تولید آمین های بیوژن در ماهی قزل آلا رنگین تیمار شده با عصاره گیاه علف مار (*Capparis spinosa*)

دکتر عباسعلی مطلبی [1*]، دکتر ودود رضویلر[1]، پوریا خادم[2]

۱. استاد، گروه بهداشت ومواد غذایی، دانشکد ه دامپزشکی، دانشگاه علوم وتحقیقات تهران، تهران - ایران.

۲. دانش آموخته، گروه بهداشت ومواد غذایی، دانشکد ه دامپزشکی، دانشگاه علوم وتحقیقات تهران، تهران - ایران.

پست الکترونیک نویسنده ی مسئول: pouryah1366@gmail.com

عنوان کوتاه: ماهی و عصاره گیاه علف مار

چکیده

در این مطالعه ۱۲۰ قطعه ماهی قزل‌الا رنگین کمان تهیه شد و در شش گروه مختلف به لحاظ تولید آمین‌های بیوژن در طی ۲۸ روز نگهداری در یخچال بررسی شدند. گروه‌ها عبارت بودند از: شاهد، فیله ماهی قزل‌آلا تازه؛ تیمار۱، بسته بندی به روش اتمسفر اصلاح شده (اکسیژن ۵٪، نیتروزن ۷۵٪ و دی اکسید کربن ۲۰٪)؛ تیمار ۲: غوطه‌ور در عصاره هیدروالکلی گیاه علف مار (۰/۲٪)؛ تیمار ۳: غوطه‌ور در عصاره هیدروالکلی گیاه علف مار (۰/۵٪)؛ تیمار ۴: غوطه‌ور در عصاره هیدروالکلی گیاه علف مار (۰/۲٪) و بسته‌بندی به روش اتمسفر اصلاح شده؛ تیمار ۵: غوطه‌ور در عصاره هیدروالکلی گیاه علف مار (۰/۵٪) و بسته‌بندی به روش اتمسفر اصلاح شده. از هر گروه ۴ نمونه در سه تکرار و پنج بار (روزهای ۰، ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸)، برداشت و ارزیابی شد. میزان هیستامین در روز ۱۴ نگهداری در یخچال در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ کاهش معنی‌داری نسبت به گروه‌های دیگر داشت ($p<0/05$). میزان پوتریسین در تیمارهای ۴ و ۵ کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد در روز ۲۸ داشت ($p<0/05$). میزان کاداورین در تیمار ۵ کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد و تیمار ۱ در روز ۲۸ داشت ($p<0/05$). بطور کلی این نتایج نشان داد که استفاده از عصاره علف مار همراه با بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده موجب کاهش تولید آمین‌های بیوژن در فیله ماهی قزل‌الا رنگین کمان شده که ماندگاری آن را بیشتر می‌کند.

واژه های کلیدی: اتمسفر اصلاح شده ، عصاره علف مار، ماهی قزل‌آلا رنگین کمان، آمین‌های بیوژن.

مقدمه:

درطول تاریخ، نگهداری وافزایش زمان ماندگاری مواد غذایی یکی از دغده‌های اصلی تمامی نسل‌های بشری بوده است که بسته به شرایط و امکانات موجود راه‌های متفاوتی را برای نگهداری مواد غذایی اتخاذ می‌کرده‌اند. از نقطه نظر مصرف‌کننده، مهمترین عوامل تعیین کیفیت محصولات دریایی عبارتند از ظاهر، بو، طعم، بافت، تردی، رنگ (خواص ارگانولپتیکی)، عدم حضور میکروارگانیسم‌های خاص، اندازه، ترکیب و غیره. تازگی مهمترین عامل کیفی برای مصرف‌کننده است که میزان یا درجه فساد ماهی و محصولات آن هنگام نگهداری را نشان می‌دهد (۶). جهت بررسی کنترل کیفی گوشت آبزیان از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. در صنایع شیلاتی برخی روش‌های شیمیایی، حسی و فیزیکی و باکتریایی مورد سنجش قرار گرفته و به عنوان شاخص میزان فساد مورد استفاده قرار می‌گیرند (۹ و ۱۱). آمین‌های بیوژن از راه دکربوکسیلاسیون باکتریایی اسیدهای آمینه در غذاها تشکیل می‌شوند (۲۳). تحقیقات نشان می‌دهند که طی نگهداری ماهی به دو صورت متفاوت پس از صید، سطوح متفاوتی از آمین‌های مهم مثل: پوترسین، هیستامین و کاداورین تشکیل می‌شود که همراه باکتریها از عوامل فساد آبزیان در یخ و یا حالت انجماد هستند (۱۹).

با توجه به اهمیت ماهی قزل‌آلارنگین کمان در بازارهای جهانی، افزایش زمان نگهداری آن بسیار مورد توجه می‌باشد. امروزه با توجه به تقاضای روزافزون مصرف ماهی تازه نسبت به منجمد بخاطر طعم و پخت بهتر، ماهی تازه بیشتر مورد پسند مردم است. به همین دلیل محققین تلاش بیشتری برای ماندگاری ماهی به صورت تازه نسبت به منجمد می‌کنند. ماهی قزل‌آلارنگین کمان بخاطر ویژگی-های مناسب (طعم ،بو وگوشت سفید) و ارزش غذائی، میزان تقاضای زیادی دارد اما عملکرد قوی آنزیم‌های اتولیتیک و فعالیت میکروبی در ماهی تازه موجب شده که این ماهی یکی ازفساد پذیرترین غذاها بشمار بیاید (۱۲).

میکروبهای دخیل در فساد ماهی از قبیل زیر گونه های سودوموناس و انتروباکتریاسه نقش اساسی در تخریب ماهی‌ها در یخچال بازی می‌کنند این میکرو ارگانسیم‌ها می‌توانند متابولیت‌هایی تولید کنند که باعث کاهش کیفیت غذا شود و نیمه عمر غذا را کاهش دهد (۱۶).

به منظور مهار فعالیت میکروبی و افزایش نیمه عمر غذاها، فناوری‌های نوین نگهداری غذاها مانند روش اتمسفر اصلاح شده و غوطه‌وری غذاها در عصاره‌های مختلف به کار گرفته شده است روش اتمسفر اصلاح شده روشی برای ماندگاری بیشتر غذاها از طریق جایگزین کردن سه گاز اکسیژن، نتیروژن و دی اکسید کربن در بسته بندی، نسبت گازهای درون بسته بندی را تغییر داده که سبب ماندگاری بیشتر ماده غذایی می گردد (۲۰). دی اکسید کربن یک گاز باکتریواستاتیک بوده که بر فلور میکروبی ماهی موثر است. شواهد نشان می دهد که سطوح بالای گاز دی‌اکسیدکربن می تواند رشد میکروبی را در فرآورده‌های ماهی مهار کند و نیمه عمر ماندگاری آنها را افزایش دهد. همچنین گاز نیتروژن جایگزین گاز اکسیژن می‌شود که سبب کاهش رشد میکروب‌های هوازی شده و نیز کاهش واکنش‌های اکسیداتیو می شود. در کل این گازها می‌توانند نیمه عمر ماهی‌ها را درون یخچال افزایش داده و کیفیت فرآورده‌ها را از طریق مهار میکروبی عامل فساد کاهش دهند (۲۱ و ۲۲).

گیاه علف مار عضوی از جنس کاپاریس و خانواده‌ی کاپاریداسه بوده که تحت عنوان *Capparis spinosa* شناخته می‌شود. بیش از ۲۵۰ گونه‌ی زایا دراین جنس وجود دارد که در مناطق تحت استوایی یا استوایی دنیا توزیع شده‌اند. گیاه علف مار به خاطر خصوصیاتش و ریشه‌های ۶ تا۱۰ متریش نامهای متفاوتی در دنیا دارد مانند کاپر (انگلیسی)، علف مار (فارسی)،کاپرو (ایتالیایی) و آلکاپارو (اسپانیایی) (۲۴ و ۲۵). مطالعات متعددی نشان داده که این گیاه دارای اثرات فارماکولوژیک متعددی مانند اثرات آنتی-اکسیدانی، آنتی‌میکروبی و ضدسرطان است (۱۵). تاکنون بکارگیری عصاره ریشه این گیاه به عنوان یک نگهدارنده طبیعی در فرآورده‌های ماهی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر عصاره ریشه گیاه علف مار بر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان دردمای ۱تا ۴ درجه سانتی‌گراد از طریق ارزیابی میزان آمین‌های مهم مثل: پوترسین، هیستامین و کاداورین است.

مواد وروش کار

۱۲۰ عدد ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان با میانگین وزنی۵۰ ± ۳۰۰ گرم ازمزرعه‌ای در ورامین خریداری شد و پس از قراردادن در بسته‌های یخ خرد شده، در اسرع وقت برای بسته‌بندی به شرکت بسته‌بندی اتکا انتقال یافتند. در آنجا ابتدا ماهی‌ها سرزنی شده و در شرایط استریل پاک شده و بعد بصورت فیله در آمدند. بسته بندی‌ها شامل ۳۰۰ گرم فیله ماهی بوده که در شش گروه (سه تایی) تیمار تقسیم بندی شدند: شاهد: که فیله ماهی قزل‌آلا تازه بدون بسته‌بندی به روش اتمسفر اصلاح شده و بدون غوطه‌وری درعصاره هیدروالکلی گیاه، در دمای یخچال نگهداری شدند. تیمار۱: فقط به روش اتمسفر اصلاح شده با ترکیب سه گاز اکسیژن (۵٪)، نیتروزن (۷۵٪) و دی‌اکسیدکربن (۲۰٪) با دستگاه BOX42 (Henkelman, Nehterland) بسته‌بندی و در دمای یخچال نگهداری شدند. تیمار ۲: بدون بسته‌بندی (در اتمسفر معمولی) فقط درعصاره هیدروالکلی گیاه در غلظت ۰/۲درصد غوطه‌ور نموده و سپس در دمای یخچال نگهداری شدند. تیمار ۳: بدون بسته‌بندی (در اتمسفر معمولی) فقط درعصاره هیدروالکلی گیاه درغلظت ۰/۵درصد غوطه‌ور نموده و سپس در دمای یخچال نگهداری شدند. تیمار ۴: درعصاره هیدروالکلی گیاه در غلظت ۰/۲درصد غوطه‌ور شده و سپس به روش اتمسفر اصلاح شده بسته‌بندی و در دمای یخچال نگهداری شدند. تیمار ۵: درعصاره هیدروالکلی گیاه در غلظت ۰/۵درصد غوطه‌ور شده و سپس به روش اتمسفر اصلاح شده بسته‌بندی و در دمای یخچال نگهداری شدند. از هر تیمار و شاهد در روزهای ۷،۱۴،۲۱،۲۸ ، ۰ سه نمونه برداشت شده و میزان آمین‌های بیوژن آنها به عنوان معیار فساد در سه تکرار اندازه‌گیری شد.

جهت عصاره‌گیری، ابتدا پوست ریشه گیاه جدا شده و بعد از گذراندن مراحل خشک‌شدن در سایه، در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، توسط دستگاه آسیاب الکتریکی پودر شد. سپس میزان ۳۰ گرم پودر گیاه در ۲۵۰ میلی‌لیتر حلال مایع هیدروالکلی اتانل۷۰ درصد اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. محلول حاصله پس از مخلوط شدن به وسیله کاغذ صافی واتمن شماره یک فیلترگردید. به رسوب باقیمانده مجدداً حلال هیدروالکلی اتانل ۷۰ درصد اضافه شد و دوباره به همان ترتیب فیلتر گردید و این عمل سه بار برای هر رسوب تکرار شد. تمام محلول‌های به دست آمده با استفاده از دستگاه روتاری ساخت شرکت هیدولف آلمان در شرایط خلاء تغلیظ شدند. برای تهیه پودر خشک، ماده حاصله به مدت چهار روز در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، در دستگاه آون قرار داده شد. سپس عصاره‌ی به دست آمده در غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۵ درصد تهیه و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

استخراج آمین‌های بیوژن بر اساس روش Meitz and Karmas انجام شد (۱۴). جهت مشتق‌سازی، به ماده خشک باقیمانده در بخش استخراج، ۱ میلی‌لیتر هیدروکسیدسدیم ۲ مولار اضافه شد. سپس ۵ میکرولیتر بنزویل کلراید اضافه و مخلوط گردید. اجازه داده شد تا محلول به مدت ۲۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه بماند. بعد ۲ میلی لیتر محلول کلرید سدیم اشباع اضافه کرده تا عمل

مشتق‌سازی متوقف گردد. ۲ میلی‌لیتر دی‌اتیل‌اتر اضافه، و بخوبی تکان داده شد و سپس به مدت ۵ دقیقه در ۲۵۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. سپس فاز بالایی (اتر) به لوله تمیز منتقل و تبخیر، تا خشک شود (۷).

ارزیابی کاداورین، هیستامین و پوتریسین این مرحله از آزمایش نیز بر اساس روش Dawood و همکاران انجام شد (۷). از عصاره‌های استخراج شده از بافت عضله هر ماهی در تمامی گروه‌ها ، به میزان ۲۰ میکرولیتر به دستگاه HPLC تزریق گردید که با توجه به کروماتوگرام‌های به دست آمده و سطوح زیر این کروماتوگرام‌ها، غلظت آمین‌ها توسط معادله‌ی خطی به دست آمده از منحنی استاندارد محاسبه گردید. آمین‌های پوترسین، کاداورین و هیستامین بر اساس تطابق زمان ماندگاری پیک های نمونه‌ئ مجهول با نمونه‌های استاندارد، شناسایی و با توجه به سطح زیر منحنی پیک‌ها با استفاده از منحنی استاندارد مربوطه تعیین غلظت شدند. تمام بررسی‌ها در سه تکرار انجام شد.

همه‌ی داده‌های به دست آمده به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شد و با نرم افزار Spss نسخه ۱۲ و با تست One way ANOVA در سطح معنی دار $p<۰/۰۵$ مورد آنالیز آماری قرار گرفت

نتایج

هر سه آمین مورد بررسی یعنی پوترسین، کاداورین و هیستامین در روش نگهداری ماهیان در یخچال، توسط دستگاه HPLC ردیابی شدند. نتایج تغییرات هیستامین (میانگین ± انحراف معیار) درگروه شاهد و گروه های تیمار شده با عصاره گیاه علف مار و اتمسفر معمولی و یا اصلاح شده (جدول ۱)، بیانگر این است که بین گروه‌های مختلف در یک روز معین، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) بجز در روز ۱۴ نگهداری در یخچال که میزان هیستامین در تیمارهای ۳، ۴ و ۵ کاهش معنی‌داری نسبت به گروه‌های دیگر داشت ($p<۰/۰۵$). بررسی نتایج تغییرات هیستامین در روزهای مختلف آزمایش حاکی از آن بود که افزایش معنی‌داری در روزهای ۱۴، ۲۱ و ۲۸ نسبت به روزهای ۰ و ۷ در همه گروه‌ها وجود دارد ($p<۰/۰۵$).

نتایج به دست آمده از تغییرات پوتریسین در گروه‌های مورد مطالعه به شکل میانگین ± انحراف معیار در طول روزهای نگهداری در یخچال در جدول ۲ آورده شده است. این نتایج نشان داد که بین گروه‌های مختلف در یک روز معین، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($p>۰/۰۵$) بجز در روز ۲۸ نگهداری در یخچال که میزان پوترسین در تیمارهای ۴ و ۵ کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت ($p<۰/۰۵$). بررسی نتایج تغییرات پوترسین در روزهای مختلف آزمایش حاکی از آن بود که افزایش معنی‌داری در روز ۲۸ نسبت به روزهای دیگر و در روز ۲۱ نسبت به روزهای ۰، ۷، و ۲۸ در همه گروه‌ها وجود دارد ($p<۰/۰۵$).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان کاداورین در گروه‌ها و روزهای مختلف آزمایش به صورت میانگین ± انحراف معیار در جدول ۳ گزارش شده است. این نتایج حاکی از آن بود که که بین گروه‌های مختلف در یک روز معین، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود

نداشت (p>۰/۰۵) بجز در روز ۲۸ نگهداری در یخچال که میزان کاداورین در تیمار ۵ کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد و تیمار ۱ داشت (p<۰/۰۵). نتایج تغییرات کاداورین در روز های مختلف آزمایش حاکی از آن بود که افزایش معنی‌داری در روز ۲۸ نسبت به روزهای دیگر و در روز ۲۱ و ۲۸ نسبت به روزهای دیگر در همه گروه‌ها وجود دارد (p<۰/۰۵).

بحث

آمین‌های بیوژن به عنوان شاخص‌های شیمیایی فساد در حالی مطرح می‌گردند که این آمین‌ها در مقابل درجه‌حرارت بسیار مقاوم بوده و ساختار آنها به راحتی تخریب نمی‌گردد. از این‌رو از طریق اندازه‌گیری این آمین‌ها حتی در غذاهای حرارت داده شده برای مصرف انسان می‌توان در مورد میزان این آمین‌ها در غذا و همچنین سالم بودن آن فراورده غذایی قضاوت نمود (۲۷). تحقیقات دانشمندان عدم تخریب ساختمان این آمین‌ها را در درجه حرارت‌های بالا به خوبی نشان می‌دهد. Luten و همکاران در سال ۱۹۹۲ گزارش کردند که آمین‌های بیوژن در برابر حرارت و گرما بسیار پایدار هستند و وقتی تشکیل می‌شوند حتی به وسیله‌ی نگهداری در دمای اتوکلاو ساختار آنها را نمی توان تخریب نمود (۱۰). افشارمنش و همکاران در سال ۱۳۹۱ گزارش کردند که با افزایش بار باکتریایی در عضله ماهی، میزان تولید آمین‌های پوترسین، کاداورین و هیستامین افزایش می‌یابد و این دو عامل یعنی بار باکتریایی و تولید آمین‌ها با یکدیگر رابطه ی تنگاتنگ و مستقیمی دارند (۱). آنها همچنین دریافتند که در طی نگهداری ماهی در یخ و یا انجماد، بیشترین مقدار آمین‌ها مربوط به نمونه‌هائی بوده است که بیشترین بار باکتریایی را از قبل داشته اند. تولید آمین هیستامین در حالت یخ و انجماد بسته به تولید آمین پوترسین و کاداورین است و با افزایش تولید پوترسین و کاداورین، میزان تولید آمین هیستامین نیز افزایش می‌یابد. در این تحقیق با نگهداری ماهیان در دمای یخچال، بدیهی است که باکتری‌های سرمادوست رشد و بقای بهتر و بیشتری نسبت به باکتری‌های مزوفیل و ترموفیل خواهند داشت (۱). به همین خاطر باید انتظار داشت که تاثیر این باکتری‌ها در بوجود آوردن برخی شاخص‌های کنترل کیفی موثرتر و مشهودتر خواهد بود. تحقیقات نشان می‌دهد که باکتری‌های سرمادوست و مزوفیل در تشکیل آمین‌ها نقش مهمی را بازی می‌کنند و از عوامل اصلی تشکیل پوترسین و کادورین هستند (۵).

فیله ماهی قزل‌آلا رنگین‌کمان به علت داشتن سطوح بالای اسیدهای چرب غیراشباع (بیش از ۵۰٪) به اکسیداسیون چربی درطول نگهداری دریخچال بسیار حساس بوده که این مسئله منجربه کاهش کیفیت و ایجاد بوی نامطبوع شده و زمان ماندگاری آن را بطور قابل توجهی تنزل می‌بخشد. از طرفی مطالعات نشان می‌دهد بسته‌بندی فیله ماهیان به روش اتمسفر اصلاح شده کمترین مقادیر پراکسید را تولید کرده و ماندگاری را افزایش می‌دهد (۲ و ۲۶). همچنین غوطه‌ورسازی فیله ماهیان در عصاره‌ی برخی گیاهان توانسته میزان اکسیداسیون را کاهش داده و تولید پراکسید و ترکیبات آمینی را کم کند. در مطالعه‌ای که توسط Pezeshk و

همکاران در سال (۲۰۱۱) انجام شد، نشان داده شد که عصاره شلغم در به تاخیر انداختن فرآیند اکسیداسیون اولیه چربی در فیله ماهی قزل‌آلارنگین‌کمان که دردمای ۴ تا ۱درجه سانتی‌گراد نگهداری شده اند موثربود (۱۷).

همچنین Raeisi و همکاران در سال ۲۰۱۶ گزارش کردند که هم تعداد باکتری‌های سایکروفیل و هم اکسیداسیون چربی به طرز قابل توجهی در فیله ماهی غوطه‌ور شده در عصاره زیره و نعنا کاهش یافت (۱۸). Khaniky و همکاران درسال ۲۰۱۵ گزارش کردند که غوطه ورکردن فیله ماهی قزل‌آلارنگین در عصاره دانه انار موجب کاهش تولید اسیدهای چرب آزاد در دمای نگهداری ۴ درجه سانتی گراد شد. آنان بیان کردند که این عصاره دارای خواص آنتی اکسیدانی بوده است (۸). مشابه این نتایج در مطالعه Mexis و همکاران نیز در بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره پونه کوهی بر قابلیت نگهداری فیله ماهی قزل آلا مشاهده می‌شود (۱۳). درطی مطالعاتی که در سالهای (۲۰۰۹) و (۲۰۱۴) بر روی نگهدارندگی عصاره ریشه گیاه علف مار انجام شد، نشان داد که این اثر نگهدارندگی عصاره ریشه گیاه علف مار احتمالا به خاطر ترکیبات فنولی آن است که نقش اساسی در پایدارسازی و کاهش اکسیداسیون چربی بازی می‌کند (۳ و ۴).

بطور کلی، نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از آنست که غوطه‌ور سازی فیله ماهی قزآلارنگین کمان با گیاه علف مار همراه با بسته بندی به روش اصلاح شده می‌تواند در طولانی مدت ماندگاری آن را در یخچال افزایش دهد. این مطالعه همچنین نشان داد که غوطه‌ورسازی به تنهائی یا بسته‌بندی به روش اصلاح شده نمی‌تواند اثر قابل‌توجهی بر کاهش تولید آمین‌های بیوژن و در نتیجه افزایش زمان ماندگاری داشته باشد.

منابع

۱- افشارمنش، شیوا؛ پیغمبری، سید یوسف؛ شعبان پور، بهاره؛ سواری، احمد؛ بررسی تغییرات برخی آمین‌های بیوژنیک ماهی گیدر (*Thunnus albacares*) نگهداری شده در یخ و انجماد در شناورهای صیادی چابهار؛ اقیانوس‌شناسی؛ ۱۳۹۱؛ ۱۰؛ ۵۹-۶۷.

2- Alfaro, B.; Hernández, I.; Le Marc, Y. and Pin, C.; Modelling the effect of the temperature and carbon dioxide on the growth of spoilage bacteria in packed fish products. Food Control; 2013; 29(2): 429-437.

3- Bonina, F.; Puglia, C.; Ventura, D.; Aquino, R.; Tortora, S.; Sacchi, A.; Saija, A.; Tomaino, A.; Pellegrino, M. and de Capariis, P.; In vitro antioxidant and in vivo photoprotective effects of a lyophilized extract of *Capparis spinosa L.* buds. Int. J. Cosmet. Sci; 2002; 53(6): 321-336.

4- Chen, Q.; Gan, Z.; Zhao, J.; Wang, Y.; Zhang, S.; Li, J. and Ni, Y.; In vitro comparison of antioxidant capacity of cumin (*Cuminum cyminum L.*) oils and their main components. LWT - Food Sci. Technol; 2014; 55(2): 632-637.

5- Chytiri, S.; Paleologos, E.; Savvaidis, I. and Kontominas, M.G.; Relation of biogenic amines with microbial and sensory changes of whole and filleted freshwater rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored on ice. J. Food Prot.; 2004; 67(5): 960-965.

6- Connell, J.; Methods of assessing and selecting for quality. Control of fish quality; 3rd Ed.; Fishing News Books, Oxford, 1990; pp: 240-256.

7- Dawood, A.A.; Karkalas, J.; Roy, R.N. and Williams, C.S.; The occurrence of non-volatile amines in chilled-stored rainbow trout (*Salmo irideus*). Food Chem; 1988; 27(1): 33-45.

8- Khaniky, J.; Reza, G.; Salehi, A.; Shariatifar, N.; Alimohammadi, M. and Sedighara, P.; Evaluation of Antioxidant Effects of Water and Ethanolic Extracts of Iranian Pomegranate Seed on Lipid Quality of Trout Fillet and Determining the Level of Perishability at 2-4° C. J. Neyshabur. Univ. Med. Sci; 2015; 3(2): 10-17.

9- Lakshmanan, P.; Fish spoilage and quality assessment. In T. S. G. Iyer, M. K. Kandoran, Mary Thomas, and P. T. Mathew (ed.), Quality assurance in seafood processing. Society of Fisheries technologists, Cochin, India; 2000; pp: 26–40.

10- Luten, J.; Bouquet, W.; Seuren, L.; Burggraal, M.; Riekwel-Booy, G.; Durand, P.; Etienne, M.; Gouyou, J.; Landrein, A. and Ritchie, A.; Biogenic amines in fishery products: standardization methods within EC. Dev. Food Sci; 1992.

11- Macagnano, A.; Careche, M.; Herrero, A.; Paolesse, R.; Martinelli, E.; Pennazza, G.; Carmona, P.; D'amico, A. and Di Natale, C.; A model to predict fish quality from instrumental features. Sens. Actuators B Chem; 2005; 111: 293-298.

12- Martinsdóttir, E.; Quality management of stored fish; in Safety and quality issues in fish processing. In H. A. Bremner (Ed.), Safety and quality issues in fish processing; Woodhead Publishing Limited England, 2002; pp: 360–378.

13- Mexis, S.; Chouliara, E. and Kontominas, M.; Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4 C. Food Microbiol; 2009; 26(6): 598-605.

14- Mietz, J.L. and Karmas, E.; Polyamine and histamine content of rockfish, salmon, lobster, and shrimp as an indicator of decomposition. J. Assoc. Off. Anal. Chem; 1978; 61(1):139-145.

15- Nabavi, S.F.; Maggi, F.; Daglia, M.; Habtemariam, S.; Rastrelli, L. and Nabavi, S.M.; Pharmacological effects of Capparis spinosa L. Phytother. Res; 2016; 30(11): 1733-1744.

16- Olafsdottir, G.; Nesvadba, P.; Di Natale, C.; Careche, M.; Oehlenschläger, J.; Tryggvadottir, S.V.; Schubring, R.; Kroeger, M.; Heia, K. and Esaiassen, M.; Multisensor for fish quality determination. Trends Food Sci. Technol; 2004; 15(2): 86-93.

17- Pezeshk, S.; Rezaei, M. and Hosseini, H.; Antibacterial and antioxidant activities of shallot extract (*Allium ascalonicum*) on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during chilled (4±1°C) storage. Iran J. Nutr. Sci. Food Technol; 2011; 6(2): 11-19.

18- Raeisi, S.; Quek, S.Y.; Ojagh, S.M. and Alishahi, A.R.; Effects of cumin (*Cuminum cyminum L.*) seed and wild mint (*Mentha longifolia L.*) leaf extracts on the shelf life and quality of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets stored at 4°C±1. J. Food Saf; 2016; 36(2): 271-281.

19- Rawles, D.D.; Flick, G.J. and Martin, R.E.; Biogenic amines in fish and shellfish; In Advances in Academic Press, 1996; pp. 329–365.

20- Rodrigues, B.L.; da Silveira Alvares, T.; Sampaio, G.S.L.; Cabral, C.C.; Araujo, J.V.A.; Franco, R.M.; Mano, S.B. and Junior, C.A.C.; Influence of vacuum and modified atmosphere packaging in combination with UV-C radiation on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. Food Control; 2016; 60: 596-605.

21- Rodriguez, M.; Junior, C.C.; Carneiro, C.; Franco, R. and Mano, S.; The effect of carbon dioxide on the shelf life of ready-to-eat shredded chicken breast stored under refrigeration. Poult. Sci; 2013; 93(1): 194-199.

22- Sivertsvik, M.; Jeksrud, W.K. and Rosnes, J.T.; A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products–significance of microbial growth, activities and safety. Int. J. Food Sci. Technol; 2002; 37(2): 107-127.

23- Taylor, S.L. Determination of histamine, putrescine and cadaverine in sea food quality determination. In Proceeding of an International Symposium Coordination by the University of Alaska; Elsevier Amsterdam, 1986; pp: 235-245.

24- Tesoriere, L.; Butera, D.; Gentile, C. and Livrea, M.; Bioactive components of caper (*Capparis spinosa L.*) from Sicily and antioxidant effects in a red meat simulated gastric digestion. J. Agric. Food Chem; 2007; 55(21): 8465-8471.

25- Tlili, N.; Elfalleh, W.; Saadaoui, E.; Khaldi, A.; Triki, S. and Nasri, N.; The caper (*Capparis L.*): Ethnopharmacology, phytochemical and pharmacological properties. Fitoterapia; 2011; 82(2): 93-101.

26- Turan, H. and Kocatepe, D.; Different MAP conditions to improve the shelf life of sea bass. Food Sci. Biotechnol; 2013; 22(6): 1589-1599.

27- Veciana-Nogues, M.; Mariné-Font, A. and Vidal-Carou ,M.; Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationships with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines, and organoleptic changes. J. Agric. Food Chem; 1997; 45(6): 2036-2041.

جدول۱- میانگین (± انحراف معیار) تغییرات هیستامین در گروه‌های مختلف تیمار شده با عصاره گیاه علف مار در روزهای مختلف

	هیستامین (میکروگرم به ازای هر گرم)					
روز	شاهد	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار۴	تیمار۵
۰	۰/۶۱±۰/۳۳^{Aa}	۰/۶۱±۰/۳۳^{Aa}	۰/۶۱±۰/۳۳ ^{Aa}	۰/۶۱±۰/۳۳ ^{Aa}	۰/۶۱±۰/۳۳ ^{Aa}	۰/۶۱±۰/۳۳ ^{Aa}
۷	۰/۷۳±۰/۳۳^{Aa}	۰/۶۹±۰/۲۰ ^{Aa}	۰/۶۶±۰/۱۰ ^{Aa}	۰/۶۷±۰/۱۰ ^{Aa}	۰/۶۴±۰/۲۰ ^{Aa}	۰/۶۴±۰/۲۰ ^{Aa}
۱۴	۰/۹۶±۰/۱۲^{Ba}	۰/۸۹±۰/۰۱ ^{Ba}	۰/۸۱±۰/۰۱ ^{Bab}	۰/۷۹±۰/۰۱ ^{Bb}	۰/۷۷±۰/۰۹ ^{Bb}	۰/۷۵±۰/۰۹ ^{Bb}
۲۱	۱۴/۲۹±۰/۰۴^{Ca}	۱۳/۹۰±۰/۰۴ ^{Ca}	۱۲/۹۰±۰/۰۹ ^{Ca}	۱۱/۱۰±۰/۱۲ ^{Ca}	۱۰/۶۰±۰/۱۲ ^{Ca}	۱۰/۱۰±۰/۱۲ ^{Ca}
۲۸	۱۶/۳۰±۰/۱۶^{Ca}	۱۴/۲۰±۰/۱۲ ^{Ca}	۱۳/۲۰±۰/۱۲ ^{Ca}	۱۲/۲۰±۰/۱۲ ^{Ca}	۱۱/۵۰±۰/۰۸ ^{Ca}	۱۱/۱۰±۰/۰۸ ^{Ca}

حروف بزرگ نشان از اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در هرستون دارد. حروف کوچک نشان از اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در هر ردیف دارد.

جدول۲- میانگین (± انحراف معیار) تغییرات پوتریسین در گروه‌های مختلف تیمار شده با عصاره گیاه علف مار در روزهای مختلف

پوتریسین (میکروگرم به ازای هر گرم)						
روز	شاهد	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار۴	تیمار۵
۰	۱۰/۲۹±۰/۳۳^{Aa}	۱۰/۲۹±۰/۳۳^{Aa}	۱۰/۲۹±۰/۳۳^{Aa}	۱۰/۲۹±۰/۳۳^{Aa}	۱۰/۲۹±۰/۳۳^{Aa}	۱۰/۲۹±۰/۳۳^{Aa}
۷	۱۲/۶۱±۰/۳۳^{Aa}	۱۱/۶۰±۰/۲۰^{Aa}	۱۰/۳۰±۰/۱۰^{Aa}	۱۰/۱۰±۰/۱۰^{Aa}	۹/۰۹±۰/۲۰^{Aa}	۸/۹۰±۰/۲۰^{Aa}
۱۴	۱۷/۴۰±۰/۱۲^{ABa}	۱۶/۸۰±۰/۱۰^{ABa}	۱۴/۴۰±۰/۱۰^{ABa}	۱۴/۲۰±۰/۰۹^{ABa}	۱۲/۴۰±۰/۰۹^{ABa}	۱۱/۱۰±۰/۰۹^{ABa}
۲۱	۲۵/۲۹±۰/۰۴^{Ba}	۲۴/۹۰±۰/۰۴^{Ba}	۲۲/۹۰±۰/۰۹^{Ba}	۲۱/۱۰±۰/۰۹^{Ba}	۱۹/۶۰±۰/۱۲^{Ba}	۱۸/۱۰±۰/۱۲^{Ba}
۲۸	۴۳/۳۰±۰/۱۶^{Ca}	۴۰/۲۰±۰/۱۲^{Cab}	۳۹/۲۰±۰/۱۲^{Cab}	۳۷/۲۰±۰/۱۲^{Cab}	۳۵/۵۰±۰/۰۸^{Cbc}	۳۳/۱۰±۰/۰۸^{Cbc}

حروف بزرگ نشان از اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در هرستون دارد. حروف کوچک نشان از اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در هر ردیف دارد.

جدول۳- میانگین (± انحراف معیار) تغییرات کاداورین در گروه های مختلف تیمار شده با عصاره گیاه علف مار در روزهای مختلف

	کاداورین (میکروگرم به ازای هر گرم)					
روز	شاهد	تیمار۱	تیمار۲	تیمار۳	تیمار۴	تیمار۵
۰	۶/۳۲±۰/۳۳^{Aa}	۶/۳۲±۰/۳۳^{Aa}	۶/۳۲±۰/۳۳^{Aa}	۶/۳۲±۰/۳۳^{Aa}	۶/۳۲±۰/۳۳^{Aa}	۶/۳۲±۰/۳۳^{Aa}
۷	۶/۱۰±۰/۳۳^{Aa}	۶/۹۰±۰/۲۰^{Aa}	۸/۳۰±۰/۲۰^{Aa}	۷/۱۰±۰/۱۰^{Aa}	۶/۰۹±۰/۲۰^{Aa}	۶/۰۷±۰/۲۰^{Aa}
۱۴	۱۴/۴۰±۰/۱۲^{Ba}	۱۴/۴۰±۰/۱۲^{Ba}	۱۲/۴۰±۰/۱۰^{Ba}	۱۲/۲۰±۰/۱۰^{Ba}	۱۱/۴۰±۰/۰۹^{Ba}	۱۱/۱۰±۰/۰۹^{Ba}
۲۱	۲۶/۲۹±۰/۰۴^{Ca}	۲۶/۲۹±۰/۰۴^{Ca}	۲۳/۹۰±۰/۰۹^{Ca}	۲۲/۱۰±۰/۰۹^{Ca}	۲۱/۶۰±۰/۱۲^{Ca}	۲۰/۱۰±۰/۱۲^{Ca}
۲۸	۳۰/۳۰±۰/۱۶^{Ca}	۳۰/۳۰±۰/۱۷^{Ca}	۲۸/۲۰±۰/۱۲^{Cab}	۲۷/۲۰±۰/۱۲^{Cab}	۲۵/۳۰±۰/۰۸^{Cab}	۲۱/۱۰±۰/۰۸^{Cb}

حروف بزرگ نشان از اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در هرستون دارد. حروف کوچک نشان از اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در هر ردیف دارد.

Biogenic amines production in rainbow trout treated by Caper (*Capparis spinosa*) extract

Motalebi A.A.[1]; Razavilar V.[1]; Khadem P.[2*]

1. Professor, Department of Health, Aquatic Animal Health and Disease, Faculty of Specialized Veterinary Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Student, Department of Health, Aquatic Animal Health and Disease, Faculty of Specialized Veterinary Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Summary

In this study, 120 rainbow trout fish were prepared and investigated for the production of biogenic amines in six different groups during 28 days stored at refrigerator. The groups were included as control, fresh rainbow trout fillet; treatment 1, packaged with modified atmosphere packaging (O_2 5%, CO_2 20%, N_2 75%); treatment 2, dipped in Caper extracts (0.2%); treatment 3, dipped in Caper extracts (0.5%); treatment 4, dipped in Caper extract (0.2) and packaged with modified atmosphere packaging; treatment 5, dipped in Caper extracts (0.5) and packaged with modified atmosphere packaging. From each group, 4 samples were prepared and evaluated as triplicate at five times (0, 7, 14, 21, 28 days). The amount of histamine was significantly decreased at treatments 3, 4 and 5 in day 14 of refrigerator storage compared to other groups ($p<0.05$). The amount of putrecine significantly decreased at treatments 4 and 5 in day 28 compared to control ($p<0.05$). The amount of cadaverine significantly decreased at treatment 5 in day 28 compared to control and treatment 1 ($p<0.05$). In conclusion, these results showed that using of Caper extract associated with modified atmosphere packaging reduce the production of biogenic amines in rainbow trout fillet that increase its shelf life.

Keywords: modified atmosphere, Caper extract, rainbow trout fish, biogenic amines.

* Corresponding author's Email: pouryah1366@gmail.com