



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Efficacy of biogenic amines in assessing the quality of cage-cultured Asian sea bass (*Lates calcarifer*) during freezingSargolzaei, M¹, Bitar, S^{1,*}, Naseri, F²¹ Department of Fisheries, Faculty of Marine sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran² Chabahar Veterinary Office, General Veterinary Administration of Sistan and Baluchestan Province, Chabahar, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2025/03/20

Revised: 2025/08/27

Accepted: 2025/08/27

Keywords:

Quality assessment,
Biogenic amine,
Asian Sea bass,
Cage culture

*Corresponding author:

✉ bita@cmu.ac.irDoi: [10.52547/joc.16.61.3](https://doi.org/10.52547/joc.16.61.3)ORID: [0000-0001-9556-0569](https://orcid.org/0000-0001-9556-0569)

ABSTRACT

Background and Objectives: In recent years, food safety and quality have become critical public health issues, driven by increased consumer awareness and globalization of food markets. The measurement of biogenic amines, which are formed from the decarboxylation of amino acids by bacteria in protein-rich foods, is one of the most practical methods for assessing quality in fish. The most common biogenic amines found in seafood include histamine, tyramine, putrescine, spermine, spermidine, and cadaverine. Therefore, the present study aimed to evaluate the quality of cage-reared Asian sea bass based on the measurement of changes in biogenic amines during 6 months of frozen storage.

Methods: Asian sea bass fish immediately after being caught, were placed one by one in a box containing ice powder and transferred to the Pasabandar fish processing plant located in Dashtyari County for freezing and storage in a cold store at -18°C. After packaging the fish in polyethylene bags, freezing was performed at -36°C. In addition, a number of fish samples were transferred to the laboratory immediately after being caught as fresh and control samples for the measurement of biogenic amines. The biogenic amines studied included tyramine, histamine, cadaverine, putrescine, spermine, and spermidine. To measure the biogenic amines of the fish transferred to the processing plant, sampling was performed once a month after the fish were stored in a cold store at -18°C for 6 months. The biogenic amines were measured by acid extraction and derivatization.

Findings: According to the results, the levels of biogenic amines putrescine and cadaverine increased with time compared to fresh samples, while spermine and spermidine decreased significantly ($P < 0.05$). Although the level of histamine did not show a significant difference between day 0 and the sixth month of storage ($P > 0.05$), its level increased significantly between the remaining storage times ($P < 0.05$). In fresh samples, the highest levels of biogenic amines were related to spermine and spermidine. Histamine was higher in fresh samples than in frozen samples, then decreased, and increased again at the end of the storage period, but did not reach the permissible limit. Tyramine, along with histamine, was not identified as another dangerous biogenic amine until the end of the storage period, so they cannot be considered as a risk factor in Asian sea bass. Putrescine and cadaverine showed a uniform increasing trend over time, and in samples stored in the frozen state, the highest amount of biogenic amine was related to putrescine.

Conclusion: Considering the uniform increasing trend of putrescine and cadaverine over time and the high level of putrescine, it can be said that these two biogenic amines are more effective than the others in assessing the quality of this fish. Although the levels of spermine and spermidine were higher than other biogenic amines, they cannot be considered as a suitable quality indicator for this fish due to the decreasing trend. The values obtained from all biogenic amines were lower than the permitted limit by the end of the storage period, which indicates the good quality of Asian sea bass during 6 months of storage in the cold storage. According to the results obtained, the quality of these fish was assessed as safe by the end of the storage period at -18°C.



NUMBER OF TABLES

1



NUMBER OF FIGURES

5



NUMBER OF REFERENCES

40

مقاله پژوهشی

کارایی آمین‌های بیوژن در ارزیابی کیفیت ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) پرورشی در قفس طی انجمادمریم سرگلزایی^۱، سراج بیتا^{۱*}، فاطمه ناصری^۲^۱ گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران^۲ وابستگی سازمانی کارشناس ارشد، اداره دامپزشکی چابهار، اداره کل دامپزشکی استان سیستان و بلوچستان، چابهار، ایران

اطلاعات مقاله

چکیده

واژگان کلیدی:

ارزیابی کیفیت،

آمین بیوژن،

ماهی باس دریایی آسیایی،

پرورش در قفس

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۴/۳۰

تاریخ بازبینی: ۱۴۰۴/۶/۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۵

*نویسنده مسئول

✉ bita@cmu.ac.ir

Doi: 10.52547/joc.16.61.3

ORID: 0000-0001-9556-0569

پیشینه و اهداف: در سال‌های اخیر، ایمنی و کیفیت مواد غذایی به مسائلی حیاتی در سلامت عمومی تبدیل شده است، این امر ناشی از افزایش آگاهی مصرف‌کننده و جهانی شدن بازارهای مواد غذایی است. اندازه‌گیری آمین‌های بیوژن که از دکربوکسیلاسیون اسیدهای آمینه توسط باکتری‌ها در مواد غذایی غنی از پروتئین تشکیل می‌گردند، یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها برای ارزیابی کیفیت در ماهی است، متداول‌ترین آمین‌های بیوژن موجود در غذاهای دریایی شامل هیستامین، تیرامین، پوترسین، اسپرمیدین و کدورین هستند. بنابراین مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کیفیت ماهی باس دریایی آسیایی پرورش یافته در قفس بر اساس سنجش تغییرات آمین‌های بیوژن طی ۶ ماه نگهداری در حالت انجماد انجام شد.

روش‌ها: ماهیان باس دریایی آسیایی بلافاصله پس از صید از قفس‌های پرورشی خلیج چابهار به صورت یک در میان در داخل یونولیت حاوی پودر یخ قرار داده شده و به کارخانه فرآوری ماهی پسابندر واقع در شهرستان دشتیاری جهت انجماد و نگهداری در سردخانه با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. پس از بسته‌بندی ماهیان در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی عمل انجماد در دمای ۳۶- درجه سانتی‌گراد انجام شد. در ضمن تعدادی از نمونه‌های ماهیان بلافاصله پس از صید به عنوان نمونه تازه و شاهد جهت سنجش آمین‌های بیوژن به آزمایشگاه منتقل شدند. آمین‌های بیوژن مورد مطالعه شامل تیرامین، هیستامین، کدورین، پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین بودند. جهت سنجش آمین‌های بیوژن ماهیان انتقال یافته به کارخانه فرآوری، پس از ۶ ماه نگهداری ماهیان در سردخانه با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد هر ماه یکبار نمونه برداری انجام شد. و سنجش آمین‌های بیوژن از طریق استخراج اسیدی و مشتق سازی صورت گرفت.

یافته‌ها: طبق نتایج مقادیر آمین‌های بیوژن پوترسین و کدورین در مقایسه با نمونه‌های تازه با گذشت زمان افزایش و اسپرمین و اسپرمیدین کاهش معناداری داشته است ($P < 0.05$). میزان هیستامین هر چند که بین روز صفر و ماه ششم نگهداری تفاوت معناداری نشان نداد ($P > 0.05$)، اما میزان آن بین بقیه زمان‌های نگهداری با افزایش معناداری همراه بوده است ($P < 0.05$). در نمونه‌های تازه بالاترین میزان آمین بیوژن مربوط به اسپرمین و اسپرمیدین بود. هیستامین در نمونه‌های تازه نسبت به نمونه‌های منجمد بیشتر بود و سپس کاهش یافت و در پایان دوره نگهداری مجدداً افزایش یافت، اما به بالاتر از حد مجاز نرسید. تیرامین نیز در کنار هیستامین به عنوان یکی دیگر از آمین‌های بیوژن خطرناک تا پایان دوره نگهداری شناسایی نشد، بنابراین نمی‌توانند به عنوان عامل ایجاد کننده خطر در ماهی باس دریایی آسیایی مطرح باشند. پوترسین و کدورین با گذشت زمان روند افزایشی یکنواختی نشان دادند و در نمونه‌های نگهداری شده در حالت انجماد بیشترین میزان آمین بیوژن مربوط به پوترسین بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به روند افزایشی یکنواخت پوترسین و کدورین با گذشت زمان و بالا بودن مقدار پوترسین می‌توان گفت که این دو آمین بیوژن کارایی بهتری نسبت به بقیه در ارزیابی کیفیت این ماهی دارند. مقادیر اسپرمین و اسپرمیدین هر چند بالاتر از سایز آمین‌های بیوژن بود، اما بدلیل روند کاهشی نمی‌توانند به عنوان شاخص کیفیت مناسبی برای این ماهی در نظر گرفته شوند. مقادیر بدست آمده از تمام آمین‌های بیوژن تا پایان دوره نگهداری کمتر از حد مجاز تعیین شده بود که بیانگر کیفیت خوب ماهیان باس دریایی آسیایی طی ۶ ماه نگهداری در سردخانه است و با توجه به نتایج بدست آمده کیفیت این ماهیان تا پایان دوره نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد ایمن ارزیابی شد.

مقدمه

قفس در تمام نقاط دنیا گردید [۱۳]، ماهی باس دریایی آسیایی با اسم علمی *Lates calcarifer* نیز به دلیل مقاوم بودن به شرایط محیطی، هم‌آوری بالا، پرورش در اسارت، سرعت رشد سریع، گوشت مغذی و تقاضای بازار به عنوان یکی از گونه‌های بسیار مناسب برای پرورش در قفس در نظر گرفته شده است [۱۴]، بنابراین در آینده با توجه به افزایش سهم این ماهی در آبی‌پروری در قفس و عرضه به بازارهای داخلی و بین‌المللی به صورت منجمد ارزیابی کیفیت آن ضروری به نظر می‌رسد و مطالعه حاضر با هدف تعیین تغییرات و بررسی کارایی آمین‌های بیوژن به‌عنوان شاخص‌هایی برای ارزیابی کیفیت ماهی باس دریایی آسیایی پرورش‌یافته در قفس طی نگهداری در حالت انجماد انجام شد.

روش پژوهش

ماهیان باس دریایی آسیایی از مزرعه پرورش در قفس شرکت آگسام در خلیج چابهار در زمستان ۱۳۹۷ تهیه و بلافاصله پس از شستشو تحت شرایط یخ‌گذاری شده به صورت یک لایه یخ و ماهی در داخل جعبه‌های یونولیت که در کف آن‌ها سوراخی جهت خروج احتمالی آب حاصل از ذوب یخ تعبیه شده بود [۱۵] به کارخانه فرآوری ماهی پسابندر واقع در شهرستان دشتیاری منتقل شدند. ماهیان منتقل شده به کارخانه پس از بسته بندی با کیسه‌های پلی‌اتیلنی، در تونل انجماد با دمای -۳۶ درجه سانتیگراد منجمد شدند و پس از انجماد در سردخانه با دمای -۱۸ درجه سانتی گراد به مدت ۶ ماه نگهداری شدند. در همین فواصل تعدادی از نمونه‌های ماهیان بلافاصله پس از صید به عنوان نمونه تازه و شاهد (نمونه روز صفر) جهت سنجش آمین‌های بیوزن مستقیماً به آزمایشگاه منتقل شدند. در ادامه مقادیر آمین‌های بیوزن شامل هیستامین، کدورین، پوترسین، اسپرمین، اسپرمیدین و تیرامین در زمان‌های صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ ماه نگهداری در سردخانه مورد سنجش قرار گرفتند. به منظور سنجش میزان آمین‌های بیوزن عملیات استخراج به روش Mietz and Karmas (1977) [۱۶] و مشتق‌سازی به روش Dawood و همکاران (۱۹۸۸) انجام شد [۱۷]. به طور خلاصه ۵۰ گرم عضله ماهی بدون پوست همگن‌شده با چرخ‌گوشت با ۷۵ میلی‌لیتر TCA ۵ درصد توسط مخلوط‌کن به مدت ۲ دقیقه مخلوط سپس محتوی آن به لوله‌های سانتریفیوژ منتقل و به مدت ۱۰ دقیقه در سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس محلول فوقانی فیلتر و ۱۰ میلی‌لیتر آن با ۴ گرم NaCl، ۱ میلی‌لیتر NaOH ۵۰ درصد و ۵ میلی‌لیتر کلروفرم-بوتانول (۱+۱) مخلوط و به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ و فیلتر شد. حال به مجموع استخراج‌ها ۱۵ میلی‌لیتر n-هپتان، ۱ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۰/۲ نرمال اضافه و پس از جداسازی فاز پایینی ۱ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. لوله محتوی این استخراج‌ها در حمام آب داغ (۸۰ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شد تا با کمک جریان ملایم هوا خشک گردد. در ادامه به ماده خشک استخراج شده ۱ میلی‌لیتر NaOH ۲ مولار، ۵ میکرولیتر بنزویل کلراید، ۲ میلی

ماهیان منبع ارزشمندی از مواد مغذی ضروری از جمله پروتئین و لیپیدهای با کیفیت بالا (درشت مغذی‌ها) و همچنین ویتامین‌ها و مواد معدنی (ریز مغذی‌ها) هستند که نقشی محوری در تقویت امنیت غذایی و تغذیه در سراسر جهان دارند [۱] و در مقایسه با سایر منابع تازه، ماهی‌ها بسیار فسادپذیر بوده و کیفیت آن‌ها می‌تواند به سرعت پس از صید و در حین حمل و نقل و نگهداری کاهش یافته و منجر به فساد و ضرر اقتصادی برای صنعت ماهیگیری و مصرف‌کنندگان شود [۲]. کیفیت گوشت ماهی تا حد زیادی تحت تأثیر عواملی مانند دما، مدت زمان حمل و نقل و شرایط نگهداری پس از صید است. بنابراین حفظ دمای مطلوب و شرایط ذخیره‌سازی در سراسر زنجیره تامین ماهی برای اطمینان از تحویل محصول با کیفیت بالا به مصرف‌کنندگان ضروری است [۳]. پروتئین‌های موجود در ماهی‌های دریایی ابتدا توسط پروتئازها و پپتیدازها به اسیدهای آمینه تجزیه می‌شوند و سپس اسیدهای آمینه با آنزیم‌های دکربوکسیلاز که توسط میکروارگانیسم‌ها متابولیزه می‌شوند واکنش داده و تولید آمین‌های بیوژنیک می‌کنند [۴] که این آمین‌های بیوژن ترکیبات نامطلوبی هستند که از طریق دکربوکسیلاسیون اسیدهای آمینه آزاد توسط میکروب‌های بیماری‌زا تشکیل می‌شوند و خطرات جدی برای سلامت عمومی و ایمنی مواد غذایی ایجاد می‌کنند. این آمین‌ها در انواع مواد غذایی از جمله ماهی و محصولات ماهی، گوشت و فرآورده‌های گوشتی وجود دارند و به عنوان شاخص‌های کیفی مهم برای ارزیابی کیفیت و ایمنی مواد غذایی عمل می‌کنند [۵]. تشکیل آمین‌های بیوژن در ماهی تازه و محصولات شیلاتی ممکن است ناشی از دکربوکسیلازهای اسید آمینه درون یا رشد میکروارگانیسم‌هایی باشد که تحت شرایط مناسب دارای فعالیت دکربوکسیلاز هستند [۲]. پوترسین، کدورین، هیستامین، اسپرمین، اسپرمیدین و تیرامین از مهم‌ترین آمین‌های بیوژنیک موجود در غذاهای دریایی هستند که از طریق دکربوکسیلاسیون باکتریایی تولید می‌شوند [۳]. تشکیل آمین‌های بیوژن را می‌توان با مهار رشد باکتری‌ها یا مهار فعالیت دکربوکسیلاز باکتری‌ها کنترل کرد [۶] که یکی از این روش‌ها برای حفظ کیفیت مواد غذایی تازه، به ویژه غذاهای دریایی با محتوای پروتئین و رطوبت بالا انجماد و نگهداری ماهی در دماهای پایین است [۷]. زیرا دمای پایین و نگهداری ماهی در حالت انجماد سبب کند شدن فعالیت باکتری‌ها و در نتیجه تاخیر در تشکیل آمین‌های بیوژن می‌شود [۸]. سنجش مقدار آمین بیوژنیک ماهی تازه و محصولات شیلاتی به دلیل تأثیر بر سلامت انسان و اقتصاد محلی مورد توجه قرار گرفته است، زیرا هم به عنوان شاخصی از تازگی و تجزیه مواد غذایی و هم به عنوان یک عامل حیاتی برای تضمین ایمنی مواد غذایی عمل می‌کند [۵]، در نتیجه، تجزیه و تحلیل آمین‌های بیوژنیک در مواد غذایی بسیار مهم است و مطالعات متعددی در این زمینه بر روی ماهیان و محصولات شیلاتی انجام شده است [۹، ۱۲-۱۳]. افزایش و فشار تقاضای جهانی در طی ۲۰ سال اخیر سبب رشد سریع تولید و پرورش ماهی از طریق

تیرامین تا پایان دوره نگهداری است. مطابق با نتایج مطالعه حاضر در مطالعه Koutsoum anis و همکاران (۱۹۹۹) [۲۰] بر روی ماهی شانک سرطلایی (*Sparus aurata*) تیرامین تا پایان دوره نگهداری شناسایی نشد. در مطالعه Bita و همکاران (۲۰۱۵) [۱۰] بر روی ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) و Arulkumar و همکاران (۲۰۱۹) [۲۱] بر روی لابستر خردار (*Panulirus polyphagus*) در طی نگهداری در یخ تیرامین در ابتدای دوره نگهداری توسط دستگاه HPLC قابل ردیابی نبود، اما با گذشت زمان نگهداری میزان آن افزایش یافت. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر تیرامین در عضله ماهیان باس دریایی آسیایی نگهداری شده در یخچال و ماهی ماکرل (*Rastrelliger kanagurta*) منجمد شناسایی شد [۱۸،۵]. تفاوت در نتایج مطالعه حاضر با سایر مطالعات به این دلیل است که تجمع تیرامین به حضور اسیدهای آمینه پیش ساز، رشد یا فعالیت باکتری‌های دکربوکسیله کننده و شرایط نگهداری بستگی دارد [۲۲]. طبق شکل ۱ میزان هیستامین به جز روز صفر با گذشت زمان افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$). که با نتایج مطالعه Hu و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد [۲۳]. میزان هیستامین در مطالعه حاضر تا پایان دوره نگهداری کمتر از حد مجاز تعیین شده بود که بیانگر کیفیت خوب ماهیان باس دریایی آسیایی نگهداری شده در سردخانه با دمای ۱۸- درجه سانتی گراد در طی شش ماه است. برخی از محققین گزارش کردند که محتوای هیستامین کمتر از مقدار ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم نشان دهنده کیفیت خوب ماهی است، در حالی که غلظت‌های بین ۳۰ و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب نشان دهنده فساد قطعی است [۲۴]. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر Rossano و همکاران (۲۰۰۶) کاهش در مقدار هیستامین را با گذشت زمان در ماهی آنچوی اروپایی (*Engraulis encrasicolus*) نگهداری شده در حالت انجماد گزارش نمودند [۲۵]. همچنین در مطالعه‌ای توسط Afsharmanesh و همکاران (۲۰۱۲) [۲۶] آمین بیوژن هیستامین در ماهی گیدر (*Thunnus albacares*) نگهداری شده در حالت انجماد تشکیل نشد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد. میزان بالای هیستامین در روز صفر احتمالاً به دلیل فعالیت و رشد باکتری‌های مزوفیل دکربوکسیله کننده هیستدین پس از صید است که سبب آزاد شدن بیشتر هیستدین از پروتئین‌های عضله و در نتیجه تولید بیشتر هیستامین شده است [۲۷]. پس از روز صفر، میزان هیستامین در ماه اول کاهش یافت، مقدار کم هیستامین در نمونه‌های ماهی باس دریایی آسیایی منجمد شده در ماه اول احتمالاً به دلیل رشد بسیار اندک باکتری‌های دکربوکسیله کننده هیستدین در شرایط نگهداری در حالت انجماد یا اثر بازدارنده دمای پایین بر تولید و فعالیت آنزیم دکربوکسیلاز این آمین بیوژن هست [۲۸].

لیتر محلول NaCl اشباع اضافه شد تا عمل مشتق سازی متوقف گردد، سپس ۲ میلی لیتر دی اتیل اتر به آن اضافه و به مدت ۵ دقیقه در ۲۵۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. بعد فاز بالایی (اتر) به لوله تمیز منتقل و با جریان ملایم گاز نیتروژن تبخیر گردید تا خشک شود. پس از استخراج اسیدی و مشتق سازی برای تزریق نمونه در HPLC به ماده خشک بدست آمده در مرحله مشتق سازی ۲۰۰ میکرولیتر متانول اضافه و از فیلتر میلی پور با قطر منافذ ۰/۴۵ میکرومتر عبور داده شد. سپس ۲۰ میکرولیتر از آن با سرنگ میکرولیتری Hamilton به دستگاه HPLC مدل شیمادزو، کیوتو ژاپن شامل پمپ، دتکتور UV-VIS تنظیم شده در طول موج ۲۵۴ نانومتر و ستون C18، ODS، ۲۵۴ نانومتر و ستون C18، ODS، ۲۵۴ نانومتر، استفاده از فاز معکوس با سیستم ایزوکراتیک متانول و آب (به نسبت حجمی ۷۰ و ۳۰) با جریان حلال ۱/۱ میلی لیتر در دقیقه در دمای اتاق بود.

شاخص کیفیت و شاخص آمین بیوژن طبق روش‌های پیشنهاد شده توسط Mietz و Karmas (۱۹۷۷) و Veciana-Nogues و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد [۱۸،۱۶].

رابطه (۱) (اسپرمیدین + اسپرمین + ۱) / (کدورین، پوترسین + هیستامین) = شاخص کیفیت

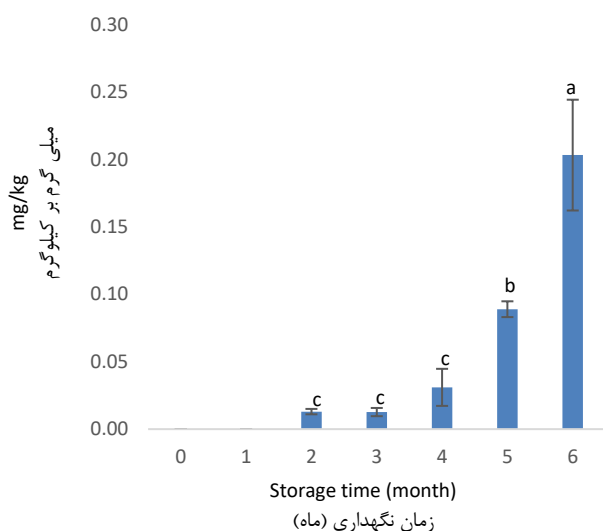
رابطه (۲) (تیرامین + پوترسین + کدورین + هیستامین) = شاخص آمین بیوژن

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام پذیرفت. روش تجزیه واریانس یکطرفه و آزمون توکی با حداقل تفاوت معنادار (LSD) جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر آمین بیوژن در زمان‌های صفر، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ ماه استفاد شد.

نتایج و بحث

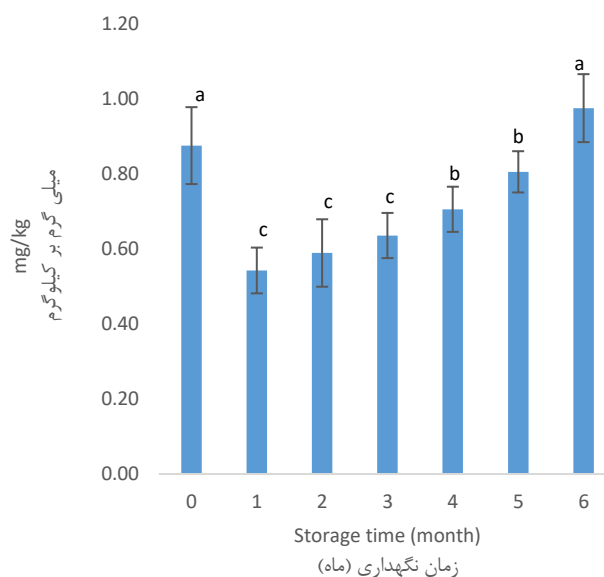
آمین‌هایی مانند هیستامین، تیرامین، تربیتامین، پوترسین، کادورین، آگماتین، اسپرمین و اسپرمیدین در غذاهای دریایی به دلیل حساسیت بالای این محصولات به آلودگی میکروبی و شرایط نامناسب نگهداری اهمیت ویژه‌ای دارند و به عنوان یکی از شاخص‌های تازگی و فساد مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۹]. آمین‌های بیوژن اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر شامل هیستامین، کدورین، پوترسین، اسپرمین، اسپرمیدین و تیرامین بودند. بر اساس نتایج حاصله آمین بیوژن تیرامین تا پایان دوره نگهداری توسط دستگاه HPLC قابل ردیابی نبود که احتمالاً به دلیل عدم فعالیت و رشد باکتری‌های دکربوکسیله کننده تیروزین و یا میزان کم این اسیدآمینه در ماهی باس دریایی آسیایی است، زیرا تشکیل تیرامین عمدتاً به دلیل دکربوکسیلاسیون میکروبی اسید آمینه تیروزین است [۱۹]. سطح قابل قبول تیرامین در ماهی ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم پیشنهاد شده است [۵] که در مطالعه حاضر اصلاً شناسایی نشد، این امر بیانگر ایمن بودن نمونه‌ها از لحاظ آمین بیوژن

(دکربوکسیلازها) و عمل آنها بر روی سوبستراهایی مانند اسیدهای آمینه آزاد است [۱۰]. از طرفی گزارشاتی نیز وجود دارد که نشان می دهد انواع و سطوح آمین های بیوژن تشکیل شده به فلور باکتریایی آن ماهی بستگی دارد [۳۱].



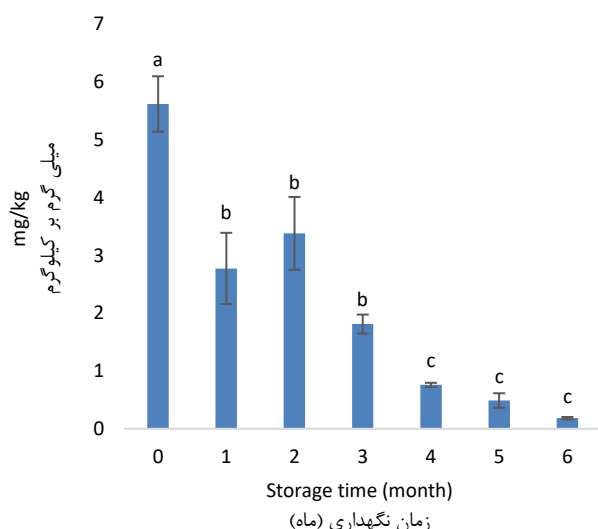
شکل ۲: تغییرات کدورین ماهی باس دریایی آسیایی در طی نگهداری در سردخانه

پوترسین با گذشت زمان روند افزایشی معناداری داشت ($p < 0.05$)، به طوری که میزان آن از 0.07 ± 0.42 میلی گرم بر کیلوگرم در روز صفر به 0.85 ± 11.36 میلی گرم بر کیلوگرم در ماه ششم نگهداری رسید (شکل ۳). در مطالعه‌ای روی گونه‌های مختلف ماهی، سطوح پوترسین بین ۱۰ تا ۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بود [۱۹]. این روند در نتایج مطالعات Krizek و همکاران (۲۰۰۴) [۳۲]، Hu و همکاران (۲۰۱۲) [۲۳] و Li و همکاران (۲۰۱۲) [۳۴] نیز مشاهده شد. افزایش در میزان پوترسین احتمالاً به علت رشد باکتری‌های سرمادوست دخیل در تولید پوترسین هست. شکل‌گیری سریع پوترسین در ماهی به دلیل فعالیت آنزیمی بالا (به دلیل آلاینده میکرو فلورا) است که هم دکربوکسیلاسیون اسید گلوتامیک و آرژنین و هم سنتز اورنیتین را سبب شده و منجر به تشکیل و افزایش مقدار پوترسین می‌شود [۱۷]، به طوری که در یافته‌های Olafsdottir و همکاران (۲۰۰۶) [۳۵]، Esaiassen و همکاران (۲۰۰۴) [۳۶] و Dalgaard و همکاران (۱۹۹۷) [۳۷] نیز به خصوص حضور باکتری *Photobacterium phosphoreum* که از باکتری‌های سرمادوست می‌باشند، در تولید پوترسین در ماهیان طی نگهداری در سرما گزارش شده است.

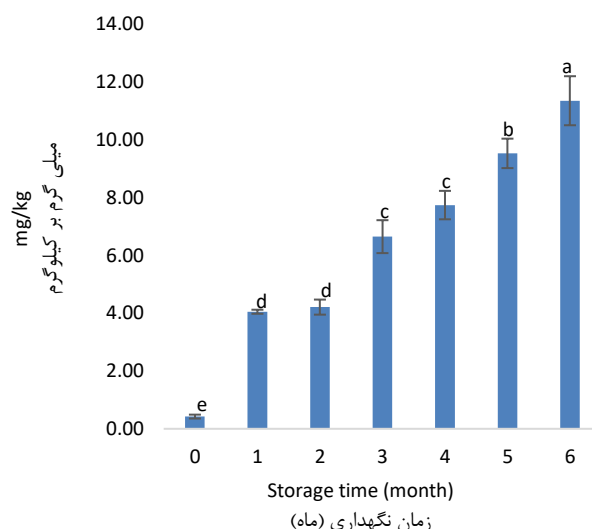


شکل ۱: تغییرات هیستامین ماهی باس دریایی آسیایی در طی نگهداری در سردخانه در تمام شکل‌ها حروف کوچک متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار در ماه‌های مختلف است ($P < 0.05$). ($P < 0.05$)

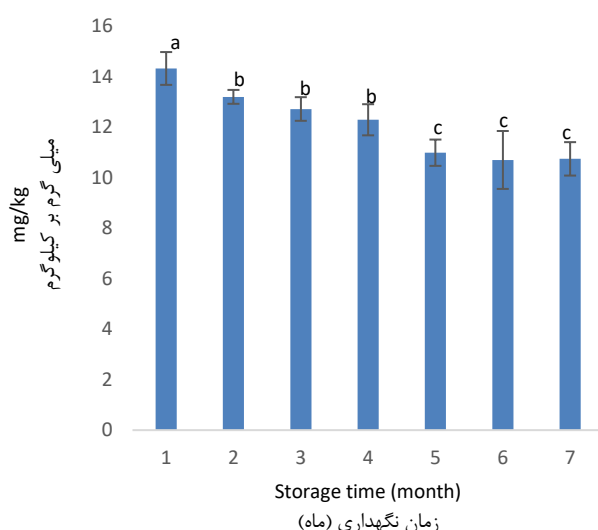
کدورین در روز صفر و ماه اول نگهداری قابل ردیابی نبود و پس از آن با گذشت زمان افزایش معناداری داشت ($p < 0.05$) و بیشترین میزان آن برابر با 0.06 ± 0.2 میلی گرم بر کیلوگرم مربوط به ماه ششم نگهداری بود (شکل ۲). در مطالعات مختلف بر روی ماهیان مقادیر کدورین بسته به شرایط و مدت نگهداری از ۲۰ تا ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بود [۱۹]. در تطابق با نتایج مطالعه حاضر در مطالعه‌ای توسط Shabila و Vasunhara (۲۰۰۲) [۲۹] در ماهیان کپور هندی کاتلا (*Catla catla*) و روهو (*Labeo rohita*) و Hu و همکاران (۲۰۱۲) [۲۳] در گونه‌های مختلف ماهیان و سایر آبزیان نیز میزان کدورین در دماهای مختلف نگهداری با گذشت زمان به طور معناداری افزایش یافت. بر خلاف نتایج مطالعه حاضر کدورین در ماهی هامور سفید (*Epinephelus aeneus*) و ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) تا پایان دوره نگهداری در یخ شناسایی نشد [۳۰، ۱۰] که این تفاوت احتمالاً بدلیل شرایط متفاوت نگهداری باشد، زیرا زمان و دمای نگهداری ماهی بر تشکیل آمین‌های بیوژنیک تأثیر دارد [۳۱].. Krizek و همکاران (۲۰۰۴) نیز کاهش کدورین را با گذشت زمان در طی نگهداری کپور معمولی در شرایط سرما گزارش نموده‌اند [۳۲]. غلظت کدورین بدست آمده در این مطالعه کمتر از حد مجاز پیشنهاد شده (۵۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم) توسط Rauscher-Gabernig و همکاران (۲۰۱۲) [۳۳] برای ماهی بود که نشان دهنده کیفیت خوب نمونه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر است. غلظت پایین کدورین در نمونه‌های ماهی باس دریایی آسیایی، احتمالاً به دلیل عدم فعالیت و رشد باکتری‌های دکربوکسیله کننده لیزین و یا میزان کم این اسیدآمینه در ماهی مورد مطالعه است، زیرا مهمترین عامل تشکیل آمین‌های بیوژنیک، آنزیم‌های باکتری ها



شکل ۴: تغییرات اسپرمدین ماهی باس دریایی آسیایی در طی نگهداری در سردخانه



شکل ۳: تغییرات پوترسین ماهی باس دریایی آسیایی در طی نگهداری در سردخانه



شکل ۵: تغییرات اسپرمدین ماهی باس دریایی آسیایی در طی نگهداری در سردخانه

همگام با افزایش مقادیر آمین‌های بیوژن در طول دوره نگهداری، مقادیر شاخص کیفیت و شاخص آمین بیوژن نیز افزایش یافت (جدول ۱) که این افزایش در پایان دوره نگهداری در مقایسه با نمونه‌های تازه (روز صفر) معنادار بود ($P < 0.05$). این روند در مطالعات Hosseini و Hamzeh (۲۰۱۴) در طی نگهداری ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در یخ نیز مشاهده شد [۳۹].

اسپرمدین و اسپرمدین جزو آمین‌های بیوژن پلی آمین بوده که عمدتاً توسط فعالیت میکروبی تولید می‌شوند و به عنوان یک نشانگر بیولوژیکی برای ارزیابی کیفیت غذا بکار می‌روند [۵]. میزان اسپرمدین و اسپرمدین برخلاف سایر آمین‌های مورد مطالعه، با گذشت زمان روند کاهشی نشان داد ($p < 0.05$) به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان این دو آمین بیوژن مربوط به روز صفر و پایان دوره نگهداری بوده است (شکل ۴ و ۵). زیرا ماهی تازه معمولاً غنی از پلی آمین‌های اسپرمدین و اسپرمدین است و از نظر سایر آمین‌های بیوژن فقیر است. معمولاً در طول ذخیره سازی و نگهداری ماهی، کاهش سطح پلی آمین‌ها و افزایش همزمان در آمین‌های بیوژن از جمله پوترسین، کدورین و هیستامین وجود دارد [۳۸] که نتایج مطالعه حاضر نیز موید این امر است. سطح قابل قبول اسپرمدین ۶۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم پیشنهاد شده است [۵] که در مطالعه حاضر خیلی کمتر از این میزان بدست آمد، این امر بیانگر تازه بودن نمونه‌ها تا پایان دوره نگهداری است. در مطالعه‌ای توسط Mohamed و همکاران (۲۰۲۴)، ماهی ماکرل منجمد خام میزان اسپرمدین بالاتری نسبت به ماهی ماکرل کبابی داشت، که این امر را به نقش مهارکنندگی دود نسبت به رشد باکتری‌های دیکربوکسیله‌کننده آمین بیوژن نسبت دادند [۵]. با توجه به نتایج ثبت شده از اسپرمدین برای ماهی ماکرل منجمد، برخی محققین میزان این آمین بیوژن را بالاتر از حد مجاز تعیین شده گزارش نموده‌اند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت ندارد. این تفاوت می‌تواند مربوط به تغییرات متابولیک سریع آمین‌های بیوژن اسپرمدین و اسپرمدین باشد [۵]، همچنین وجود آمین‌های بیوژن و میزان آن‌ها در مواد غذایی به عوامل متعددی از قبیل وجود اسیدهای آمینه آزاد، فعالیت آبی مواد غذایی، pH، تراکم باکتری و دما بستگی دارد [۳۱].

شده است و از کارشناسان آزمایشگاه دانشگاه و اداره دامپزشکی جهت همکاری تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع

- [1] Ayodej AA, Jimoh WA, Garuba AO. Nutritional quality of fish oil extracted from selected freshwater fish species. Food Chem. Adv. 2024 Jun 1;4:100720.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X24001163>
- [2] Arulkumar A, Paramithiotis S, Paramasivam S. Biogenic amines in fresh fish and fishery products and emerging control. Aquacult. Fish. 2023 Jul 1;8(4):431-50.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468550X21000198>
- [3] Bitá S, Sharifian S. Assessment of biogenic amines in commercial tuna fish: Influence of species, capture method, and processing on quality and safety. Food Chem. 2024 Mar 1;435:137576.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814623021945>
- [4] Guo X, Chen F, Pan S, Sun H. Analysis, distribution, and health evaluation of 8 biogenic amines in Chinese mackerel products by CoFe2O4/MEG solid phase extraction-HPLC. J. Food Compos. Anal. 2024 Jun 1;130:106180.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S088915752400214X>
- [5] Mohamed EM, El-Malek A, Senosy W, Abdulmaguid DS, Zaki R. Spermidine and Tyramine Profiling in Fish: Insights into Biogenic Amines Dynamics. New Valley Vet. J. 2024 Jun 1;4(2):34-40.
https://nvj.journals.ekb.eg/article_360741.html
- [6] Nieto-Arribas P, Poveda JM, Seseña S, Palop L, Cabezas L. Technological characterization of Lactobacillus isolates from traditional Manchego cheese for potential use as adjunct starter cultures. Food Control. 2009 Dec 1;20(12):1092-8.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713509000656>
- [7] Abdelnaby T, Feng T, Tiantian Z, Jiang X, Yuming W, Li Z, Xue C. Impact of frozen storage on physicochemical parameters and quality changes in cooked crayfish. Heliyon. 2024 Jun 15;10(11).
[https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)07680-1](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)07680-1)
- [8] Bakar J, Yassoralipour A, Bakar FA, Rahman RA. Biogenic amine changes in barramundi (*Lates calcarifer*) slices stored at 0 C and 4 C. Food Chem. 2010 Mar 15;119(2):467-70.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814609008516>
- [9] Hong H, Luo Y, Zhou Z, Bao Y, Lu H, Shen H. Effects of different freezing treatments on the biogenic amine and quality changes of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) heads during ice storage. Food Chem. 2013 Jun 1;138(2-3):1476-82.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461201758X>
- [10] Bitá S, Malekpouri P, Mohammadian T, Varzi HN, Kochanian P. Changes in biogenic amines and microbial loads in the muscle of orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) during ice storage. J. Food Sci. Technol. 2015 Jan;52:240-8.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-013-0973-3>

جدول ۱: تغییرات شاخص کیفیت و آمین بیوژن (میلی گرم بر کیلوگرم) ماهی باس دریایی آسیایی در طی نگهداری در سردخانه

شاخص آمین بیوژن (Biogenic amines index)	شاخص کیفیت (Quality index)	دوره نگهداری (ماه) (Storage time (month))
1.30	0.06	0
4.60	0.27	1
4.82	0.28	2
7.30	0.48	3
8.48	0.67	4
10.37	0.85	5
12.54	1.05	6

Karmas و Mietz (۱۹۷۸) شاخص شیمیایی کیفیت از ۰ تا ۱۰ را برای ارزیابی فساد ماهی با استفاده از آمین بیوژن هیستامین، پوترسین، کداورین، اسپرمین و اسپرمیدین معرفی کردند و عدد ۱۰ را به عنوان حد پذیرش ماهی در نظر گرفتند [۴۰]، که در مطالعه حاضر بالاترین مقدار این شاخص برابر با ۱۰/۵ و در ماه ششم نگهداری ثبت شد (جدول ۱). این بدان معنا است که از لحاظ این شاخص نیز ماهیان تا پایان دوره نگهداری از کیفیت مطلوبی برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر هر چند که مقادیر تمام آمین‌های بیوژن کمتر از حد مجاز تعیین شده بود که این امر بیانگر ایمن بودن و کیفیت خوب ماهیان باس دریایی آسیایی طی ۶ ماه نگهداری در سردخانه صرفاً از نظر آمین‌های بیوژن است، اما با توجه به بالا بودن و روند افزایشی یکنواخت پوترسین و کدورین با گذشت زمان، این دو آمین بیوژن می‌توانند کارایی بهتری در مقایسه با سایر آمین‌های بیوژن مورد مطالعه برای ارزیابی کیفیت ماهی باس دریایی آسیایی داشته باشند.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله نویسندگان سهم یکسانی داشتند. نگارش کلی مقاله بر عهده نویسنده دوم، شرکت در عملیات میدانی به عهده نویسنده اول و آنالیز آزمایشگاهی به عهده نویسنده اول و سوم و تجزیه و تحلیل و صحت نتایج داده‌ها به عهده نویسنده دوم بوده است.

تشکر و قدردانی (اختیاری)

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان "ارزیابی کیفی ماهی سی باس آسیایی *Lates calcarifer* پرورش یافته در قفس های دریایی خلیج چابهار با استفاده از شاخص های شیمیایی و میکروبی طی نگهداری بصورت منجمد" در سال ۱۳۹۸ است که با حمایت مالی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار و در اداره دامپزشکی چابهار انجام

<https://www.mdpi.com/2304-8158/9/12/1795>

[23] Hu Y, Huang Z, Li J, Yang H. Concentrations of biogenic amines in fish, squid and octopus and their changes during storage. Food chem. 2012 Dec 15;135(4):2604-11.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814612011223>

[24] Muscarella M, Magro SL, Campaniello M, Armentano A, Stacchini P. Survey of histamine levels in fresh fish and fish products collected in Puglia (Italy) by ELISA and HPLC with fluorimetric detection. Food Control. 2013 May 1;31(1):211-7.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713512004963>

[25] Rossano R, Mastrangelo L, Ungaro N, Riccio P. Influence of storage temperature and freezing time on histamine level in the European anchovy *Engraulis encrasicolus* (L., 1758): a study by capillary electrophoresis. J. Chromatogr. B. 2006 Jan 2;830(1):161-4.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1570023205007725>

[26] Afsharmanesh S, Paighambari S Y, Shabanpure B, Savari A. Changes of Some Biogenic Amines in Yellow Fin Tuna (*Thunnus albacares*) During Iced and Frozen Storage in Fishing Vessels of Chabahar. J. Oceanogr. 2012; 3 (10) :59-67. (Persian).

<http://joc.inio.ac.ir/article-1-176-en.html>

[27] Oucif H, Ali-Mehidi S, Abi-Ayad SM. Lipid oxidation and histamine production in Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) versus time and mode of conservation. J. Life Sci. 2012 Jul 1;6(7):713.

<https://www.academia.edu/download/46531684/JLS-2012-7.pdf#page=5>

[28] Lokuruka MN, Regenstein JM. Handling and storage of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) on biogenic amine production. Journal of Aquatic Food Prod. Technol. 2007 Jan 2;15(4):17-33.

https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J030v15n04_03

[29] Shakila RJ, Vasundhara TS. Formation of histamine and other biogenic amines during storage of freshwater fish chunks. Asian Fish. Sci. 2002 Mar 1;15(1).

<https://cir.nii.ac.jp/crid/1360579818086748288>

[30] Özogul F, Özogul Y, Kuley E. Nucleotide degradation and biogenic amine formation of wild white grouper (*Epinephelus aeneus*) stored in ice and at chill temperature (4 C). Food Chem. 2008 Jun 1;108(3):933-41.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814607012320>

[31] Ekinci EO, Dortbudak MY. Investigation of Biogenic Amine Levels in Fish and Fish Products Sold in Şanlıurfa. Acta Sci. Vet. Sci. 2024;6(11):5-9.

<https://actascientific.com/ASVS/ASVS-06-0935.php>

[32] Křížek M, Vácha F, Vorlová L, Lukášová J, Cupáková Š. Biogenic amines in vacuum-packed and non-vacuum-packed flesh of carp (*Cyprinus carpio*) stored at different temperatures. Food Chem. 2004 Nov 1;88(2):185-91.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814604000883>

[33] Rauscher-Gabernig E, Gabernig R, Brueller W, Grossgut R, Bauer F, Paulsen P. Dietary exposure assessment of putrescine and cadaverine and derivation of tolerable levels in selected foods consumed in Austria. Eur. Food Res. Technol. 2012 Aug;235:209-20.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-012-1748-1>

[34] Li K, Bao Y, Luo Y, Shen H, Shi C. Formation of biogenic amines in crucian carp (*Carassius auratus*) during storage in ice and at 4 C. J Food Prot. 2012 Dec 1;75(12):2228-33.

[11] Kang YM, Kim MJ, Park SY, Heu MS, Kim JS. Survey and exposure assessment of biogenic amines in fish species commonly consumed in Korea. J. Food Prot. 2019 Jan 1;82(1):151-8.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X22097939>

[12] Tao Z, Li F, Wei Z, Wu K, Xie S, Li J, Wang P, Yu HP, Chai X, He D, Liu X. Effect of salt concentration on free amino acid content and biogenic amines in the dried salted mackerel fishes during the processing and drying process. J. Food Compos. Anal. 2025 Apr 1;140:107250.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S088915752500064X>

[13] Akbarzadeh GG, Koohkan H, Sarraji F, Mollai R, Mohebbi NL. The Effects of Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*) Cage culture on coastal water quality in Rigo area of Qeshm Island, Hormozgan province. J. Oceanogr. 2023;14(53):1-15. (Persian).

http://joc.inio.ac.ir/browse.php?a_id=1704&sid=1&slc_lang=en

[14] Islam MA, Bosu A, Hasan MM, Yasmin F, Khan AB, Akhter M, Ullah MR, Karim E, Rashid MH, Mahmud Y. Culture technique of seabass, *Lates calcarifer* in Asia: A review. Int. J. Sci. Res. Arch. 2023;4(1):6-17.

<https://sciresjournals.com/ijstra/sites/default/files/IJSTRA-2022-0174.pdf>

[15] Fan W, Chi Y, Zhang S. The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice. Food chem. 2008 May 1;108(1):148-53.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814607010977>

[16] Mietz JL, Karmas E. Chemical quality index of canned tuna as determined by high-pressure liquid chromatography. J. Food Sci. 1977 Jan;42(1):155-8.

<https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1977.tb01240.x>

[17] Dawood AA, Karkalas J, Roy RN, Williams CS. The occurrence of non-volatile amines in chilled-stored rainbow trout (*Salmo irideus*). Food Chem. 1988 Jan 1;27(1):33-45.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814688900349>

[18] Veciana-Nogués MT, Mariné-Font A, Vidal-Carou MC. 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 Jun 16;45(6):2036-41.

<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf9609111>

[19] Ucar Y, Ozogul F. Biogenic Amines in Seafood. Food Bull. 2024 Jun 23;3(1):9-15.

<https://prensipjournals.com/ojs/index.php/food/article/view/258>

[20] Koutsoumanis K, Lampropoulou K, Nychas GJ. Biogenic amines and sensory changes associated with the microbial flora of Mediterranean gilt-head sea bream (*Sparus aurata*) stored aerobically at 0, 8, and 15 C. J. food. prot. 1999 Apr 1;62(4):398-402.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X22038649>

[21] Arulkumar A, Paramasivam S, Rameshthangam P, Paramithiotis S. Evaluation of psychrophilic, mesophilic, histamine forming bacteria and biogenic amine content in the muscle of mud spiny lobster, *Panulirus polyphagus* (HERBST, 1793) during ice storage. J. Food Saf. 2019 Feb;39(1):e12582.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfs.12582>

[22] Visciano P, Schirone M, Paparella A. An overview of histamine and other biogenic amines in fish and fish products. Foods. 2020 Dec 3;9(12):1795.

[https://academic.oup.com/lambio/article-](https://academic.oup.com/lambio/article-abstract/24/5/373/6707911?redirectedFrom=fulltext)

[abstract/24/5/373/6707911?redirectedFrom=fulltext](https://academic.oup.com/lambio/article-abstract/24/5/373/6707911?redirectedFrom=fulltext)

[38] Soares JM, Gomes JM, Reis GC, Hoyos DC, Custódio FB, Gloria MB. Biogenic amines in amazonian fish and their health effects are affected by species and season of capture. Food Control. 2021 May 1;123:107773.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713520306897>

[39] Hosseini SV, Hamzeh A. Evaluation of biogenic amines as quality indicator of common carp (*Cyprinus carpio*) during ice storage. J. Food Sci. Technol. 2014; 2(4):11-21. (Persian).

<https://jfst.modares.ac.ir/article-6-1032-fa.pdf>

[40] Mietz JL, Karmas E. Polyamine and histamine content of rockfish, salmon, lobster, and shrimp as an indicator of decomposition. J. Assoc. Anal. Chem. 1978 Jan 1;61(1):139-45.

<https://academic.oup.com/jaoac/article-abstract/61/1/139/5699927>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X23051542>

[35] Ólafsdóttir G, Lauzon HL, Martinsdóttir E, Kristbergsson K. Influence of storage temperature on microbial spoilage characteristics of haddock fillets (*Melanogrammus aeglefinus*) evaluated by multivariate quality prediction. Int. J. Food Microbiol. 2006 Sep 1;111(2):112-25.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168160506002662>

[36] Esaiassen M, Nilsen H, Joensen S, Skjerdal T, Carlehög M, Eilertsen G, Gundersen B, Elvevoll E. Effects of catching methods on quality changes during storage of cod (*Gadus morhua*). LWT-Food Sci. Technol. 2004 Sep 1;37(6):643-8.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643804000404>

[37] Dalgaard P, Mejlholm O, Christiansen TJ, Huss HH. Importance of *Photobacterium phosphoreum* in relation to spoilage of modified atmosphere-packed fish products. Lett. Appl. Microbiol. 1997 May;24(5):373-8.

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Sargolzaei, M., Master of Sciences, Fisheries products processing, Department of Fisheries, Faculty of Marine sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

✉ sargolzaei@cmu.ac.ir



.....

Bit, S., Associate professor, Aquatic animal health, Department of Fisheries, Faculty of Marine sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran

✉ bita@cmu.ac.ir



[0000-0001-9556-0569](https://orcid.org/0000-0001-9556-0569)

Naseri, F., Master of Sciences, Agriculture Biotechnology, Chabahar Veterinary Office, General Veterinary Administration of Sistan and Balouchestan Province, Chabahar, Iran

✉ naserif@gmail.com



.....

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:



HOW TO CITE THIS ARTICLE



<http://doi.org/10.52547/joc.16.61.3>



<http://joc.inio.ac.ir/article-1-1845-fa.html>



<https://orcid.org/0000-0001-9556-0569>



COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.