بررسی مقایسه‌ای سه روش اندازه‌گیری تری‌متیل‌آمین، ازت فرار تام و شمارش کلی باکتریهای هوازی سرمادوست در تعیین کیفیت برخی از ماهیان دریایی استخوانی

دکتر افشین آخوندزاده[1] دکتر سعید بکایی[1] دکتر تقی زهرایی‌صالحی[2]

مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۵۵، شماره ۴، ۷۴-۷۱، (۱۳۷۹)

با توجه به اهمیت ماهی و سایر فرآورده‌های دریایی به‌عنوان یک منبع پروتئینی باارزش و قابل دسترس و با عنایت به فسادپذیری سریع این محصولات برای ارایه راهکارهایی جهت بررسی هر چه سریعتر، اقتصادی‌تر و مطمئنتر این محصول دو روش کنترل کیفی شیمیایی ماهی یعنی روش ماکروکلدال برای اندازه‌گیری ازت فرار تام (TVN) و اندازه‌گیری تری‌متیل‌آمین (TMA) و یک روش کنترل کیفی میکروبی ماهی یعنی شمارش کلی باکتریهای هوازی سرمادوست (TC) در ۳۰ نمونه ماهی استخوانی دریایی (هور " Thunnus tonggol "، اسبک " Istiophorus platy pterus " و زرده " Euthynnus affinis " متداول عرضه شده به کارخانجات کنسروسازی و بازارهای فروش در سطح تهران مورد ارزیابی قرار گرفتند. با انجام آنالیز واریانس و آنالیز همبستگی فقط بین نتایج TC و TMA همبستگی مستقیم وجود داشت ($R=0/8110$) و ($P<0/05$). همچنین براساس فرض مستقل‌بودن TC و وابسته‌بودن TMA با انجام آزمون آنالیز رگرسیون خطی ارتباط خطی بین TC و TMA به‌دست آمد و مدل پیشگو ارایه گردید. در ضمن با در نظرگرفتن حد استاندارد 10^7 باکتری سرمادوست در هر گرم ماهی برای شمارش کلی باکتریهای هوازی سرمادوست و میزان حد مجاز ۳۰ میلی‌گرم ازت فرار تام در هر ۱۰۰ گرم و حد مجاز ۸ میلی‌گرم تری‌متیل آمین در هر ۱۰۰ گرم ماهیان استخوانی دریایی از ۳۰ نمونه مورد آزمایش ۲۹ نمونه (۹۶/۶ درصد) از لحاظ پذیرش و عدم پذیرش برای مصرف‌کننده فقط از جنبه دو فاکتور آزمایش‌شده TC و TMA مشابه هم بودند. با انجام آزمون مربع کای (χ^2) و محاسبه ضریب توافق چوپروف (Tchouproff) همبستگی شدیدی بین دو فاکتور مورد نظر یعنی TC و TMA وجود داشت (χ^2 = ۸۳/۰۸) و ($P<0/001$) و ضریب توافق چوپروف = ۸۲/۷۱ درصد.

واژه‌های کلیدی : تری‌متیل آمین، ازت فرار تام، شمارش کلی، کنترل کیفی، ماهی استخوانی.

مرحله فساد یا گندیدگی بعد از مرحله اتولیز آغاز می‌گردد. عوامل عمده ایجادکننده فساد عبارت‌اند از : عوامل باکتریایی، آنزیمی، فیزیکی و شیمیایی (۱۷، ۱۶، ۵، ۳).

میلیونها باکتری و سایر میکروارگانیسمها که تعدادی از آنها قدرت ایجاد فساد را نیز دارند در سطح خارجی بدن ماهی در آبششها و روده‌ها موجود می‌باشد. این باکتریها در زمان حیات ماهی فاقد هر گونه خطری برای ماهی بوده و بعضی از اینها جزو فلور طبیعی هستند و ماهی را در مقابل بعضی از خطرات حفظ می‌کنند. بعد از مرگ ماهی این باکتریها به بافتها هجوم برده و بتدریج وارد آبششها، کلیه‌ها، وریدها و شریانها، پوست و صفاق می‌شوند (۱۶).

پدیده فساد بیشتر ناشی از باکتریهایی است که در سطح پوست، آبششها و روده‌ها موجود می‌باشند (۱۴). این باکتریها شامل باکتریهای هوازی یا هوازی اختیاری، گرم منفی، میله‌ای و سرمادوست که شامل سویه‌های پزودوموناس، آلترموناز، مورکسیلا، آکتینوباکتر، فلاوباکتر و ویبریو می‌باشند. همچنین باکتریهای گرم مثبت نظیر میکروکوکوس، باسیلها و کورینه فورمها نیز گزارش شده است (۱۴ و ۱۳).

این باکتریها ابتدا به آهستگی رشد کرده و سپس بسیار سریع تکثیر یافته و به داخل بافتها هجوم می‌برند و با عناصر سازنده بافتها ترکیبات کمپلکسی را به‌وجود می‌آورند و این ترکیبات کمپلکس باعث تغییر در بو و مزه ماهی می‌شود. همچنین فعالیت این باکتریها باعث تجزیه تری‌متیل آمین اکسید (TMAO) و تولید تری‌متیل‌آمین می‌شود که از مواد اصلی است که به ماهی بوی بد می‌دهد (۵).

هنریک هاس (۱۹۸۸) گزارش می‌کند که در هنگام صید ماهی تعداد باکتریها در هر سانتیمتر مربع پوست 10^7-10^3 در هر گرم بافت آبشش 10^9-10^3 و در هر گرم بافت روده نیز 10^9-10^3 عدد می‌باشد. این میزان وسیع منعکس‌کننده اثرات محیط برروی ماهیها است. به‌طوری که در آبهای سرد و تمیز که ماهی صید شود این تعداد به میزان ۱۰۰-۱۰ باکتری در هر سانتیمتر مربع پوست، می‌رسد ولی در آبهای گرم و مناطق آلوده این میزان افزایش فوق‌العاده‌ای می‌یابد (۱۳).

ردراستی (۱۹۸۵) این تغییر در تعداد باکتریها را ناشی از تغییرات فصل، روشهای صید و اثرات محیطی می‌داند (۱۴). در هنگام فساد این باکتریها به سرعت رشد می‌کنند به‌طوری که تعداد آنها در هر گرم عضله یا هر سانتیمتر مربع پوست به 10^9-10^8 باکتری می‌رسد (۱۴ و ۱۳).

گزارش شده است که ۹۰-۶۰ درصد این باکتریها مربوط به باکتری پزودوموناس است. گزارش دیگری بیان می‌کند که پزودوموناس منشا تولید TMA در ماهیهای فاسد است از این‌رو در ماهیهای فاسد بیشترین باکتری تولیدکننده TMA پزودوموناس است (۲۰). بیان شده است که رشد باکتری پزودوموناس دارای فاز لگاریتمی کوتاهی است و به سرعت در درجه حرارت صفر تا ۵ درجه سانتیگراد تکثیر یافته و با ترکیبات نیتروژنه غیرپروتئینی نظیر TMAO واکنش نشان داده و آن را احیا نموده و ایجاد TMA می‌کند که نحوه این احیای باکتریایی در ذیل آمده است :

$$(CH_3)_3NO + 2H + \text{باکتریهای احیاکننده} \longrightarrow (CH_3)N + H_2O$$

مدت زمانی که این تغییرات در ماهی به‌وجود می‌آید به نوع ماهی، درجه حرارت محل نگهداری ماهی، روش صید و نوع نگهداری ماهی بستگی دارد (۱۴ و ۳).

واکنشهای آنزیمی که بخش عمده‌ای از تغییرات را در روند فساد باعث می‌شوند قبل از واکنشهای میکروبی اتفاق می‌افتد (۱۶ و ۵). نقش آنزیمها در ماهی زنده عبارت‌اند از ساختن بافتها، انقباض و انبساط عضلات و سوخت و ساز سلولی، ولی بعد از مرگ در فعالیتهای فساد بافتها دخالت دارند.

عمل تجزیه TMAO که منجر به تولید TMA می‌شود معمولاً در اکثر گونه‌ها توسط باکتریها انجام می‌گیرد ولی در بعضی گونه‌ها آنزیمها نیز قدرت تجزیه TMAO را دارند. در اثر این عمل آنزیمها TMAO را تجزیه و به دی‌متیل آمین DMA و فرمالدئید تبدیل می‌کنند. این واکنش زمانی که باکتریهای تجزیه‌کننده TMAO را مهار کنیم حایز اهمیت بالا می‌باشد مثلاً وقتی که ماهی روغنی را منجمد می‌کنیم واکنش آنزیمی با سرعت کمتری اتفاق می‌افتد.

تغییراتی که در اثر فعالیتهای آنزیمها بعد از مرگ به‌وجود می‌آید باعث می‌شود که عضلات ماهی از نظر لمس‌کردن سست و نرم شده و قدرت ارتجاعی خود را از دست بدهند. شاید مهمترین اثر آنزیمها تغییر در طعم ماهی باشد. آنزیمها باعث می‌شوند که طعم شیرین گوشتی و مشخصه ماهیها که در گونه‌های مختلف متفاوت است به طعمی بی‌مزه تبدیل شود. ادامه فعالیت آنزیمها باعث

۱) گروه آموزشی بهداشت و کنترل مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.
۲) گروه آموزشی میکروب‌شناسی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.

به‌وجودآمدن ترکیبات مهمی نظیر هیپوگزانتین (Hypoxanthin) می‌شود (هیپوگزانتین ← اینوزین ← اینوزین منوفسفات) که این ماده در ماهی تازه وجود ندارد و باعث می‌شود ماهی طعم تلخ به خود بگیرد. فعالیت آنزیمهایی که در سطح روده‌ها هستند و در زمان زنده‌بودن ماهی بیشتر در هضم و جذب غذا دخالت دارند بعد از مرگ باعث تیره و سیاه‌شدن دیواره روده می‌شوند و این بیشتر در ماهیهای دریایی مشاهده می‌گردد.

فعالیت آنزیمها در انجام فساد بافتی ماهیهای کوچک دریایی نظیر شاه‌ماهی و اسپرات و ماکارل نسبت به سایر عوامل اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین جهت تازگی از رابطه ارزش Kکه مربوط به اینوزین و هیپوگزانتین است استفاده می‌شود.

همچنین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی از قبیل درجه حرارت، نوع ماهی، فصل، روشها و محل صید و ... در روند فساد ماهی از نظر تأثیرپذیری برروی فعالیتهای باکتریایی و آنزیمی مؤثر می‌باشد.

استفاده صحیح از مواد غذایی یا به عبارت دیگر کنترل کیفی مواد غذایی از جنبه‌های مختلف بایستی متکی به قوانین و استانداردهای خاص باشد این موضوع در کشورهای پیشرفته امر جدیدی نیست و شاید متجاوز از یک قرن است که سازمانهای مختلف در این گونه موارد در وضع و اجرای این قوانین سعی و کوشش می‌نمایند. در کشور ما نیز با فراهم‌آوردن امکانات و تجهیزات لازم بدون شک می‌توان آینده بهتری را در این زمینه پیش‌بینی نمود. آسانترین و ابتدایی‌ترین روشی که جهت کنترل کیفیت در ماهی مورد استفاده قرار گرفته استفاده از روشهای حسی یا ارگانولپتیکی (Organoleptic) بود اما از آنجاکه این روش نمی‌توانست به‌عنوان یک استاندارد ثابت و معین در آزمایش کنترل کیفیت مورد قبول واقع شود. به فکر روشهایی بودند تا در عین اینکه از حساسیت و دقت خاصی برخوردار باشد بتواند به‌عنوان یک استاندارد ثابت در کلیه آزمایشگاهها مورد قبول واقع شود. در همین راستا که محققان در صدد یافتن فاکتوری بودند تا در عین اینکه از حساسیت و دقت خاصی برخوردار باشد بتواند با ارزشیابی حسی مطابقت داشته و درجه تازگی یا فساد را در یک نمونه ماهی معین نماید (۱۱).

علی‌رغم تحقیقات وسیع و دامنه‌داری که در کشورهای مختلف در زمینه کنترل کیفیت ماهی و سایر فرآورده‌های آن به عمل آمده است متأسفانه در کشور ما با توجه به گستردگی منابع دریایی و امکان استفاده وسیع مردم از این منابع تحقیق چندانی در زمینه کنترل کیفی ماهی صورت نگرفته است نتایج این بررسی مختصر می‌تواند زمینه‌ساز مطالعات بیشتر برای دستیابی به یک روش آزمایشگاهی مطمئن جهت کنترل کیفیت ماهی در کشور ما باشد.

بر این اساس چنین تصمیم‌گیری شد که مقایسه سه روش شمارش کلی باکتریهای هوازی سرمادوست، اندازه‌گیری ازت فرار تام و اندازه‌گیری تری‌متیل‌آمین در تعیین کیفیت بهداشتی برخی از ماهیان استخوانی منجمد عرضه شده در کارخانجات کنسروسازی و مراکز عمده فروش در سطح استان تهران مورد بررسی قرار گیرد تا بدین‌ترتیب همان‌گونه که گفته شد بتوان راهکارهایی هر چه مطمئن‌تر و سریعتر جهت تعیین کیفیت این فرآورده‌ها اعمال نمود و با توجه به احتمال کاهش باکتریها در طی روند انجماد و نگهداری ماهی در انجماد می‌توان روش جایگزین مناسبی برای TC جهت تعیین کیفیت ماهیهای بهداشتی منجمد بیان نمود.

مواد و روش کار

در این بررسی تعداد ۳۰ ماهی استخوانی دریایی منجمد از سه گونه اسبک، هوور و زرده عرضه‌شده به کارخانجات کنسروسازی و بازارهای عمده فروش در سطح شهر تهران جمع‌آوری و پس از حمل در کنار یخ به آزمایشگاه مورد ارزیابی کیفی باکتریایی و شیمیایی قرار گرفتند.

آزمون میکروبی : با استفاده از روش استاندارد آماده‌کردن نمونه به‌منظور انجام شمارش کلی باکتریهای هوازی سرمادوست و سپس تهیه رقتهای سریال از نمونه مورد نظر با استفاده از سرم فیزیولوژی، از رقتهای مورد نظر تهیه شده به‌طور سطحی برروی آگار مغذی (Nutrient agar) کشت داده و به مدت سه روز در گرمخانه ۲۵ درجه سانتیگرادی نگهداری نموده و سپس پلیتهای مذکور مورد شمارش باکتریایی طبق قوانین شمارش قرار گرفتند (۱۱).

آزمون شیمیایی :

الف) اندازه‌گیری ازت فرار تام : با استفاده از روش استاندارد، ماکروکلدال ارایه‌شده در A.O.A.C. (۶) به‌دنبال تقطیر ۱۰ گرم از هر یک از نمونه‌های مورد نظر در دستگاه تقطیر کلدال، ازت فرار جمع‌شده در بالن گیرنده (حاوی ۲۵ میلی‌لیتر اسیدبوریک ۲ درصد همراه با معرف متیل رد به‌علاوه برموکروزول گرین) با استفاده از اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تیتراسیون کرده و عدد به‌دست آمده در تیتراسیون را در ۱۴ ضرب کرده تا مقدار ازت فرار تام برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه به‌دست آید.

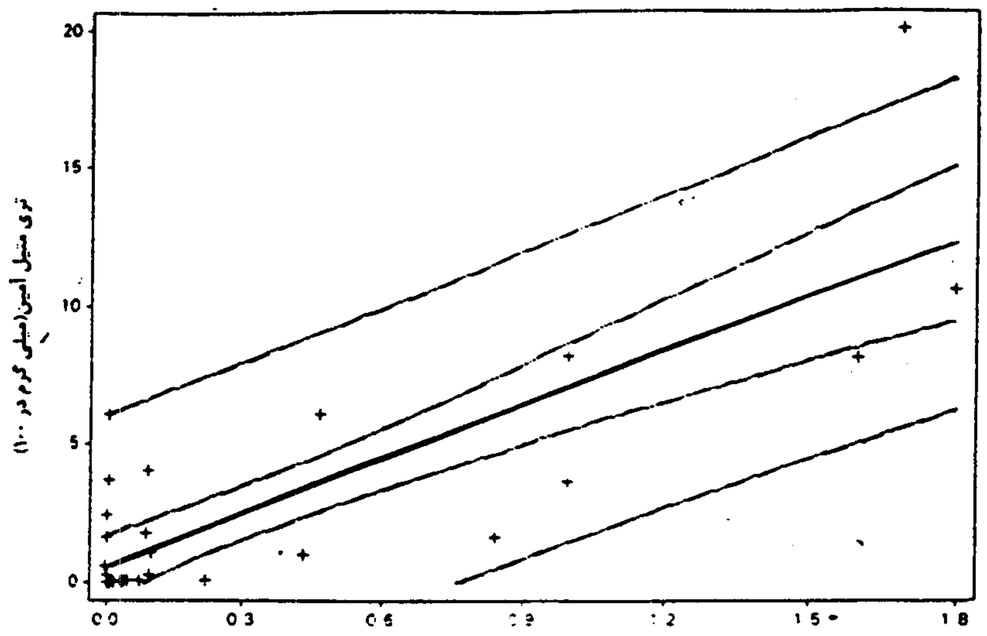
ب) اندازه‌گیری تری‌متیل آمین (اساس آزمایش استفاده از روش دایر " Dyer method ") : بعد از تهیه عصاره از عضله ماهی (به‌دنبال عصاره‌گیری ماهی با استفاده از تری‌کلرواستیک اسید ۵ درصد و سانتریفوژ به‌مدت ۱۰ دقیقه و ۲۵۰۰ دور می‌باشد). یکی میلی‌لیتر از عصاره عضله را با پی‌پت برداشته و در لوله آزمایش می‌ریزیم و به عصاره فوق یک میلی‌لیتر فرمالدئید ۱۰ درصد اضافه می‌کنیم. نقش فرمالدئید این است که باعث می‌شود این واکنش برای T.M.A. اختصاصی‌تر شود. آنگاه حجم محلول را با اضافه‌کردن آب مقطر به ۵ میلی‌لیتر می‌رسانیم و مرحله بعد با اضافه‌کردن ۳ میلی‌لیتر از محلول هیدروکسید پتاسیم ۲۵ درصد که تازه تهیه شده باشد و در نهایت با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر تولوئن حجم نهایی محلول در لوله به ۱۸ میلی‌لیتر رسید. دو فاز در لوله تشکیل گردید. فاز فوقانی و فاز زیرین سایر مواد موجود در لوله آزمایش بود. سپس درب لوله را محکم بسته و آن را در حمام آب‌گرم ۳۰ درجه به‌مدت ۵ دقیقه قرار می‌دهیم. بعد از گذشت این مدت لوله را خارج کرده و بین ۶۰-۴۰ بار تکان می‌دهیم به‌طوری که دو فاز تشکیل‌شده کاملاً در هم آمیخته و T.M.A. آزادشده جذب تولوئن گردد. به‌همین دلیل باید از لوله‌های آزمایشی استفاده شود و در هنگام تکان‌دادن هیچ مایعی خارج نشود. در مرحله بعد لوله‌ها را به‌مدت ۱۰ دقیقه در حرارت آزمایشگاه می‌گذاریم تا دو فاز کاملاً از هم جدا شوند. سپس فاز بالایی که تولوئن می‌باشد را به دقت از بقیه مواد جدا نموده و به لوله دیگر منتقل می‌کنیم. اکنون جهت اینکه مطمئن شویم هیچ مولکول آبی در تولوئن نمی‌باشد. ۰/۳ گرم از ماده سولفات سدیم بدون آب به تولوئن اضافه می‌کنیم تا مولکولهای آب احتمالی را جذب کند، سپس ۲ میلی‌لیتر از تولوئن جداشده با ۲ میلی‌لیتر اسیدپیریک ۰/۰۲ درصد در لوله آزمایش ریخته و با دستگاه اسپکتروفتومتر تغییر رنگ ایجاد شده را در طول موج ۴۱۰ نانومتر قرائت شد. در این آزمایش یک لوله کنترل حاوی غلظت معینی از T.M.A. به جای عصاره بافت ماهی و یک لوله شاهد (۱ میلی‌لیتر آب مقطر به جای عصاره بافت ماهی)، استفاده گردید. سپس با تعیین میزان جذب نور در نمونه مجهول و با استفاده از منحنی استاندارد تهیه‌شده میزان T.M.A. برحسب میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم عضله ماهی محاسبه می‌گردد (۱۸).

تجزیه و تحلیل آماری : روشهای آماری به‌کار گرفته شده براساس انجام آزمون مربع کای آنالیز واریانس، آنالیز همبستگی و آنالیز رگرسیون خطی بود. بدین‌ترتیب که با استفاده از نرم‌افزار SX و محاسبه ضریب همبستگی، شدت همبستگی متغیر مستقل تعداد کل باکتریها (TC)، میزان تری‌متیل آمین (TMA) و ازت فرار تام (TVN) مورد سنجش قرار گرفت و در صورت مشاهده همبستگی معنی‌دار بین متغیر مستقل و هر یک از متغیرهای وابسته برای آن رابطه بااستفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی به روش (Enter method) مدل پیشگو تعیین گردید. ضریب تعیین R^2 (Coefficient of determination) به‌دست آمده مبین میزان همخوانی مقادیر پیشگویی شده متغیر وابسته مورد نظر با مقادیر به‌دست آمده در تحقیق در محدوده متغیر مستقل (TC) می‌باشد.

ضمناً با در نظرگرفتن حد استاندارد پذیرش برای هر یک از فاکتورهای TMA، TC و TVN با استفاده از آزمون مربع کای و ضریب توافق چوپروف، همبستگی بین فاکتورهای مورد نظر از نظر پذیرش و عدم پذیرش مصرف مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

برطبق نتایج به‌دست آمده تعداد شمارش کلی باکتریهای هوازی سرمادوست در ۳۰ نمونه مورد نظر از $۲/۸\times۱۰^{۳}$ تا ۱×۱۰^{۷} باکتری در هر گرم، میزان T.V.N. اندازه‌گیری شده از ۱۱/۲ تا ۱۴۰ میلی‌گرم ازت فرار تام در هر ۱۰۰ گرم عضله ماهی و میزان T.M.A. اندازه‌گیری شده از صفر تا ۲۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم عضله ماهی (نمونه) بود. با انجام آنالیز همبستگی فقط بین آزمون TC و T.M.A. همبستگی مستقیم وجود داشت ($r=۰/۸۱$ و $P<۰/۰۵$). همچنین براساس فرض بر مستقل‌بودن TC و وابسته‌بودن T.M.A. و T.V.N. با انجام آزمون رگرسیون خطی (Linear regression) و انجام آنالیز واریانس، ارتباط خطی فقط بین متغیر TC (به‌عنوان یک متغیر غیروابسته) و T.M.A. به‌عنوان یک متغیر وابسته وجود داشت ($R^2=۰/۶۵۷۷$) و مدل پیشگو [$TMA=۰/۰۵۷۱+۶/۴۶\times۱۰^{-۷}\ TC$] ($P<۰/۰۵$) (نمودار ۱).



نمودار ۱ – روند خطی گرایش تری‌متیل‌آمین برحسب شمارش کلی میکروبی (TC)

در ضمن با در نظرگرفتن حد استاندارد $۱۰^{۷}$ در باکتری سرمادوست در هر گرم ماهی برای شمارش کلی باکتریهای هوازی سرمادوست و میزان حد مجاز ۳۰ میلی‌گرم ازت فرار تام در هر ۱۰۰ گرم و حد مجاز ۸ میلی‌گرم تری‌متیل آمین در هر ۱۰۰ گرم ماهیان استخوانی دریایی از ۳۰ نمونه مورد آزمایش، ۲۹ نمونه از لحاظ پذیرش و عدم پذیرش برای مصرف‌کننده، فقط از جنبه دو فاکتور آزمایش شده TC و TMA مشابه هم بودند که با انجام آزمون مربع کای و محاسبه ضریب توافق چوپروف همبستگی شدید بین TC و TMA وجود داشت ($\chi^2 = ۸۳/۰۸$)، ($P<۰/۰۰۰۱$) و ضریب چوپروف = ۸۲/۷۱ درصد.

بحث

مطالعات و بررسیهای بسیار زیادی در مورد نحوه کیفیت ماهی (درجه تازگی یا فساد) و کیفیت بهداشتی ماهی به عمل آمده است که برخی از آنها با بررسی انجام‌شده در این مطالعه مطابقت دارند و در یک بررسی انجام‌شده در سال ۱۹۹۵ تعیین و ارزیابی بازهای فرار در مایعات چشمی روغن ماهی Gadus morhua به‌عنوان فاکتوری جهت تعیین فساد بیان گردید و به‌عنوان یک جایگزین قابل دسترس و مناسب، نسبت به ارزیابی ازت فرار تام عضلات پیشنهاد شده و تا میزان ازت فرار ۴۵-۴۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم ارتباط مناسبی برای این دو فاکتور وجود داشت (۲۱).

آزمایشات دیگری جهت بیان شمارش کلی باکتریهای هوازی همراه با اندازه‌گیری K value (کاهش اینوزین منوفسفات) به‌منظور بیان کیفیت خوراکی ماهی به عمل آمد، که با موفقیت همراه بود. در مطالعات دیگر در سال ۱۹۸۹ جهت تعیین کیفیت ماهیان خشک با اندازه‌گیری TVN و TC همراه با بررسی وضعیت ارگانولپتیکی مشخص گردید که فاکتور TVN تنها در تعیین فساد این ماهیان مناسب بود (۱۹) که در بررسی انجام‌شده در این مقاله نیز چنین نتیجه‌گیری به‌دست آمد.

در مطالعه‌ای در سال ۱۹۸۵ که برروی بررسی کیفیت نوعی از کفال ماهیان صیدشده به‌نام Mullets tillapia از آبها با درجات حرارتی مختلف و مدت زمان نگهداری آنها در شرایط نگهداری در کنار یخ به‌صورت امعا و احشا تخلیه‌شده و نشده به عمل آمد. چنین گزارش گردید که ماهیان گرم‌آبی دارای مدت زمان نگهداری طولانی‌تری بوده و فقط ماهیانی که TVN آنها بیش از حد مجاز (مرحله پیشرفته فساد) و پذیرش بود دارای TC بالا و حدود $۱۰^{۹}$-$۱۰^{۸}$ باکتری در هر گرم بودند (۱۵). این نتیجه‌گیری در مطالعات انجام‌شده قبلی توسط مؤلفین (۱) و مطالعات انجام‌شده در این مقاله نیز به‌دست آمد و هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری مابین TVN و TC محاسبه شده مشاهده نگردید ($P>۰/۰۵$).

در مطالعه دیگری در سال ۱۹۸۶ اندازه‌گیری TMA و TVN در بررسی کیفیت برخی از ماهیان هرینگ ارتباط معنی‌داری مابین این فاکتورهای بررسی‌شده در کیفیت ماهی مشاهده گردید، در حالی‌که در بررسی مشابه انجام‌شده در سال ۱۹۸۴ ارتباط معنی‌داری مابین این دو روش در تعیین کیفیت ماهی مشاهده نگردید (۸ و ۲). این نتایج با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نیز همخوانی دارد. همچنین در سال ۱۹۸۴ به‌دنبال بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی (اندازه‌گیری TMA و TVN) و ارگانولپتیکی ماهیان منجمد ارتباط معنی‌داری مابین این روشها در تعیین کیفیت ماهیان مشاهده نگردید (۴). در مطالعه انجام‌شده در سال ۱۹۸۳ بر روی گونه ماهی تیلاپیا ارتباط قابل توجهی در سه روش اندازه‌گیری TMA، TVN و I value در بیان ارزیابی کیفیت این ماهیان مشاهده گردید (۹).

در بررسی دیگر در سال ۱۹۷۰ تعیین میزان ترکیبات آمینی یعنی NH3 و TVN و TMA به‌عنوان ارزیابی کیفی در ماهیان استخوانی از قبیل روغن ماهی، کفشک ماهی و هرینگ مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص گردید که ارزیابی NH3 به‌عنوان یک معیار ضعیفتری در تعیین کیفیت ماهیان استخوانی بوده و مطابقت و همراه با تغییرات ارگانولپتیکی نمی‌باشد ولی TVN به‌عنوان معیار بهتری در تعیین کیفیت ماهیان استخوانی نسبت به دو معیار دیگر می‌باشد و در ماهیان غضروفی تعیین میزان آمونیاک بیانگر بهتری از قضاوت ارگانولپتیکی بوده و در مورد سخت‌پوستان NH3 و TVN از اهمیت یکسان برخوردار بودند.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از مقایسه دو روش اندازه‌گیری TVN و TMA با شمارش کلی باکتریهای هوازی سرمادوست از نظر آنالیز آماری کمی و کیفی فقط بین دو فاکتور TC و TMA ارتباط معنی‌داری وجود داشت. این مطلب در این مطالعه نیز تأیید گردید و به همین دلیل آزمایش T.M.A. روش تکمیلی مناسبی برای TC در تعیین کیفیت بهداشتی ماهی توصیه می‌شود. در مورد TVN همان‌گونه که در متن نیز به آن اشاره شد اولاً میزان TVN از یک گونه به گونه دیگر ماهی متفاوت می‌باشد و در یک گونه نیز برحسب سن، جنس و محیط و فصل تغییر می‌نماید و ثانیاً تشکیل ثانویه TVN (پس از صید) تنها وابسته به فعالیت باکتریایی نبوده و عوامل آنزیمی بافت که حتی در شرایط انجماد ماهی که از فعالیت باکتریها جلوگیری می‌نماید در ایجاد TVN مؤثر می‌باشند.

منابع

۱. آخوندزاده، ا.، بکایی، س. و قناتی، ک. بررسی مقایسه‌ای دو روش اندازه‌گیری ازت فرار تام و شمارش کلی باکتریهای هوازی در تعیین کیفیت برخی از ماهیان استخوانی منجمد. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۵۴، شماره ۲، صفحه : ۱۸-۱۵، (۱۳۷۸).

2. Asar, A., El Saidy, S., Ali, A., Shendta, M.I. and Bassiouny, S.S. Biogenic amins in fish products. Deutche-Lebensmittel-Rundschau. 82, 6: 188-191, (1986).
3. Bramsaes, F. Fish as food. G. Academic press, New York and London, Vol. 4, pp: 2-5, 10-17 and 76-78, ed. borgestom, (1965).
4. Calaresu, G., Mancuso, R., Alamanni, M.C. and Luca, G. de. Assesment of freshness of commerical forzen fish products. Bolleettinodel-Chimici-Igienist, 35, S2: 51-58, (1991).
5. Connell, J.J. Control of fish quality, pp: 29-35 and 121-129, Ed: Fishing News (book) Ltd, London and Tonbridge, (1975).
6. Cunnia, P. Official Methods Analysis of AoAc International. Vol. 2, Ch. 39, pp: 5-6, (1995).
7. Eddie, G.G. Support and Development of the retial trade in perishable fishery products. FAO Fish, pp: 235-10-12, (1983).
8. Faturoti, E.O. and Aransiol, M.O. Biochemical evaluation of the nutritive quality of differently processed fish. Nutrition-Repot-International, 35, 5: 1221-1229, (1984).
9. Faturoti, E.O. Biochemical evaluation of nutritive quality of differently processed fish. Nutrition Reports International, 26, 3: (1982).
10. Gouid, E. and Peteres, J.A. On testing the freshness of frozen fish. ed, Eyre, S. Fishing News (book) Ltd, London, pp: 15-18, (1971).
11. Hans, H. Fresh fish quality and quality changes. FAO publication, pp: 15-75, (1988).
12. Hart, F.L. and Fisher, J.H. Modern Food Analysis, ed, Verlag, S. New York, Inc. p: 215, (1971).
13. Huss, H.H. Fresh fish quality and quality changes FAO Fisheries series 29: 20-24, 43-52 and 61-67, (1988).
14. Joseph, J., Rudra, S., Surendran, P.L. and Copakumar, K. Harvest and post harvest technology of fish. ed, Ravindran, R. Society of Fisheries Technology, Chochin India, pp: 371-376, 379-380, 395-403, 514-518, (1985).
15. Nirmala, T. and Mahadeva, I.K. Production of Hydrogen sulphide and other volatile sulphides by spoilage bacteria from fish. Fishery Technology, 27, 2: 145-150, (1990).
16. Proverb, O. Fish handling and processing. ed, Burgess, G.H.O. Chemical Publishing Company, INC, New York, pp: 346-354, (1967).
17. Rao, C.V. and Perigrien, P.A. Study on Packaging of fresh fish. J. Fish Tech. pp: 68-75, (1964).
18. Schewan, J.M., Gibson, D.M. and Murray, C.K. Fish in spection and quality control ed, Kreuzer, R. Fishing News (books) Ltd. London and Tonbridge, pp: 180-190, (1971).
19. Subarata, B., Imam Khasim, D., Gupta, S.S. and Panduranga, Rao, C.C. Quality of dry fish from markers in Andra pradesh. Fishery Technology: 26, 2: 114-118, (1989).
20. Sumner, J. and Magno, O.F. Dotropical fish keep longer in ice than cirumstantila and definitive approaches. FAO Fisheries Report, No. 317, (1985).
21. Vyncke, W. The determination of total volatile bases in eve fluid as an non-distactive spoilage assessment test for fish. Archiv-fuer-lebensmittel hygiene, 46: 1, 96-98, (1995).

Comparative study of Trimethylamine, total volatile nitrogen and bacterial total count in quality control of frozen bony fish

Akhondzadeh, A.[1], Bokaie, S.[1], Zahraie, S.T.[2]

[1]*Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran - Iran.* [2]*Department of Microbiology, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran - Iran.*

With regards to important of fish and fish products as an important available resources of animal proteins and with attention to the rapid spoilage, it is necessary to open a new window in rapid and economic control of these products. Therefore we have carried out a comparative study on 30 sample of bony marine fish used in the area of canneries and retail in Tehran since 1998-1999 with three methods of assessing their quality control i.e. determination, marco kjeldal determination of total volatile nitrogen (T.V.N) aerobic psychrotrophic bacterial total count (T.C). The content of TMA was affected significantly ($P<0.05$) by the bacterial total cout of the samples in this study. Regression equation was derived rellating TMA to TC.

Key words : Trimethylamine, Total volatile nitrogen, Bacterial total count, Quality control, Bony fish.