industry*. 7<sup>th</sup> edn., AVI. *Tensylvania*, 505p.
17. Khatyat, A., and Schwall, D. 1983. Lipid oxidation in seafood. *Food Technology*, 7, 130-143.
18. Kim, J.S., and Lee, Y.S. 2009. Antioxidant activity of Maillard reaction products derived from aqueous glucose/glycine, diglycine, and triglycine model systems as a function of heating time. *Food Chemistry*, 116, 227-232.
19. Lin, C.C., and Lin, C.S. 2004. Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts, *Food Control*, 16, 169-175.
20. Londahl, G. 1997. Technological aspects of freezing and glazing shrimp, *INFOFISH International*, 3, 49-56.
21. Manzocco, L., Calligaris, S., Mastrocola, D., Nicoli, M.C., and Lerici, C.R. 2001. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 340-346.
22. Marales, F.J., and Jimenez-Perez, S. 2001. Free radical scavenging capacity of millard reaction products as related to color and fluorescence. *Food Chemistry*, 72, 119-125.
23. Morris, R.J., and Culkin, F. 1989. Fish. In: R.G., Ackman, Editor, *Marine Biogenic Lipids, Fats, and Oils*, CRC Press, FL. 2, 145-178.
24. Ozogul, Y., Ozyurt, G.O., Zogul, F., Kuley, E., and Polat, A. 2005. Freshness assessment of European eel (*Anguilla anguilla*) by sensory, chemical and microbiological methods. *Food Chemistry*, 92, 745-751.
25. Pedraja, R.R. 1970. Change of composition of shrimp and other marine animals during processing. *Food Technology*, 24, 1355-1360.

26. Rezaei, M., Hosseini, S.F., Langrudi, H.E., Safari, R., and Hosseini, S.V. 2008. Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*). *Food Chemistry*, 106, 1161-1165.
27. SAS Institute. 2005. SAS/STAT guide for personal computers, version 9.1. Cary, NC: SAS Institute Inc.
28. Silva, J.L., and Ammerman, G.R. 1993. Composition, lipid changes and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. *Journal of Applied Aquaculture*, 2 (2), 39-49.
29. Stodolink, L., Stawicka, A., Szczepanik, G., and Aubourg, S.P. 2005. Rancidity inhibition study in frozen whole mackerel (*Scomber scombrus*) following flaxseed (*Linum usitatissimum*) extracts treatment. *Grasas y Acetias*, 56 (3), 198-204.
30. Sumaya-Martinez, M.T., Thomas, S., Linard, B., Binet, A., and Guerad, F. 2005. Effect of Maillard reaction conditions on browning and antioxidant activity of sugar-tuna stomach hydrolysate model system. *Food Research International*, 38, 1045-1050.
31. Sun, W., Zhao, M., Cui, C., Zhao, Q., and Yang, B. 2010. Effect of Maillard reaction products derived from the hydrolysate of mechanically deboned chicken residue on the antioxidant, textural and sensory properties of Cantonese sausages. *Meat Science*, 86, 276-282.
32. Tarladgis, B.G., Watt, B.M., Younathan, M.T., and Dugan, L. 1969. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *JAOCs*, 37, 44-48.
33. Tsironi, T., Dermesonlouoglou, E., Giannakourou, M., and Taoukis, P. 2009. Shelf life modeling of frozen shrimp at variable temperature conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 664-671.
34. Undeland, I., and Lingnert, H. 1999. Lipid oxidation in fillets of herring (*Clupea harengus*) during frozen storage: Influence of prefreezing storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47, 2075-2081.
35. Yoshimura, Y., Iijima, T., Watanabe, T., and Nakazawa, H. 1997. Antioxidative effect of millard reaction products using glucose-glycine model system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4106-4109.
36. Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*, 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, Upper Saddle River New Jersey, 07458.



## Antioxidative effect of browned product of fructose on lipid oxidation and sensory attributes of Indian shrimp (*Penaeus indicus*) under frozen storage

\*H. Kashiri<sup>1</sup>, S. Haghparast<sup>1</sup>, Gh.H. Alipour<sup>2</sup>,  
B. Shabanpour<sup>3</sup> and M. Sudagar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Student of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>M.Sc. Graduated of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>Associate Prof. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2010-09; Accepted: 2011-10

### Abstract

The effect of browned product of fructose on lipid oxidation and sensory attributes of Indian shrimp (*Penaeus indicus*) was investigated during 6 month storage at -18°C. Sugar browning carried out at 100°C under alkaline condition (pH=10), then the browned sugar added to the shrimps in the rate of 15%. The assessment related to quality changes has been done at months 0, 1, 3 and 6th. The results showed that browned product of fructose reduced TBARS and FFA as compared with the control. Also, browned product of fructose resulted in reducing the rate of heme iron reduction of shrimp meat. Sensory assessment revealed that the use of browned product of fructose produced better sensory attributes (odor, taste and color) in comparison to the control. With respect to the results, browned product of fructose is a potential antioxidant to maintain the quality and improve sensory attributes of *Penaeus indicus*.

**Keywords:** Browned product; Shrimp; Fructose; Lipid oxidation

---

\*Corresponding author's e-mail: hadiskashiri@gmail.com

