تأثیر زمان و شرایط انجمادزدایی بر میزان آمین های بیوژنیک و تغییرات بار میکروبی در ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*)

فاطمه داژبخت*[۱]، سید ابراهیم حسینی[۲]، هادی ارشاد لنگرودی[۳]، حمید عزت پناه[۴]، سید حسن جلیلی[۵]

۱*، ۲و۴- گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران - ایران، صندوق پستی: ۴۹۳۳-۱۴۱۵۵

۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان - ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۵- مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز تحقیقات فرآوری آبزیان، بندر انزلی - ایران، صندوق پستی: ۱۶۵۵-۴۳۱۴۵

fatemehdazhbakht@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۵

چکیده

ماهی پس از خارج شدن از انجماد به همان سرعت ماهی تازه فاسد می شود، بنابراین در این پژوهش تأثیر شرایط مختلف انجمادزدایی بعد از ۱۰ و ۱۶ ساعت در دمای محیط ۳۰-۲۵°C ، دمای محیط با پاشیدن آب ۲۰°C- ۱۵ هر سه ساعت و دمای پیش سردکن ۱۰°C-۵ بر میزان آمین های بیوژنیک هیستامین، پوترسین، کاداورین و تغییرات بار باکتریایی (مزوفیل و سرماگرا) در ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) بررسی گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری آمین‌های بیوژنیک به وسیله HPLC با جذب UV در طول موج ۲۵۴ nm با نتایج شمارش میکروبی تطابق داشت. تغییرات مقادیر پوترسین در این شرایط جزیی بود در حالی‌که بیشترین مقادیر کادورین و نیز بار باکتریایی در روش انجمادزدایی به مدت ۱۶ ساعت در دمای محیط ۳۰-۲۵°C و کمترین آن‌ها در انجمادزدایی به مدت ۱۰ ساعت در دمای پیش سردکن ۱۰°C-۵ مشاهده شد ($p<۰/۵۰$)، اما هیستامین در هیچ یک از نمونه‌ها قابل ردیابی نبود. بنابراین پوترسین و کاداورین نسبت به هیستامین شاخص‌های مناسب‌تری برای تعیین تازگی ماهی هوور مسقطی تشخیص داده شدند.

کلمات کلیدی: آمین بیوژنیک، هوور مسقطی، انجمادزدایی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ماهی تون هوور مسقطی از گونه‌های سطح زی اقیانوسی می‌باشد. حداکثر طول ماهی هوور مسقطی ۱۰۸ سانتی‌متر می‌باشد و طول عمر آن ۸ تا ۱۲ سال است. انواع بالغ در آب‌هایی با درجه حرارت ۱۵°C زندگی می‌کنند، ولی نوزادان این ماهی در آب‌های با گرمای سطحی ۲۵°C بسر می‌برند (۱). به طور کلی ۵ گونه مختلف از ماهیان تون (هوور، زرده، زردباله یا گیدر، هوور مسقطی و تون) و دو گونه از ماهیان شبه تون یا ماکرل که همگی شامل ماهیان سطح‌زی درشت و از خانواده اسکامبرید می‌باشند، در آب‌های ایران در خلیج فارس و دریای عمان صید می‌گردند (۴). طبق آمار سازمان خواربار و کشاورزی[1] میزان کل صید ماهی در ایران در سال ۲۰۰۶، ۴۴۵۸۵۲ تن بوده است که تنها ۰/۴٪ از کل صید جهان را شامل می‌شود (۹). طبق آمار همین سازمان، میزان صید ماهی هوور مسقطی درسال ۲۰۰۶، ۲۴۸۰۸۱۲ تن بوده است که با دارا بودن ۲/۶٪ صید کل ماهیان، رتبه سوم جهانی را دارا می‌باشد (۹).

ماهیان منابع غنی از پروتئین با کیفیت بالا، ویتامین‌های ضروری و اسیدهای چرب غیر اشباع مفید هستند، اما وجود مقادیر زیاد پروتئین می‌تواند به عنوان یک خطر در فرآیندهای فساد ماهی نیز محسوب شود. تجزیه پروتئین‌ها به پپتیدها و اسیدهای آمینه که به فساد حساسند، منجر به تشکیل آمین‌های بیوژنیک می‌گردند که می‌توانند به مقدار زیاد در غذاهای پروتئینی گسترش یابند. آمین‌های بیوژنیک ترکیباتی آلی با وزن مولکولی کم و با ساختارهای آلیفاتیک (پوترسین، کاداورین، اسپرمین، اسپرمیدین)، آروماتیک (تیرامین، فنیل اتیل آمین) یا هتروسایکلیک (هیستامین، تریپتامین) هستند که ممکن است در بسیاری از مواد غذایی یافت شوند (۱۴ و ۱۸). به نظر می‌رسد که این ترکیبات پس از مسیرهای بیوشیمیایی مختلف بوجود آیند. مقادیر کمی از آمین‌های بیوژنیک در سلول‌های حیوانی بیوسنتز می‌شوند اما مقادیر زیادتر بوسیله دکربوکسیلاسیون میکروبی اسیدهای آمینه تولید می‌گردند (۱۴) و طیف گسترده‌ای از باکتری‌ها از جمله خانواده انتروباکتریاسه، سودوموناس، کلستریدیوم و... در انجام این واکنش‌ها نقش دارند (۱۵). این آمین‌ها در انواع محصولات غذایی مانند شکلات، ساورکرات، ماهی و محصولات حاصل از آن، آبجو، پنیر رسیده و... وجود دارند (۱۲). مقدار و نوع آمین بیوژنیک تشکیل شده بوسیله ترکیب ماده غذایی، فلور میکروبی و پارامترهای مختلفی که رشد باکتریایی را طی دوره نگهداری تقویت می‌کنند، مانند درجه حرارت، رسیدن و بسته‌بندی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۴). مقادیر کم آمین‌های بیوژنیک در ماده غذایی خطر جدی محسوب نمی‌شوند، اما وقتی در مقادیر زیاد مصرف شوند، ممکن است باعث اثرات سمی شوند (۱۲).

ماهیان خانواده اسکامبرید، متداولترین ماهیان مرتبط با مسمومیت هیستامینی یا مسمومیت اسکامبروید (*Scombrotoxicosis*) می‌باشند (۱۱). با بروز مسمومیت هیستامینی، در فرد مبتلا علایمی مانند خارش، تهوع، سردرد و گاهی اسهال بروز می‌کند (۸).

دو دلیل برای اندازه‌گیری آمین‌های بیوژنیک در مواد غذایی وجود دارد: ۱- سمیت بالقوه آن‌ها ۲- امکان استفاده از آن‌ها به عنوان شاخص‌های کیفی مواد غذایی (۱۳).

[1] Food and Agriculture Organization (FAO)

Archive of SID

www.SID.ir

در هر حال ضروری بنظر می‌رسد که در کنار روند رو به افزایش مصرف ماهی و فرآورده‌های آن، از یکسو راه‌های گسترش مسمومیت هیستامینی و از سوی دیگر روش‌های ممانعت از افزایش میزان هیستامین و سایر آمین‌های بیوژنیک در محصولی پر مصرف و پر طرفدار مانند کنسرو ماهی تون ارزیابی گردد، تا بدین وسیله سطح کیفیت و ایمنی محصول مذکور افزایش یابد.

بنابراین هدف از انجام پژوهش، بررسی روند تغییرات آمین‌های بیوژنیک (هیستامین، پوترسین و کاداورین) به عنوان اصلی‌ترین شاخص ارزیابی کیفیت کنسروهای ماهیان تون (۲۰) و تعیین بهترین زمان و شرایط انجمادزدایی از بین روش‌های موجود در کشور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آماده سازی و نگهداری نمونه

در این مطالعه، ماهی تون هوور مسقطی مورد نیاز از ماهیان تازه صید شده از بندرچابهار که به یکی از کارخانجات تولیدکننده کنسرو ماهی تون در استان گیلان وارد شده بود، تأمین گردید. نمونه‌ها از بین ماهی‌های با ظاهر سالم‌تر بطور تصادفی انتخاب شدند و تا زمان آزمون درون سردخانه $-۲۰^{\circ}C$ – ۱۸– حداکثر به مدت دو ماه نگهداری شدند.

شرایط انجمادزدایی پس از خروج از سردخانه و قرارگیری برروی پالت‌های پلاستیکی به طور جداگانه، برای سه درجه حرارت و شرایط موجود در کشور (دمای محیط $۳۰^{\circ}C$–۲۵، دمای محیط با پاشیدن آب $۲۰^{\circ}C$–۱۵ و دمای پیش سرد کن $۱۰^{\circ}C$–۵) فراهم گردید و پس از ۱۰و ۱۶ ساعت، از هریک از شرایط انجمادزدایی به طور جداگانه، به صورت کاملاً تصادفی نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌برداری با استفاده از کارد فلزی استریل و تیغ استریل با ایجاد شکاف مکعبی شکل با ابعاد حدود ۳ سانتی‌متر برای آزمون شیمیایی (تعیین آمین‌های بیوژنیک) و ۱ سانتی‌متر برای آزمون میکروبی (تعیین بار باکتریایی مزوفیل و سرماگرا)، از چند ناحیه ماهی شامل نزدیک به آبشش، شکم و دم صورت گرفت. نمونه‌های مربوط به آزمون میکروبی در فویل آلومینومی استریل پیچیده شدند و پس از برچسب گذاری (شامل تاریخ نمونه‌برداری، ساعت نمونه برداری، شماره و سری نمونه و نوع ماهی)، بلافاصله به آزمایشگاه میکروبی منتقل گردیدند و در آنجا با هاون استریل کاملاً مخلوط شده و مورد ارزیابی میکروبی قرار گرفتند.

نمونه‌های مربوط به آزمون شیمیایی، بطور جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی یکبار مصرف قرار گرفتند و برچسب گذاری شده و تا زمان انتقال به محل آزمون (حداکثر ۱۰ ساعت)، در جعبه‌های یونولیت، مجاور یخ بطور غیر مستقیم نگهداری شدند و سپس مورد ارزیابی شیمیایی قرار گرفتند (شکل ۱).

آزمون میکروبی نمونه‌ها از نظر بار باکتریایی مزوفیل و سرماگرا

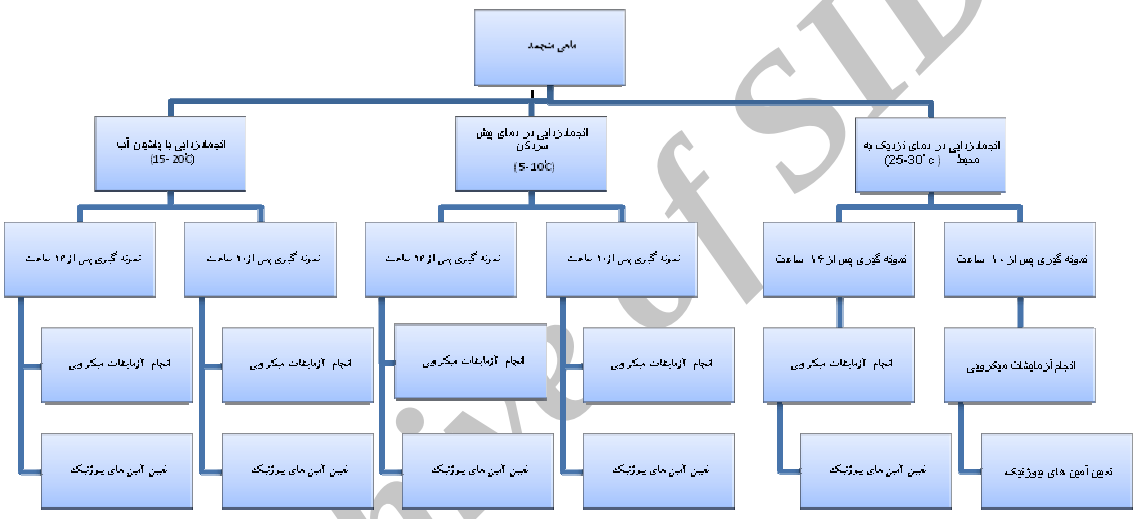
رقت‌های لازم برای آزمون میکروبی بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۳-۸۹۲۳ (۱۳۸۵) تهیه گردید و باکتری‌های مزوفیل و سرماگرا بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۹۹ (۱۳۸۶) جداگانه کشت داده شده و سپس با کلنی کانتر شمارش شدند.

آزمون شیمیایی نمونه‌ها از نظر میزان هیستامین، پوترسین و کاداورین

Archive of SID

www.SID.ir

از هر نمونه ماهی حدود ۱۰۰گرم گوشت (بدون پوست و استخوان) برداشته شد و توسط مخلوط کن همگن گردید. سپس از این هموژن ۳ نمونه ۵۰ گرمی توزین شد و استخراج آمین ها بر اساس روش Mietz و Karmas (۲۰) انجام شد. آمین‌های استخراجی بر اساس روش Dawood و همکاران (۸) مشتق سازی شدند و به دستگاه HPLC تزریق گردیدند. فقط برحسب امکانات دستگاهی بجای لوپ ۵ از لوپ ۲۰ میکرولیتری و بجای ستون C۸ از ستون (C۱۸) ODS 3 استفاده شد. اساس سنجش آمین‌ها بر حسب میزان جذب uv در ۲۵۴ نانومتر، استفاده از فاز معکوس با سیستم ایزوکراتیک (Isocratic) متانول و آب (به نسبت حجمی ۶۲ و۳۸) با جریان حلال ۱/۱ میلی‌لیتر در دقیقه در درجه حرارت معمول اتاق بود.



شکل۱: بررسی اثر زمان و شرایط انجماد زدایی بر میزان آمین های بیوژنیک و بار میکروبی

آنالیز آماری

هر نمونه با سه تکرار مورد آزمون قرار گرفت و نتایج آن ثبت و گزارش گردید. تعداد کل نمونه‌ها برای آزمون‌های شیمیایی و میکروبی به طور جداگانه ۱۸ نمونه بود که از بین ۱۰۰ عدد ماهی هوور مسقطی بطور کاملاً تصادفی انتخاب شدند. نتایج با استفاده از نرم افزارهای SPSS 13 و Excel 2003 و آزمون آماری آنالیز واریانس یکطرفه در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جهت تعیین همبستگی بین فاکتورهای مورد بررسی، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

نتایج شمارش بار باکتریایی مزوفیل و سرماگرا در نمونه‌های ماهی هوور مسقطی (*K-pelamis*) انجمادزدایی شده به روش‌های مختلف در جدول (۱) آورده شده است:

تیمارهای مختلف انجمادزدایی:

۱. ۱۶ساعت انجمادزدایی در دمای نزدیک به محیط ۲۵-۳۰C

Archive of SID

www.SID.ir

۲. ۱۶ساعت انجمادزدایی در دمای نزدیک به محیط با پاشیدن آب ۲۰°C-۱۵ هر سه ساعت
۳. ۱۶ساعت انجمادزدایی در دمای پیش سرد کردن ۵-۱۰°C
۴. ۱۰ساعت انجمادزدایی در دمای نزدیک به محیط ۲۵-۳۰°C
۵. ۱۰ساعت انجمادزدایی در دمای نزدیک به محیط با پاشیدن آب ۲۰°C-۱۵ هر سه ساعت
۶. ۱۰ساعت انجمادزدایی در دمای پیش سردکن ۵-۱۰°C

جدول ۱: تغییرات بارباکتریایی ماهی هوور مسقطی(*K .pelamis*) در روش‌های مختلف انجمادزدایی

بار باکتریایی* / تیمار	مزوفیل	سرماگرا
۱	۸۵۶۶۶/۶۷±۳۰۵۹/۵۹ a	۶۸۸۳۳/۳ ± ۷۳۳۹ a
۲	۳۷۸۳۳/۳۳ ±۶۰۱۶/۱۸ b	۴۰۵۰/۰ ± ۲۷۵/ ۴ b
۳	۱۷۰۰۰ ± ۷۶۳/۸ c	۲۱۱۶/۷ ± ۲۶۱/۹ b
۴	۴۶۱۶/۷ ± ۱۶/۶۷ d	۴۴۰۰ ± ۱۳۵۰/۳ b
۵	۲۶۸۳/۳ ± ۱۰۸۳/۳ ce	۲۹۰۰ ± ۲۰۸/۲ b
۶	۲۱۶۶/۷ ± ۹۲۷/۹ f	۱۶۳۳/۳ ± ۳۰۳/۲ b

* میانگین سه تکرار [cfu/g±SD] به همراه نتایج حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵
(حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی دار هستند)

مقدار آمین‌های پوترسین، کاداورین و هیستامین اندازه‌گیری شده در نمونه‌های ماهی در روش‌های مختلف انجمادزدایی در جدول (۲) نشان داده شده است:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: مقادیر آمین های بیوژنیک ماهی هوورمسقطی(*K.pelamis*) در تیمارهای مختلف انجمادزدایی

آمین بیوژنیک* / تیمار	پوترسین	کاداورین	هیستامین
۱	۶۶/۶۹ ±۱۶/۲۳ [a]	۱۰/۵۸ ± ۱/۹۶ [a]	ND**
۲	۴۲/۲۹± ۱/۳۸۵ [ab]	۸/۶۳ ± ۰/۳۴ [ae]	ND
۳	۳۴/۰۲ ± ۷/۵۲ [ab]	۱/۸۲ ± ۰/۸۳ [b]	ND
۴	۵۳/۱۹± ۱۸/۴۹ [ab]	۸/۹۸ ± ۱/۵۴ [c]	ND
۵	۲۵/۱۷±۱۰/۳۷ [ab]	۳/۲ ± ۰/۷۴ [ab]	ND
۶	۲/۸ ± ۰/۶۸ [b]	۰/۷۴ ± ۰/۱۳ [d]	ND

* میانگین سه تکرار [µg/g±SD] به همراه نتایج حداقل تفاوت معنی دار در سطح ۰/۰۵
(حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی دار هستند)
** Not Detected: غیر قابل تشخیص

نتایج همبستگی بین فاکتورهای مورد بررسی (پوترسین، کاداورین، تعداد باکتری های مزوفیل، تعداد باکتری‌های سرماگرا)، بر اساس آزمون همبستگی پیرسون مطابق جدول (۳) می‌باشد:

جدول ۳: مقدار ضریب همبستگی پیرسون بین فاکتور های مورد بررسی

	پوترسین	کاداورین	باریاکتریایی مزوفیل	باریاکتریایی سرماگرا
پوترسین	۱	۰/۵۰۴	۰/۰۸	۰/۰۴
کاداورین	۰/۵۰۴	۱	۰/۴۲۹	۰/۳۵۱
باریاکتریایی مزوفیل	۰/۰۸	۰/۴۲۹	۱	۰/۹۰۶
باریاکتریایی سرماگرا	۰/۰۴	۰/۳۵۱	۰/۹۰۶	۱

بحث

مطابق جدول (۱) تعداد هر دو گروه باکتری در دمای پیش سرد کن (۵-۱۰°C) کمترین حد بوده است و در شرایط محیطی با پاشیدن آب نیز اختلاف مشخصی نسبت به شرایط محیطی بدون پاشیدن آب داشته‌اند که دو دلیل برای آن می‌توان حدس زد: ۱- کاهش دما به دلیل پایین‌تر بودن دمای آب مصرفی ۲- شسته شدن برخی از باکتری‌ها از سطح ماهی. در مطالعه‌ای حد مجاز بار کل باکتری‌های مزوفیل و سرماگرا 10^6cfu/g بیان گردید (۶). در این آزمایش در هیچ یک از تیمارها، شمار باکتری‌های کل به حد 10^6cfu/g نرسید و حداکثر مقدار مشاهده شده برای باکتری‌های مزوفیل در انجمادزدایی به مدت ۱۶ ساعت در دمای محیط ۲۵ -۳۰°C ($8/56\times10^4$cfu/g) (تیمار ۱) و کمترین مقدار در انجمادزدایی به مدت ۱۰ ساعت در دمای محیط با پاشیدن آب ۱۵-۲۰°C

Archive of SID

www.SID.ir

(۲/۶۸×۱۰ cfu/g) (تیمار ۵) مشاهده گردید که احتمالاً دلیل آن شسته شدن برخی باکتری‌های مزوفیل می‌باشد. بیشترین شمار باکتری‌های سرماگرا نیز در انجمادزدایی به مدت ۱۶ ساعت در دمای محیط ۳۰-۲۵ $^{\circ}C$ (۶/۸۸×۱۰^{۴} cfu/g) (تیمار ۱) و کمترین آن در انجمادزدایی به مدت ۱۰ ساعت در دمای پیش سردکن ۵-۱۰$^{\circ}C$ (۱/۳۶ ×۱۰^{۳}cfu/g) (تیمار ۶) مشاهده گردید.

مطابق جدول (۱)، بار باکتریایی با افزایش زمان و دما افزایش داشته است. نتیجه مشابه در یک تحقیق نشان داد که دو گروه باکتریایی هوازی مزوفیل و سرمادوست طی نگهداری تون زردباله (*Thunnus albacares*) در سه درجه حرارت مورد مطالعه از نظر تعداد، با گذشت زمان افزایش یافتند. گروه‌های باکتریایی، در ارتباط با زمان نگهداری اختلاف قابل توجهی ($p<۰/۰۵$) نشان دادند ولی در ارتباط با درجه حرارت نگهداری اختلاف جزیی ($p<۰/۰۵$) بود (۱۱). رضایی و همکاران (۱۹) نیز، افزایش تعداد باکتری‌های مزوفیل و سرماگرا و سرمادوست را با افزایش درجه حرارت و گذشت زمان طی نگهداری ماهی قزل‌آلای رنگین کمان ثابت کردند.

مطابق جدول (۲)، هیستامین در همه نمونه‌ها کمتر از حد تشخیص دستگاه (۱ mg/kg) بود. مقادیر آمین‌های بیوژنیک (هیستامین، پوترسین و کاداورین) در محصولات ماهی فاسد می‌تواند به طور قابل ملاحظه بسته به نوع محصولات، باکتری‌های عامل فساد و شرایط نگهداری که منجر به فساد می‌شود، تغییر نماید و نیز گسترش باکتری‌های تولید کننده هیستامین محدود است و هیستامین همیشه طی فساد تولید نمی‌شود (۵). فاکتورهای مؤثر بر دکربوکسیلاسیون هیستیدین نیز بخصوص در یک ماهی در حال فساد متنوع‌اند. این تنوع ممکن است با اختلاف در گونه ماهی، فرآیندهای مربوط به فرآوری و درجه حرارت ارتباط داشته باشد (۲۱). در بررسی مقدار و شرایط تشکیل هیستامین و همچنین گوشت متخلخل یا اسفنجی در ماهی هوور مسقطی در حال فساد، در درجه حرارت‌های بالا گزارش گردید که بافت ماهی تازه، فاقد هیستامین بوده است، اما با گرمخانه گذاری ماهی در درجه حرارت‌های بالا، این ترکیب تشکیل شده است. همچنین ادعا شد که درجه حرارت مطلوب برای هیستامین بستگی به فعالیت میکروبی داشته و ۳۷/۸$^{\circ}C$ می‌باشد، که در این پژوهش در هیچ یک از تیمارها دما به این حد نرسیده است. امروزه آنالیز ارگانولپتک می‌تواند حضور پوترسین و کاداورین را نشان دهد اما حضور هیستامین را نشان نمی‌دهد، مگر اینکه آنالیست بسیار آلرژیک باشد و هیستامین را از طریق یک واکنش آلرژیک حس کند (۱۶). از طرف دیگر، با اینکه در گونه‌های ماهی اسکامبرید مانند تون، هیستامین به عنوان شاخص شیمیایی فساد مخاطره آمیز در نظر گرفته می‌شود، هیستامین همیشه در همه نمونه‌های فاسد وجو ندارد و ممکن است آلکیل دی آمین‌های پوترسین و کاداورین (که به قسمت فاسد غذاهای دریایی بوی گندیدگی واضح می‌دهند) شاخص‌های بهتری از فساد باشند و حتی ممکن است اثرات زیان‌آور برای سلامتی ناشی از مصرف غذاهای دریایی مسموم به هیستامین را تقویت کنند (۱۵).

مطابق جدول (۲) در این آزمایش، دی آمین پوترسین عمده‌ترین آمین تشکیل شده در ماهی هوور مسقطی بود که به همراه کاداورین، شاخص‌های بهتری از پیشرفت فساد را نسبت به هیستامین تشکیل دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

در نتیجه‌ای مشابه در تحقیق دیگری در سال ۱۹۹۲ نیز یک همبستگی خوب بین ارزیابی ارگانولپتیک و مقادیر پوترسین و کاداورین در ماهی تون هوور مسقطی گزارش شد (۱۵). اما در تحقیق دیگری، فساد ماهی گیدر و هوور مسقطی در شرایط کنترل شده در درجه حرارت ۷۰°F و به ترتیب در زمان های ۷۲ و ۹۶ ساعت مورد بررسی قرار گرفت و فرآورده‌های شیمیایی تولید شده در اثر فساد بویژه پوترسین، کاداورین و هیستامین در ماهی خام، پخته و کنسرو شده ارزیابی و مقایسه گردید و نشان داده شد که تحت شرایط مورد بررسی، ظرف مدت ۳۶ ساعت، تمامی سه ترکیب مذکور، بدون تغییر و در حد پایینی باقی مانده‌اند. پس از این مدت افزایش چشمگیری در ترکیبات هیستامین و کاداورین مشاهده شد، در حالی که پوترسین دارای روند افزایشی یکنواخت و کندی بوده است (۱۱).

تشکیل آمین بیوژنیک بوسیله باکتری‌ها بطور قطع تحت تأثیر درجه حرارت قرار می‌گیرد. درجه حرارت بین ۲۰°C و ۳۷°C برای رشد اکثر باکتری‌ها شامل دکربوکسیلازها مطلوب است و کاهش درجه حرارت باعث توقف رشدشان می‌شود (۱۲). رشد باکتریایی زمانی که شرایط دمایی ۰°C -۵°C باشد متوقف می‌شود. با این حال فعالیت آنزیمی همچنان ادامه خواهد یافت که منجر به تولید آمین بیشتر می‌شود (۸).

در این آزمایش با افزایش دمای انجمادزدایی، میزان پوترسین و کاداورین افزایش داشته است که در سطح اطمینان ۹۵٪ برای کاداورین معنی‌دار است. نتیجه مشابهی در بررسی تأثیر درجه حرارت‌های مختلف نگهداری (۱°C ±۲۴ , ۲°C ±۳ , ۱°C ±۱۸-) بر تشکیل آمین‌های بیوژنیک در زمان‌های مختلف (۷-۰ روز) در بافت ماهیچه‌ای ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) گزارش گردید که افزایش آمین‌های بیوژنیک را با افزایش درجه حرارت و زمان نگهداری نشان داد (۱۴).

با توجه به جدول (۲) تغییرات پوترسین و کاداورین در روش‌های مختلف انجمادزدایی، انجمادزدایی به مدت ۱۰ساعت در دمای پیش سردکن (تیمار ۶) در هر دو آمین کمترین مقدار را نشان می‌دهد.

رضایی و همکاران (۲۰۰۷) نیز در بررسی تغییرات آمین‌های بیوژنیک در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) هنگام نگهداری در یخ، بین روند تغییرات پوترسین و کاداورین با گذشت زمان ارتباط مستقیم مشاهده کردند. با این تفاوت که اختلاف میزان پوترسین و کاداورین در این آزمایش بسیار زیاد است و مقدار پوترسین در اکثر موارد بیش از ۵ برابر میزان کاداورین مشاهده شده است(۱۹).

حدود خطرناک آمین‌های بیوژنیک در ماده غذایی توسط FDA و پژوهش‌های قبلی به صورت زیر بیان شده است. اما برای پوترسین و کاداورین حد مجازی بطور جداگانه بیان نشده است.

جدول۴: حدود خطرناک آمین های بیوژنیک

نام آمین	حدود خطرناک
هیستامین	> ۵۰ mg/kg
تیرامین	> ۱۰۰ mg/kg
بتا فنیل اتیل آمین	> ۳۰ mg/kg
کل آمین ها	> ۱۰۰۰ mg/kg

مطابق جدول (۳)، بیشترین ضریب همبستگی برای بار باکتریایی مزوفیل با سرماگرا بدست آمد و ضریب

Archive of SID
www.SID.ir

همبستگی بین پوترسین و کاداورین با بار باکتریایی زیر ۵۰٪ بود. این نتیجه با نتیجه بدست آمده توسط رضایی و همکاران در خصوص وجود همبستگی خوب بین پوترسین و بار سرماگرا- سرمادوست مغایرت دارد. اما آن‌ها نیز بین دیگر آمین‌ها و جمعیت باکتریایی رابطه مشخصی مشاهده نکردند.

از طرف دیگر آن‌ها نشان دادند که کاداورین، روند افزایشی مشابهی با پوترسین دارد، که این نتیجه با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. در این تحقیق، روند تغییرات در همه پارامترهای مورد بررسی مشابه بود.

با توجه به مقادیر پوترسین و کاداورین و بار باکتریایی (مزوفیل، سرماگرا)، که بیشترین مقدار را در انجمادزدایی به مدت ۱۶ ساعت در دمای محیط ۲۵-۳۰ $^{\circ}$C و کمترین مقدار را در انجمادزدایی به مدت ۱۰ ساعت در دمای پیش سرد کن ۵-۱۰ $^{\circ}$C نشان می‌دهند و معنی دار بودن اختلاف مقادیر اندازه گیری شده بجز پوترسین بین این دو روش انجمادزدایی ($p<۰/۰۵$)، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش زمان و دمای انجمادزدایی، میزان آمین‌های پوترسین و کاداورین و بار میکروبی (مزوفیل، سرماگرا) افزایش می‌یابد، بنابراین می‌توان روش انجمادزدایی به مدت ۱۰ساعت در دمای پیش سرد کن ۵-۱۰ $^{\circ}$C را به عنوان روش مناسب‌تر پیشنهاد کرد. همچنین با وجود اینکه در این آزمایش، ارزیابی حسی صورت نگرفت ولی در نمونه‌های ماهی انجمادزدایی شده به مدت ۱۶ ساعت در دمای محیط ۲۵-۳۰ $^{\circ}$C علایم حسی فساد شامل بوی نامطبوع و نرم شدن غیر طبیعی بافت مشاهده گردید. با توجه به اینکه هیستامین که شاخص کیفیت فرآورده‌های دریایی از نظر سازمان غذا و داروی امریکا (FDA)(۵۰mg/kg) می‌باشد در هیچ یک از تیمارها قابل تشخیص نبود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، حضور هیستامین به تنهایی نمی‌تواند میزان فساد در ماهی تون هوور مسقطی (*K. pelamis*) را توجیه نماید و روش انجمادزدایی به مدت ۱۶ ساعت در دمای محیط ۲۵-۳۰ $^{\circ}$C با وجود عدم تشکیل هیستامین مردود می‌گردد، بنابراین آمین‌های بیوژنیک پوترسین و کاداورین نسبت به هیستامین در تخمین پیشرفت فساد در ماهی تون هوور مسقطی شاخص‌های مناسب‌تری هستند.

سپاسگزاری

از شرکت صنایع غذایی سیبون به خاطر پشتیبانی در به ثمر رسیدن تحقیق و از آقای مهندس پرویز مدیر عامل آزمایشگاه پاسارگاد به خاطر یاری رساندن در انجام تحقیق تشکر می‌نماییم.

منابع

۱. طالب زاده، ع.، ۱۳۷۷. بررسی صید صنعتی تون ماهی‌ها در آب‌های دریای عمان. مجله علمی شیلات، صفحات ۲۷-۵۴.
۲. مؤسسه استاندار و تحقیقات ایران.، ۱۳۸۵. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- آماده‌سازی آزمایه و تهیه سوسپانسیون اولیه و رقت‌های اعشاری برای آزمون‌های میکروبیولوژی، شماره ۳-۸۹۲۳ ،صفحات۶-۱۲.
۳. مؤسسه استاندار وتحقیقات ایران.، ۱۳۸۶. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام – راهنمای الزامات کلی برای آزمون، شماره ۹۸۹۹، صفحات۴۸-۵۴.

Archive of SID
www.SID.ir

۴. نیکوییان، ع.، ۱۳۷۰. وضعیت بهره‌برداری و مدیریت ذخایر تون ماهیان و گونه‌های مشابه در خلیج فارس و دریای عمان، صفحه۱۴.

5. Abu bakr, F.; Salleh, A,B.; Razak, C.N.A.; Basri, M.; Ching, M.K. and Son, R., 2008. Biochemical changes of preserved freshwater Prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) during storage, International food research jornal, Vol. 15, no. 2, pp. 181-191.
6. Baixas – Nogueras, S.; Bover- Cid, S.; veciana – Nogues, M.T. and Vidal- Carou, M.C.; 2007. Effects of previous frozen storage on chemical, microbiogical and sensory changes during chilled storage of Mediterranean hake (*Merluccius merluccius*) after thawing, Eur food Res Technol, Vol. 226, pp. 287-293.
7. Bakar, J.; Yassoralipour, A.; Abu bakar, F. and Abdul Rahman, R., 2009. Biogenic amine changes in Barramundi (*Lates calcarifer*) slices stored at 0 and 4 C, Food chemistry, Vol. 119, pp. 467-470.
8. Dawood, A.A.; Karkalas, J.; Ray, R.N. and Williams, C.S., 1988. The Occurance of non-volatile amine chille in chilled- stored Rainbow trout (*Salmo irdeus*), Food Chemistry, Vol. 27, pp.33-45.
9. FAO (Food and Agriculture Organization of the united nations)., 2006. Yearbook of f fishery statistics, pp. 10-37.
10. Farn, G. and Sims, 1987. Chemical indices of determination in tuna. Proceeding international symposium on sea food quality determination, corrdinated by the University of Alaska Sea Gurant College Program: An chorage Alaska USA, Vol. 15, pp. 175-183.
11. Guizani, N.; AL- Busaidy, M.A.; Al – Belushi, I.M.; Mothershaw, A. and Rahman, M.S., 2005. The effect of storage temperature on histamine production and the freshness of yellowfin tuna (*Thunns albacares*). Food Research International, Vol. 38, pp. 215-222.
12. Kordiovska, P.; Vorlova, L.; Karpiskova, R.; Buchtova, H.; Svobodova, Z.; Krizek, M. and Vacha, F., 2006. The dynamics of biogenic amine formation in muscle tissue of carp (Cyprinus carpio), Czech J. Anim. Sci, Vol. 51, no.6, pp. 262- 270.
13. Krizek, M.; Pavlicek, T. and Vacha, F., 2002. Formation of selected biogenic amines in carp meat, J Sci Food Agri, Vol. 82, pp. 1088- 1093.
14. Krizek, M.; Vacha, F.; Vorlova, L.; Lukasova, J. and Cupakova, S., 2003. Biogenic amines in vacuum- packed flesh of carp (Cyprinus carpio) stored at different temperature, Food chemistry, Vol. 88, pp. 185-191.
15. Lehane, L. and Olley, J., 2000. Histamine fish poisoning revisited, International journal of food microbiology, pp. 58: 1-37.
16. Marks, H.S. and Anderson, C.R., 2005. Determination of putrescine and cadaverine in sea food (finfish and shellfish) by liquid chromatography using pyrene excimer flurescence, Journal of chromatography A, Vol. 1094, pp. 60-69.
17. Meitz, L. and Karmas, E., 1977. Chemical quality index index of canned tuna as determined by high pressure liquid chromatography, Journal of Food Science, Vol. 42, pp. 155-158.
18. Morrow, J.D., 1991. Evidence that histamine is the Causative toxin of scombroid- fish poisoning, The new England Journal of Medicine, pp. 329-720.
19. Rezaei , M ., Montazeri , N, Ershade .L, H., Mokhayer , B., Parviz , M.and Nazarinia ,A. 2007. The biogenic amines and bacterial changes of farmed Rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice. Food Chemistry. 103: 150-154.
20. Saaid, M.; Saad, B.; Hashim, N.H.; Mohamed Ali, A.S. and Saleh, M.I., 2008. Determination of biogenic amines in selected Malaysian food, Food chemistry, Vol. 113, pp. 1356- 1362.
21. Yoshinaga, D.H. and Frank, H.A., 1982. Histamine- producing bacteria in decomposing skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), Applied and environmental microbiology, Vol. 44, no. 2, pp. 447- 452.

Archive of SID

www.SID.ir