✓ پژوهش و سازندگی، شماره ۵۳، زمستان ۱۳۸۰

بررسی مخاطرات شیمیائی جهت برآورد وضعیت بهداشتی و فساد خاویاردان ایرانی در طول فرآوری و نگهداری آن

● ودود رضوی‌لر، استاد گروه بهداشت و کنترل مواد غذایی دانشگاه تهران
● سلیمان غلامی‌پور ● زهرا بانکه‌ساز، کارشناس شیمی فرآورده‌های غذائی شیلاتی مؤسسه تحقیقات شیلاتی استان مازندران

تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۸۰ تاریخ پذیرش: بهمن ماه ۱۳۸۰

چکیده

هفت فاکتور شیمیائی شامل pH، پتانسیل اکسایش و کاهش (O/R) و باقیمانده نمک (NaCl) به عنوان زمینه سازهای رشد میکروبی و فاکتورهای TVN (مقدار ازت آزاد)، PV (ارزش پراکسید)، هیستامین و باقیمانده فلزات سنگین (آهن، مس، روی و سرب) به عنوان شاخص‌های ارزیابی فساد و مخاطرات بهداشتی خاویاردان مجموعاً در ۳۳۶ آزمایش مختلف در ۳ مرحله خاویار خام (مرحله ۱)، خاویار عمل‌آوری شده و قوطی شده (مرحله ۲) و خاویار نگهداری شده به مدت ۶ ماه در سردخانه ۳ درجه سانتی‌گراد (مرحله ۳) مورد ارزیابی قرار گرفت. بالاترین و پائین‌ترین مقادیر میانگین pH، O/R (میلی ولت) و NaCl (٪) در طول ۳ مرحله فرآوری شامل ۶/۲ در مرحله ۳ صیدگاه الف و ب، ۵/۳۵ در مرحله ۲ صیدگاه ب (برای pH)، ۴۸/۳ در مرحله ۲ صیدگاه الف، ۱۲/۱ در مرحله ۱ صیدگاه الف (برای O/R) و ۳/۶۱ در مرحله ۳ صیدگاه الف، ۰/۰۱۷ در مرحله ۱ صیدگاه ب (برای باقیمانده نمک) بود. در مورد فاکتورهای TVN(mg/۱۰۰g)، PV (میلی اکی‌والان در کیلوگرم) و هیستامین (mg/۱۰۰g) بالاترین و پائین‌ترین مقادیر میانگین شامل ۲۵/۳ در مرحله ۳ صیدگاه الف، ۹/۴۳ در مرحله ۱ صیدگاه الف (برای TVN)، ۲/۴۵ در مرحله ۳ صیدگاه الف، ۰/۳۴ در مرحله ۱ صیدگاه ب (برای PV) و ۴/۱۲ در مرحله ۳ صیدگاه ب، ۱/۲۸ در مرحله ۱ صیدگاه ب (برای هیستامین) بود. بالاترین و پائین‌ترین تصاویر فلزات سنگین خاویار خام (میکروگرم در گرم نمونه) بترتیب شامل ۲۳/۷۱ در صیدگاه الف و ۷/۴۸ درصد گاه ب (برای آهن)، ۴/۰۲ در صید گاه الف و ۱/۰۱ در صیدگاه ب (برای مس)، ۱۲/۷ در صیدگاه الف و ۴/۲۳ در صیدگاه الف (برای روی) و ۰/۵۴ در صیدگاه الف و ۰/۰۶ در صیدگاه ب (برای سرب) بود. به‌طور کلی گرچه استاندارد خاصی از نظر فاکتورهای آزمایش شده در خاویار موجود نیست و نتایج آزمایش‌های انجام شده سلامتی این فرآورده را از نظر فساد و مخاطرات بهداشتی در طول ۳ مرحله فرآوری تایید می‌کند ولی طبق شواهد موجود از نظر مقادیر TVN و VP در این مطالعه، چنانچه تولید و صدور خاویار باکیفیت بالا در نظر باشد لازم است ضمن رعایت اصول صحیح شرایط زمانی و حرارتی (Time/Temperature Condition)، طول انبارداری این فرآورده پیوسته به پائین‌تر از ۶ ماه کاهش داده شود. مقایسه نتایج به‌دست آمده با استانداردهای موجود و تأثیر هرکدام از فاکتورهای شیمیائی از نظر فساد میکروبی، شیمیایی و مخاطرات بهداشتی خاویار در بحث آمده است.

کلمات کلیدی: خاویار، pH، پتانسیل اکسایش و کاهش نمک، ازت آزاد، ارزش پراکسید، هیستامین، فلزات سنگین، مخاطرات شیمیائی.

✓ Pajouhesh & Sazandegi, No 53 PP:58-63

Chemical risk assessment of Persian granulated caviar during processing and cold storage

By: V. Razavilar, University of Tehran, Faculty of vet. Med - Dept. Food Hygiene, P.O. Box: 14155-6452, Tehran, Iran. S. Gholamipoor and Z. Bankesaz. Fishery Research Institute of Mazandaran, P.O. Box: 961, Sary, Iran.

To evaluate the safety of Persian caviar, 7 chemical factors of pH, O/R (Oxidation/Reduction potential), salt (NaCl%), TVN, PV (Peroxide value), histamine and heavy metals (Fe, Cu, Zn and Pb) were examined in samples of caviar, collected from 2 caviar processing plant (A and B) in Mazandaran region. The highest and the lowest values (averages) of pH, O/R and NaCl in 3 stages of processing were 6.2 and 5.35 for pH. 48.3 and 12.1 for O/R (mv), 3.61 and 0.017 for NaCl (%), respectively. Also the highest and the lowest values (averages) of TVN, PV and histamine were 25.3 and 9.43 for TVN (mg/100g), 2.54 and 0.34 for PV (meq/kg), 4.12 and 1.28 for histamine (mg/100g), respectively. Furthermore, in the case of the heavy metals the ranges of obtained values from the raw caviar were 7.48-23.71, 1.01-4.02, 4.23-12.7 and 0.06-0.54. microgram/g for Fe, Cu, Zn and Pb, respectively. Overall although there is no specific standard level for the values of the chemical factors examined in this study, the obtained results were all in the safe limits. To improve the quality and grade of exporting caviar, While avoiding from any time/temperature abused in proccessing, the storage time of caviar must be reduced to less than 6 months. The impacts of each individual chemical factors examined in this study on the spoilage of caviar and health hazards are discussed.

Keywords: Caviar, pH, O/R, Nacl, TVN, Peroxide value, Histamine, Heavy metals, Chemical risk assessment.

جدول شماره ۱- مقایسه نتایج آزمایش‌های شیمیایی خاویار خام (مرحله خروج از تخمدان) و خاویار عمل‌آوری شده (قوطی شده) در طول فراوری در دو صیدگاه مختلف حوزه دریای مازندران

ردیف	صیدگاه	pH	TVN (mg/100g)	PV (meq/kg)	NaCl(%)	هیستامین (mg/100g)	پتانسیلO/R(mv)
خاویار خام (مرحله خروج از تخمدان)							
۱	الف	۶/۲۲	۹/۲۱	۰/۶	۰/۰۵۶	۱/۲۵	۴۷
۲		۶/۱۲	۸/۹	۰/۴۱	۰/۰۲۳	۱/۰۱	۴۸/۳
۳		۶/۱	۸/۱	۰/۷۹	۰/۰۲	۱/۴۲	۵/۰۷
۴		۵/۹	۸/۹	۰/۳	۰/۰۱۹	۱/۲۱	۲۳
۵		۶/۰۴	۸/۱	۰/۴	۰/۰۱	۱/۰۳	۲۲/۴
۶		۵/۵۴	۹/۲	۰/۴۱	۰/۰۱	۲/۱۱	۵/۱
۷		۵/۶۱	۹/۶	۰/۴	۰/۰۱	۱/۹۸	۴/۹۸
۸		۵/۷۱	۱۳/۴۱	۰/۵	۰/۰۱	۱/۴	۱۲/۷
۹	میانگین	۵/۹۰	۹/۴۳	۰/۴۶	۰/۰۲۲	۱/۴۳	۱۲/۱
۱۰	ب	۵/۸	۱۰/۱	۰/۳۲	۰/۰۲	۱/۵۲	۳۲/۴
۱۱		۵/۹۲	۹/۶	۰/۳۵	۰/۰۲۷	۱/۴	۴۹/۲
۱۲		۶/۰۲	۱۰/۲	۰/۲	۰/۰۲	۱/۰۲	۲۳/۰۱
۱۳		۶/۱۵	۸/۵۶	۰/۳۱	۰/۰۱	۱/۰۳	۱۹/۸
۱۴		۶/۰۴	۸/۴۴	۰/۳۴	۰/۰۳	۱/۱۴	۱۹/۴
۱۵		۵/۳۴	۹/۴۱	۰/۴	۰/۰۱	۱/۹۶	۱۵/۷
۱۶		۵/۵۶	۱۰/۲	۰/۴۱	۰/۰۱	۱/۰۲	۴/۵
۱۷		۵/۳۸	۹/۵۸	۰/۳۹	۰/۰۱	۱/۱۵	۱۱/۲
۱۸	میانگین	۵/۷	۹/۵	۰/۳۴	۰/۰۱۷	۱/۲۸	۲۱/۹
خاویار عمل‌آوری شده (مرحله پرشدن قوطی)							
۱۹	الف	۵/۶۵	۱۱/۲۸	۰/۵۱	۳/۰۳	۱/۲۵	۸۵/۷
۲۰		۵/۶۳	۱۰/۰۱	۰/۴۸	۲/۹۶	۱/۱۶	۸۳/۷
۲۱		۵/۷۳	۱۰/۱	۰/۷۵	۲/۹۷	۱/۸	۷۴/۳
۲۲		۵/۵	۱۱/۱۸	۰/۴	۴/۳۴	۱/۹۲	۲۸/۳
۲۳		۵/۱	۱۰/۴۱	۰/۳۹	۲/۵۵	۱/۳	۲۹/۲
۲۴		۵/۱۳	۱۰/۴۹	۰/۴۲	۳/۱۷	۱/۶۱	۲۷/۹
۲۵		۵/۱۷	۱۲/۶	۰/۴۸	۳/۲۹	۱/۳۵	۲۹/۳
۲۶		۵/۰۱	۱۴/۷	۰/۵۶	۲/۸	۱/۱۲	۲۸/۷
۲۷	میانگین	۵/۳۶	۱۱/۳۲	۰/۵۰	۳/۱۴۴	۱/۴۳	۴۸/۴
۲۸	ب	۵/۲۲	۱۱/۸۱	۰/۴۳	۲/۰۳	۱/۴۵	۴۸/۳
۲۹		۵/۶۵	۱۰/۲۸	۰/۴۵	۲/۸۷	۱/۲۴	۵۸/۳
۳۰		۵/۳۸	۱۰/۸۲	۰/۳۸	۴/۳۶	۱/۲۳	۲۷/۸
۳۱		۵/۴۵	۱۰/۶۴	۰/۴۸	۱/۹۸	۱/۱۸	۲۷/۱
۳۲		۵/۶۴	۱۰/۴۵	۰/۵۱	۱/۸۹	۱/۲۵	۲۶/۸
۳۳		۵/۲۶	۱۰/۴۲	۰/۵	۳/۱۷	۱/۳۶	۲۵/۷
۳۴		۵/۰۴	۱۱	۰/۴۷	۲/۸۲	۱/۵۱	۲۹/۲
۳۵		۵/۱۲	۱۰/۵۵	۰/۴۰	۲/۸۹	۱/۲۱	۲۶/۷
۳۶	میانگین	۵/۳۵	۱۰/۷۵	۰/۴۵	۲/۷۵	۱/۳۰	۳۳/۷

مقدمه

تهیه خاویار بدون درنظر گرفتن نوع آن همیشه از طریق استخراج آن از تخمدان، اضافه کردن مقداری نمک و بعضاً مواد نگهدارنده و به حالت خام صورت می‌گیرد. لذا از زمان قدیم نگرانی اصلی تهیه کنندگان این فرآورده گرانبها محافظت آن از فساد و خطرات بهداشتی می‌باشد (۱۹).

اصولاً کیفیت خاویاردان براساس سه روش شامل آزمایش اورگانولپتیک، میکروبیولوژیک و شیمیائی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در آزمایش اورگانولپتیک به‌بو، طعم و ظاهر خاویاردان توجه نموده و بر این اساس نسبت به درجه‌بندی آن اقدام می‌شود. در روش شیمیائی و میکروبیولوژیک نیز نمونه‌برداری برای سنجش برخی پارامترهای شیمیائی و تعیین میزان آلودگی‌های احتمالی میکروبی از نظر تعیین وضعیت بهداشتی و فساد فرآورده انجام می‌گردد. علیرغم اهمیت موضوع، در خصوص بررسی مخاطرات بهداشتی و فساد میکروبی این ماده غذائی گرانبها که منابع آن عمدتاً به دریای خزر محدود می‌شود کمتر مطالعاتی در ایران انجام گرفته است (۱، ۲، ۱۸).

مطالعات خارجی انجام شده در زمینه بررسی مخاطرات شیمیائی خاویار نیز که بتواند نتایج آزمایش‌های اورگانولپتیک و بعضاً میکروبی خاویار را حمایت کرده و در عین حال تطابق یا عدم تطابق کیفیت آن را با استانداردهای بین‌المللی ارزیابی نماید، محدود است (۳، ۴، ۶، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۹)، در حالی که این نوع مطالعات می‌تواند باعث بالا بردن قدرت ابتکار در تأمین سلامتی مصرف کننده و کاهش احتمال فساد خاویار گردد. همچنین مطالعاتی در طراحی یک سیستم مؤثر HACCP (Hazard analysis and critical control points) برای کنترل بهداشتی این فرآورده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (۵، ۱۱، ۱۲، ۱۶). به همین منظور در این مطالعه عوامل شیمیائی pH، O/R (پتانسیل اکسایش و کاهش) و میزان NaCl به عنوان زمینه‌سازهای رشد میکروبی و عوامل TVN (Peroxide, PV (Total Voletile Nitrogen) (Value و هیستامین و وجود بعضی فلزات سنگین به عنوان شاخص‌های فساد و بهداشتی این فرآورده مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش‌کار

فرآوری خاویاردان و نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از خاویاردان از مرحله تحویل ماهیان خاویاری تا مرحله عمل‌آوری و نگهداری آن در دو صیدگاه مختلف از حوزه مازندران در سه مرحله به شرح ذیل انجام گرفت:

مرحله اول

خاویار خام و در موقع خروج تخمدانها پس از شکافتن پهلوی ماهی. ماهی‌های خاویاری از ۳ نوع، فیل ماهی یا بلوگا (Beluga)، اوزن بورون یا سوروگا (Sevruga) و قره بورون یا آسترا (Osetra) بودند.

مرحله دوم

خاویار عمل‌آوری شده که به دنبال جداسازی تخمدانها از ماهی، غربال کردن و گرفتن نسوج تخمدانی از خاویاردان، اضافه کردن نمک (به مقدار ۴/۴ تا ۵/۶ درصد وزن خاویار بسته به نوع ماهی خاویاری)، مواد نگهدارنده (به مقدار ۰/۷ درصد شامل ۰/۳ درصد اسیدبوریک و ۰/۴ درصد بوراکس) و به هنگام پرکردن خاویار عمل‌آوری شده در قوطی‌های مخصوص انجام گرفت.

مرحله سوم

نمونه‌برداری از قوطی‌های حاوی خاویاردان نمونه‌برداری شده در مرحله دوم که پس از علامت‌گذاری به مدت ۶ ماه در سردخانه ۳- نگهداری شده بودند (نمونه برداری از خاویاردان در پایان مدت نگهداری در سردخانه).

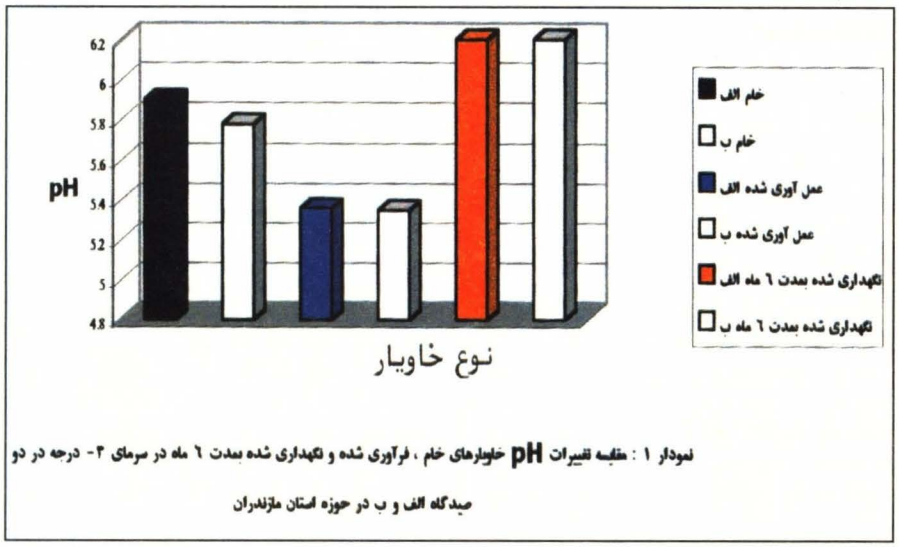
آزمایش عوامل شیمیائی

در هر سه مرحله فوق نمونه‌ها در کنار یخ به آزمایشگاه تحقیقات شیلات مازندران جهت آزمایش‌های شیمیائی مختلف منتقل گردید. آزمایش‌ها شامل اندازه‌گیری pH، پتانسیل اکسایش و کاهش (O/R) که به وسیله pH متر مجهز به اندازه‌گیری O/R (مدل Consort)(۸)، اندازه‌گیری TVN به روش کجلدال (۹)، اندازه‌گیری ارزش پراکساید (PV) و اندازه‌گیری مقدار نمک به روش Mohr (۸) و اندازه‌گیری هیستامین به روش رنگ سنجی به وسیله اسپکتروفوتومتر (مدل UV/Vis ۲۰۰۰)(۷) بودند ولی اندازه‌گیری فلزات سنگین (Pb, Zn, Cu, Fe) فقط در نمونه‌های خاویار خام (مرحله اول) با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل AAS-4) انجام گرفت (۹).

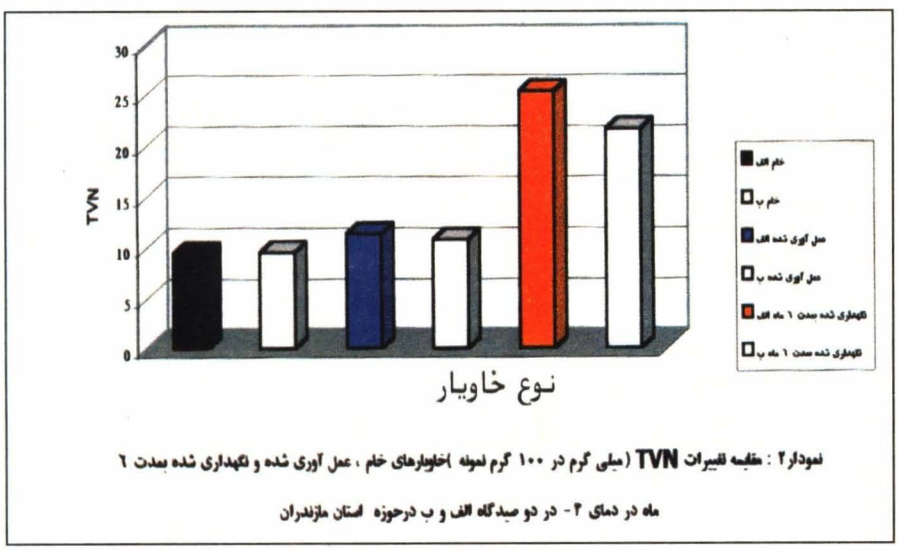
مجموع ۶ آزمایش شیمیائی انجام شده (به غیر از فلزات سنگین) شامل ۸ نمونه از ۲ صیدگاه، برای ۳ مرحله خاویار (خاویار خام، عمل‌آوری شده و نگهداری شده به مدت ۶ ماه) و به تعداد ۲۸۸ آزمایش (۳×۲×۸×۶) و ۶ نمونه آزمایش ۴ نوع فلز سنگین (آهن، مس، روی و سرب) از ۲ صیدگاه برای خاویار خام به تعداد ۴۸ آزمایش (۲×۴×۶) بودند که کلاً به ۳۳۶ آزمایش بالغ گردید. عوامل شیمیائی pH، O/R و باقیمانده نمک (NaCl) به عنوان زمینه‌سازی‌های رشد میکروبی و عوامل TVN و PV، هیستامین و باقیمانده فلزات سنگین به عنوان شاخص‌های فساد و بهداشت خاویار مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج

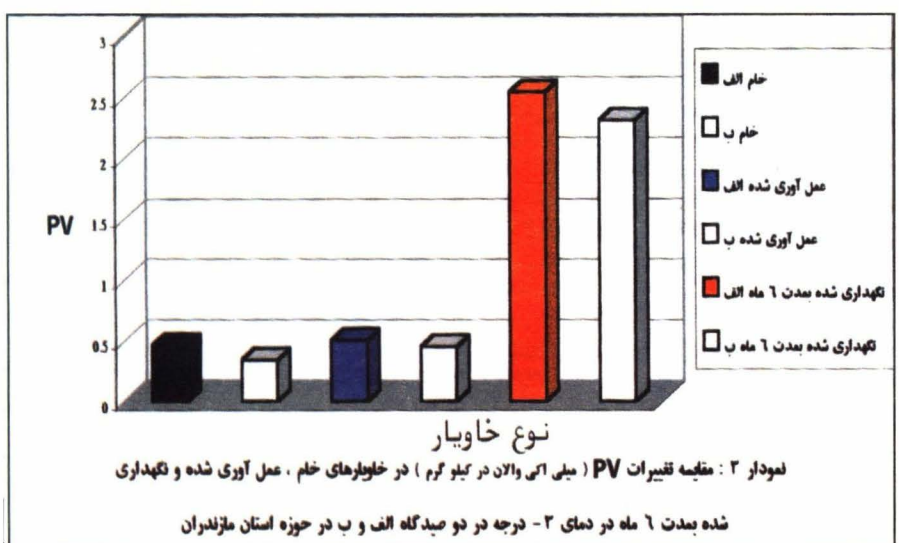
نتایج آزمایش‌های شیمیائی شامل ۳ فاکتور pH، O/R و باقیمانده نمک (NaCl) به عنوان عوامل زمینه‌ساز نوع فعالیت میکروبی و ۴ فاکتور TVN، PV، هیستامین و باقیمانده بعضی فلزات سنگین (آهن، مس،



نمودار ۱ : مقایسه تغییرات pH خاویارهای خام ، فرآوری شده و نگهداری شده بمدت ٦ ماه در سرمای ۴- درجه در دو صیدگاه الف و ب در حوزه استان مازندران



نمودار۲ : مقایسه تغییرات TVN (میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه)خاویارهای خام ، عمل آوری شده و نگهداری شده بمدت ٦ ماه در دمای ۴- در دو صیدگاه الف و ب درحوزه استان مازندران



نمودار ۳ : مقایسه تغییرات PV (میلی اکی والان در کیلو گرم) در خاویارهای خام ، عمل آوری شده و نگهداری شده بمدت ٦ ماه در دمای ۴- درجه در دو صیدگاه الف و ب در حوزه استان مازندران

جدول شماره ۲- مقایسه نتایج آزمایشات شیمیائی خاویار در مرحله خروج از تخمدان) با خاویار نگهداری شده به مدت ۶ ماه در سرمای ۳- درجه سانتیگراد در دو صیدگاه مختلف در حوزه دریای مازندران

			خاویار خام (مرحله خروج از تخمدان)				
ردیف	صیدگاه	pH	TVN (mg/100g)	PV (meq/kg)	NaCl(%)	هیستامین (mg/100g)	پتانسیل O/R(mv)
۱	الف	۵/۶۵	۱۱/۲۸	۰/۵۱	۳/۰۳	۱/۲۵	۸۵/۷
۲		۵/۶۳	۱۰/۰۱	۰/۴۸	۲/۹۶	۱/۱۶	۸۳/۷
۳		۵/۷۳	۱۰/۱	۰/۷۵	۲/۹۷	۱/۸	۷۴/۳
۴		۵/۵	۱۱/۱۸	۰/۴	۴/۳۴	۱/۹۱۲	۲۸/۳
۵		۵/۱	۱۰/۴۱	۰/۳۹	۲/۵۵	۱/۳	۲۹/۲
۶		۵/۱۳	۱۰/۴۹	۰/۴۲	۳/۱۷	۱/۶۱	۲۷/۹
۷		۵/۱۷	۱۲/۶	۰/۴۸	۳/۲۹	۱/۳۵	۲۹/۳
۸		۵/۰۱	۱۴/۷	۰/۵۶	۲/۸	۱/۱۲	۲۸/۷
۹	میانگین	۵/۳۶	۱۱/۳۲	۰/۵۰	۳/۱۴	۱/۴۳	۴۸/۳
۱۰		۵/۲۲	۱۱/۸۱	۰/۴۳	۲/۰۳	۱/۴۵	۴۸/۳
۱۱		۵/۶۵	۱۰/۲۸	۰/۴۵	۲/۸۷	۱/۲۴	۵۸/۳
۱۲	ب	۵/۳۸	۱۰/۸۲	۰/۳۸	۴/۳۶	۱/۲۳	۲۷/۸
۱۳		۵/۴۵	۱۰/۶۴	۰/۴۸	۱/۹۸	۱/۱۸	۲۷/۱
۱۴		۵/۶۴	۱۰/۴۵	۰/۵۱	۱/۸۹	۱/۲۵	۲۶/۸
۱۵		۵/۲۶	۱۰/۴۲	۰/۵	۳/۱۷	۱/۳۶	۲۵/۷
۱۶		۵/۰۴	۱۱	۰/۴۷	۲/۸۲	۱/۵۱	۲۹/۲
۱۷		۵/۱۲	۱۰/۵۵	۰/۴۰	۲/۸۹	۱/۲۱	۲۶/۷
۱۸	میانگین	۵/۳۵	۱۰/۷۵	۰/۴۵	۲/۷۵	۱/۳	۳۳/۷
	خاویار فرآوری شده پس از شش ماه نگهداری شود						
۱۹		۶/۳۵	۲۴	۳/۱۷	۳/۷۱	۴/۱۱	۱۴/۷
۲۰		۶/۰۷	۱۴/۴	۲/۱۷	۴/۱۷	۴/۲۱	۱۸/۷
۲۱		۶/۲۳	۲۷/۷۷	۲/۸۹	۳/۹۸	۵/۰۱	۱۰/۱
۲۲		۵/۹۲	۲۷/۷۱	۲/۱۵	۳/۲۱	۵/۲۱	۱۸/۰۷
۲۳	الف	۶/۳۲	۲۴/۳۷	۲/۳۲	۳/۸۱	۳/۰۲	۱۰/۳
۲۴		۶/۱۷	۳۰/۲۳	۲/۵۵	۳/۹۲	۲/۸۷	۱۱/۴۲
۲۵		۶/۲۸	۲۹	۲/۸۳	۲/۹۸	۴/۲۳	۱۰/۱
۲۶		۶/۳۲	۲۵/۲۲	۲/۲۱	۳/۰۷	۴/۲۱	۱۱/۴۲
۲۷	میانگین	۶/۲	۲۵/۳	۲/۵۴	۳/۶۱	۴/۱۱	۱۳/۱
۲۸		۵/۸۱	۲۳/۸۸	۳/۰۶	۳/۸۲	۴/۸۳	۳۶/۸
۲۹		۶/۲	۱۳/۱	۲/۰۶	۳/۵۶	۴/۱۲	۱۱/۱
۳۰		۶/۱۷	۱۴/۴	۲/۰۷	۴/۱۷	۴/۲۱	۳۲/۱۷
۳۱	ب	۶/۴۲	۳۶/۵۳	۲/۰۹	۳/۴۷	۳/۱۷	۹/۸۷
۳۲		۶/۴۱	۱۵	۲/۰۴	۲/۹۸	۴/۲۱	۸/۷
۳۳		۶/۲۵	۲۱/۹۱	۲/۱۵	۴/۰۷	۴/۱۷	۱۱/۲
۳۴		۶/۲۱	۱۸/۸	۲/۲۶	۳/۲۱	۲/۹۸	۱۲/۲
۳۵		۶/۱۷	۲۸/۱۱	۲/۷۸	۳/۰۴	۵/۳۲	۱۰/۸
۳۶	میانگین	۶/۲	۲۱/۵۶	۲/۳۱	۳/۵۴	۴/۱۲	۱۶/۶

جدول شماره ۳- مقایسه مقادیر فلزات سنگین(۱) آهن، مس، روی و سرب موجود در خاویار خام دان در دو صیدگاه مختلف در حوزه دریای مازندران

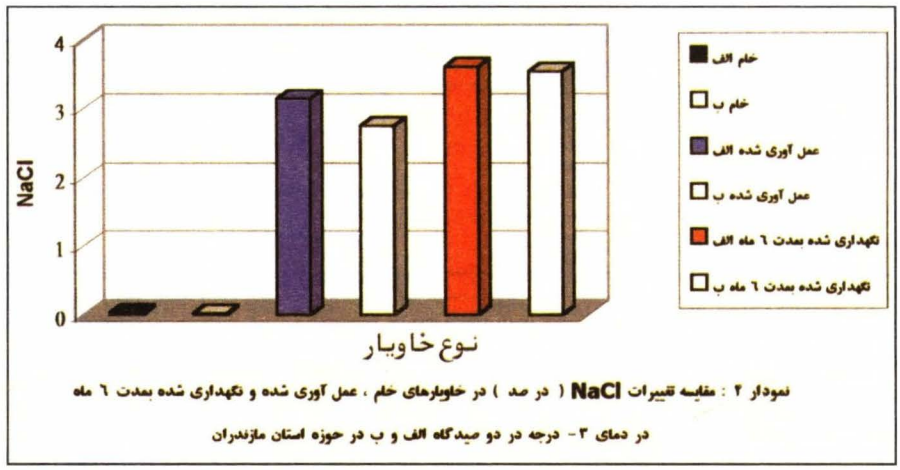
	صیدگاه الف				صیدگاه ب			
نمونه	آهن	مس	روی	سرب	آهن	مس	روی	سرب
۱	۱۸/۱	۳/۹	۹/۴	۰/۵۴	۱۴/۲۵	۱/۱۷	۶/۷۱	۰/۱۲
۲	۲۳/۷۱	۴/۰۲	۱۲/۱۷	۰/۳۲۷	۷/۴۸	۲/۰۱	۴/۸۲	۰/۱۷
۳	۸/۷۹	۱/۹۹	۴/۲۳	۰/۰۲۷	۱۴/۲۲	۲/۱۷	۹/۸	۰/۰۶
۴	۱۱/۱۷	۱/۷۸	۷/۳۲	۰/۳۶	۱۲/۸۹	۲/۱۴	۱۱/۱	۰/۱۸
۵	۱۰/۱۷	۲/۷۹	۹/۲۲	۰/۱۱	۹/۴۲	۱/۰۱	۸/۷۳	۰/۰۷۱
۶	۱۰/۸۱	۱/۱۷	۱۱/۷	۰/۱	-	-	-	-
میانگین	۱۳/۷۷	۲/۶۴	۹/۰۱	۰/۲۸	۱۱/۶۵	۱/۷	۸/۲۳	۰/۱۲

۱- میکروگرم در گرم نمونه

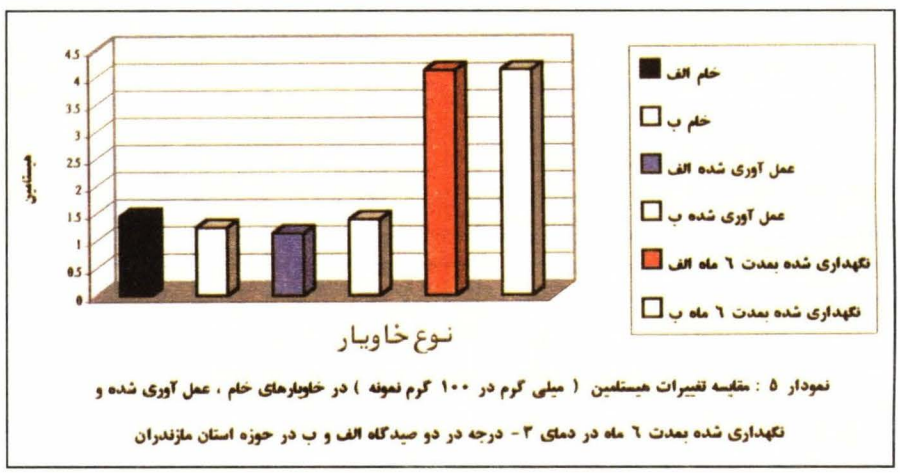
روی و سرب) به عنوان شاخص‌های فساد و بهداشتی خاویار متأثر از متغیرهای نوع صیدگاه (صیدگاه الف و ب) و ۳ مرحله فرآوری خاویار خام (مرحله ۱)، خاویار عمل‌آوری شده (مرحله ۲) و خاویار نگهداری شده به مدت ۶ ماه در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد (مرحله ۳)، در جداول ۱ تا ۳ و نمودارهای ۱ تا ۷ مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفته است.

دامنه تغییرات میانگین مقادیر عوامل شیمیائی pH، O/R و NaCl در طول ۳ مرحله فرآوری خاویار در دو صیدگاه الف و ب به ترتیب شامل ۶/۲ تا ۵/۳۶، ۶/۱ تا ۵/۳۵ (برای pH) و ۴۸/۳ تا ۱۲/۱، ۳۳/۷، تا ۱۶/۶ میلی ولت (برای O/R) و ۳/۶۱ تا ۰/۰۲۲، ۳/۵۴ تا ۰/۰۱۷ درصد (برای باقیمانده نمک) بود. بالاترین و پایین‌ترین مقادیر میانگین pH، O/R و NaCl در طول ۳ مرحله فرآوری خاویار شامل ۶/۲ در مرحله ۳ صیدگاه الف و ب، ۵/۳۵ در مرحله ۲ صیدگاه ب، (برای pH) و ۴۸/۳ میلی‌ولت در مرحله ۲ صیدگاه الف، ۱۲/۱ میلی ولت در مرحله ۱ صیدگاه الف (برای O/R) و ۰/۰۱۷ درصد در مرحله ۱ صیدگاه ب، ۳/۶۱ درصد در مرحله ۳ صیدگاه الف (برای باقیمانده نمک) می‌باشد (جدول ۱ و ۲).

دامنه تغییرات میانگین مقادیر عوامل شیمیائی TVN، PV و هیستامین در طول ۳ مرحله فرآوری خاویار در دو صیدگاه الف و ب به ترتیب شامل ۲۵/۳ تا ۹/۴۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم (برای TVN)، ۲/۵۴ تا ۰/۳۴ میلی اکی‌والان در کیلوگرم (برای PV) و ۴/۱۲ تا ۱/۲۸ میلی‌گرم درصد گرم (برای هیستامین) بود. بالاترین و پائین‌ترین مقادیر میانگین TVN، PV و هیستامین در طول ۳ مرحله فرآوری خاویار شامل ۲۵/۳ در مرحله ۳ صیدگاه الف، ۹/۴۳ میلی گرم درصد گرم در مرحله ۱ صیدگاه (برای الف (برای TVN) و ۰/۳۴ در مرحله ۱ صیدگاه ب، ۲/۵۴ میلی اکی‌والان در کیلوگرم در مرحله ۳ صیدگاه الف (برای PV) و ۱/۲۸ در مرحله ۱ صیدگاه ب، ۴/۱۲ میلی گرم درصد گرم در مرحله ۳ صیدگاه ب (برای هیستامین) می‌باشد (جدول ۱ و ۲). دامنه تغییرات مقادیر فلزات سنگین (آهن، مس، روی و سرب) در دو صیدگاه الف و ب به‌ترتیب شامل ۲۳/۷۱ تا ۸/۹ و ۱۴/۲۵ تا ۷/۴ (آهن)، ۴/۰۲ تا ۱/۱۷ و ۲/۱۷ تا ۱/۰۱ (مس)، ۱۲/۱۷ تا ۷/۳۲ و ۱۱/۱ تا ۴/۸۲ (روی)، ۰/۵۴ تا ۰/۱ و ۰/۱۸ تا ۰/۰۶ میکروگرم در گرم نمونه (سرب) بود. بالاترین و پائین‌ترین مقادیر فلزات سنگین آزمایش شده به‌ترتیب شامل ۲۳/۷۱ (صیدگاه الف) و ۷/۴۸



نمودار ۴ : مقایسه تغییرات NaCl (در صد) در خاویارهای خام ، عمل آوری شده و نگهداری شده بمدت ٦ ماه در دمای ۳- درجه در دو صیدگاه الف و ب در حوزه استان مازندران



نمودار ۵ : مقایسه تغییرات هیستامین (میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) در خاویارهای خام ، عمل آوری شده و نگهداری شده بمدت ٦ ماه در دمای ۳- درجه در دو صیدگاه الف و ب در حوزه استان مازندران

(صیدگاه ب)، ۴/۰۲ (صیدگاه الف) و ۱/۰۱(صیدگاه ب) و ۱۲/۷ (صیدگاه الف) و ۴/۲۳ (صیدگاه الف)، ۰/۵۴ (صیدگاه الف) و ۰/۰۶ میکروگرم در گرم نمونه (صیدگاه ب) می‌باشد.

بحث

در بین تغییرات حاصله در فاکتورهای شیمیائی مورد بررسی در طول فرآوری و نگهداری، تغییرات میانگین مقادیر pH از ۵/۳۵ به ۶/۲ بیانگر افزایش آن در طول مدت نگهداری خاویاردان در سردخانه می‌باشد (جدول ۱ و ۲). این مقدار pH از نظر رشد و توکسین زائی اسپورهای *Clostridium butulinum* حتی در شرایط یخچالی می‌تواند برای یک غذای کنسرو شده مورد توجه قرار گیرد. گرچه موارد ثابت شده‌ای از بروز مسمومیت بوتولیسم از خاویار تجارتی در دست نیست ولی بررسی‌های انجام شده در کانادا (۱۹۷۸)، تأثیر میزان pH و نمک را در خاویار به‌طور توأم از نظر خطر رشد و توکسین‌زائی *Cl. botulinum* نشان می‌دهد که تولید خاویار باید حداقل حاوی ۳/۳۶ درصد نمک باشد تا مقادیر pH بالای ۵ خطری برای رشد توکسین‌زائی این باکتری ایجاد نکند. در غیر این صورت pH خاویار باید زیر ۵ تنظیم گردد (۱۱ و ۱۰). بنابراین خطر رشد و توکسین‌زائی *Cl. botulinum* تنها در شرایط غلط فرآوری خاویار موجود است که بایستی مورد توجه قرار گیرد.

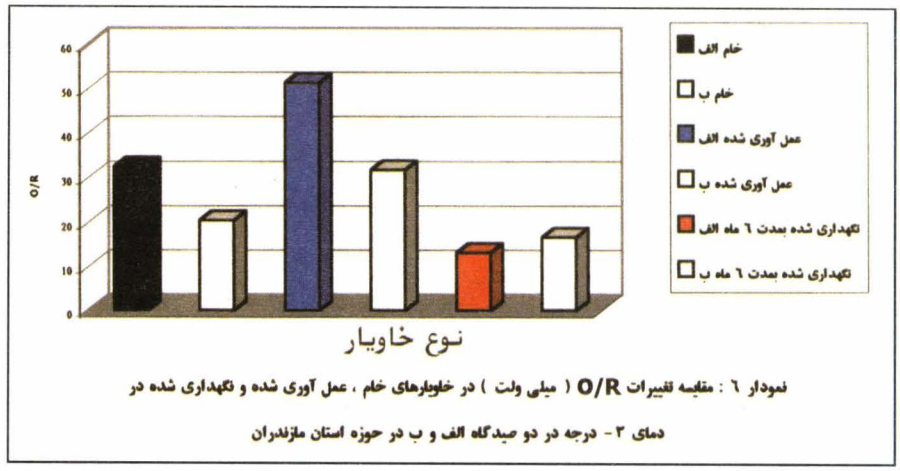
میانگین مقادیر O/R خاویار در طول فرآوری بیانگر افزایش آن در طول عمل‌آوری و کاهش آن در طول نگهداری می‌باشد و به‌طور کلی مقدار O/R آن در طول نگهداری محیط نسبتاً اکسیدی تشکیل می‌دهد که برای باکتریهای هوازی، بی‌هوازی اختیاری و کپک و مخمر می‌تواند محیط مناسبی برای رشد باشد و لذا خطر بروز فساد و مخاطره بهداشتی خصوصاً در طول عمل‌آوری و شرایط غلط زمانی و حرارتی (Time/Temperature Abused) وجود دارد (۱۳).

در مورد باقیمانده نمک در خاویار در طول فرآوری، مقدار آن از ۰/۰۱۷ (خاویار خام) تا ۳/۶۱ درصد (خاویار نگهداری شده) متغیر است. لذا می‌تواند برای رشد میکروبهای مختلف خصوصاً انواع نمک دوست ملایم (Slight halophites) و سرما دوست (پزودوموناس، الکالی چنز، موراکسلا و فلاووباکتریوم) مناسب باشد (۲۰). در شرایط محیط نمک‌دار و غلظت بالا (شرایط خاویار)، باکتریهای خانواده میکروکوکاسه و مخمرهای اسموفیل نیز می‌توانند رشد نموده و باعث فساد آن شوند. از بین مخمرها، گونه‌ای به نام *Turolopsis candida* که قادر به رشد و تکثیر در غلظت بالای نمک (حتی ۲۰ درصد) و در شرایط یخچالی می‌باشد، به‌عنوان عامل فساد از خاویار جداگردیده است (۱، ۱۸، ۱۹). در بررسی مخاطرات میکروبی خاویار توسط رضویلر و همکاران، باکتریهای خانواده میکروکوکاسه و پزودوموناداسه از محیط فرآوری خاویار جداگردیده است که می‌تواند از این نظر (فساد) مورد توجه قرار گیرد (۱).

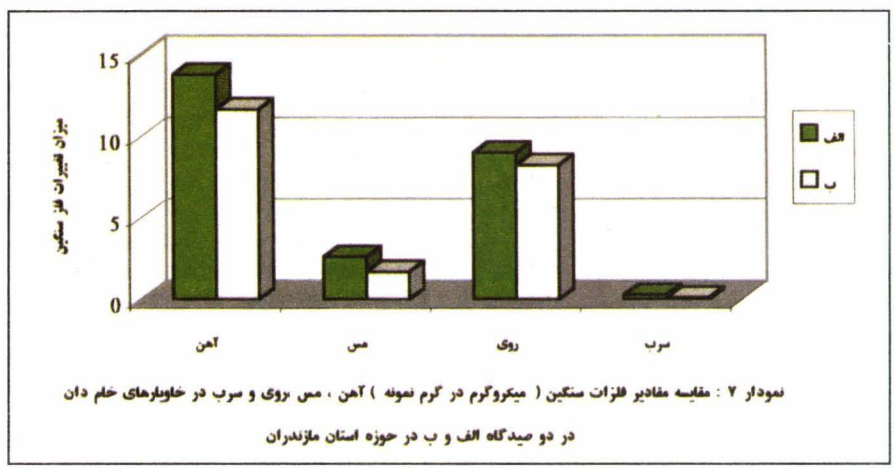
رشد میکروبها به‌خصوص باکتریهای سرمادوست در مواد غذائی می‌تواند باعث تخریب مواد ازته و افزایش TVN گردد و لذا این فاکتور شیمیائی می‌تواند به عنوان یک شاخص مهم عامل فساد پروتئینی مواد غذائی مورد استفاده قرار گیرد (۶). افزایش مقدار TVN به ۲۵/۳ میلی‌گرم درصد گرم خاویار در طول نگهداری بیانگر افزایش آن تا حد سقف استاندارد قابل قبول می‌باشد. گرچه در قضاوت روی مواد غذائی مختلف با استفاده از این شاخص بایستی با احتیاط عمل نمود ولی استاندارد کشور روسیه مقدار TVN خاویار صادراتی را حتی به کمتر از ۱۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم محدود کرده است در حالی که میزان آن بسته به درجه خاویار در کشورهای دیگر بین ۲۴ تا ۶۵ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بیان شده است (۱۹). به نظر می‌رسد چنانچه تولید و صدور خاویار با کیفیت بالا در نظر باشد، مدت ۶ ماه نگهداری برای این منظور مناسب نیست و در صورت ناچاری به عنوان حداکثر زمان نگهداری نسبتاً سالم مورد نظر قرار گیرد و چنانچه مشکلی در برقراری زمان و حرارت نگهداری (Time Tempreture Condition) در طول فرآوری خاویار ایجاد شود، مدت زمان نگهداری باید بسیار کوتاهتر از ۶ ماه صورت گیرد. حداکثر میانگین مقادیر هیستامین پس از ۶ ماه نگهداری (۴/۱۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) بیانگر سالم بودن خاویار از نظر مقدار هیستامین می‌باشد زیرا محدوده سالم مقدار هیستامین در مواد غذائی دریائی بین ۱۰ تا ۲۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم برآورد شده است (۳، ۱۳، ۱۵).

تغییرات بو و طعم و تندی خاویار به‌طور عمده در اثر اکسیداسیون چربی‌های آن خصوصاً به علت وفور چربی‌های غیر اشباع آن اتفاق می‌افتد که با اندازه‌گیری شاخص PV (Peroxide Value) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. تندی اکسیداتیو (Rancidity) مهمترین عامل فساد اسیدهای چرب غیراشباع در خاویار محسوب می‌گردد که باعث افت کیفیت محصول می‌گردد. میزان مورد قبول آن از نظر استانداردهای جهانی مواد غذائی ۱۰-۲ میلی اکی‌والان در کیلوگرم غذا می‌باشد (۶، ۱۴) میزان PV در طول نگهداری مواد غذائی خصوصاً از نوع چرب افزایش پیدا می‌کند. طبق نتایج جدول ۱ میانگین مقدار PV پس از ۶ ماه نگهداری در صیدگاههای الف و ب به‌ترتیب ۲/۵۴ و ۲/۳۱ میلی اکی‌والان در کیلوگرم می‌باشد و این در حالی است که مقادیر آن به هنگام عمل‌آوری به‌ترتیب ۰/۵۱ و ۰/۴۵ برای دو صیدگاه بوده است لذا به نظر می‌رسد نگهداری طولانی مدت حتی در ۳- درجه سانتی‌گراد خاویار را به حد غیرقابل قبولی از نظر تندی اکسیداتیو سوق می‌دهد و لذا مدت نگهداری باید کاهش داده شود.

وجود بعضی از عناصر مانند مس و آهن به مقدار ناچیز در بافت‌های مختلف حیوانات ضروری و طبیعی است ولی سرب از جمله فلزات خیلی سمی است که هیچ ضرورتی در بدن حیوانات نداشته و در فیزیولوژی بدن انسان نیز ضرورت شناخته شده‌ای ندارد. افزایش این



نمودار ٦ : مقایسه تغییرات O/R (میلی ولت) در خاویارهای خام ، عمل آوری شده و نگهداری شده در دمای ۳- درجه در دو صیدگاه الف و ب در حوزه استان مازندران



نمودار ۲ : مقایسه مقادیر فلزات سنگین (میکروگرم در گرم نمونه) آهن ، مس روی و سرب در خاویارهای خام دان در دو صیدگاه الف و ب در حوزه استان مازندران

عناصر (بسته به نوع) در مواد غذائی می‌توانند مسمومیت‌های حاد و مزمن را در پی داشته باشد و لذا برای سلامتی انسان مضر می‌باشد (۱۷). گرچه استانداردی از نظر فلزات سنگین در خاویار وجود ندارد ولی نتایج به‌دست آمده (جدول ۳) بیانگر مقادیر این فلزات (آهن، مس، روی و سرب) در حد پائین‌تر از استاندارد برای ماهی می‌باشد که بیانگر سلامتی خاویاردان می‌باشد (۴).

به‌طور کلی نتایج این مطالعه ضمن این که بیانگر سالم بودن خاویار حتی پس از ۶ ماه نگهداری می‌باشد، لازم است برای ارتقاء کیفیت آن و تحویل خاویار با کیفیت بالاتر به بازار مصرف، کیفیت نگهداری آن در سردخانه حتی‌الامکان کوتاه‌تر صورت گیرد تا از افزایش مقادیر TVN و PV و کاهش کیفیت خاویار جلوگیری شود. ضمناً در طول مراحل فرآوری بایستی از بروز شرایط غلط زمانی و حرارتی (Time/Temperature Abused) جداً جلوگیری شود تا زمان و حرارت مناسب در اختیار عوامل میکروبی آلوده کننده خاویار قرار نگیرد.

سپاسگزاری

این مطالعه با حمایت مالی و علمی انستیتو تحقیقات شیلاتی ایران (مرکز مازندران) و دانشگاه تهران (دانشکده دامپزشکی) به انجام رسیده است. نویسنده وظیفه خود می‌داند از همکاری‌های بسیار ارزنده جناب آقای دکتر رضوانی و جناب آقای دکتر رستمی و جناب آقای مهندس سلمانی صمیمانه تشکر نماید. همچنین بدینوسیله از کمک‌های تکنیکی جناب آقای مهندس شجاعی و سرکار خانم مهندس نیرانی صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

۱- رضوی‌لر، ودود، شجاعی امیرهوشنگ، صفری رضا، سلمانی علی و رستمی حسینعلی. ۱۳۸۰. مطالعه مخاطرات بهداشتی و فساد میکروبی خاویاردان ایران در طول فرآوری، نگهداری و محیط فرآوری آن در حوزه مازندران، مجله دانشکده دامپزشکی، جلد ۵۶، شماره ۱: ص ۸۸-۸۱.

۲- رضوی‌لر ودود، صفری رضا و رضوانی سهراب، ۱۳۸۰. مطالعه پتانسیل رشد و توکسین‌زائی *Clostridium butulinum* و *E. coli* متأثر از فرمولاسیون‌های مختلف نمک و مواد نگهدارنده مورد پیش‌بینی در فرآوری خاویار. مجله دانشکده دامپزشکی جلد ۵۶ شماره ۲: ص.

3- Chakrabarti. R. 1998. Shelf-life and histamine content of ten species of fish stored at tropical ambient temperature. J. Food Sci. Technol. 35. 62-65.

4- FAO. 1989. Food safety regulation applied to major importing countries. FAO. Fisheries circular. No 825, 92-98.

5- Fiklck, C.J., Hackney, C.R., 1995. HACCP training for seafood processors. J. Food. Prot. 58. 61-68.

6- Fellows, P.J., 1996. Food processing technology. Ellis Horvood Limited. West Sussex, England.

7- Grundenmieier, E.W., and Andrews, A.C., 1965. Spectorphotometric determination of histamine and histamine. Trans kans Acad. Sci. 68. 62-64.

8- Hasegawa, H., 1987. Laboratory manual on analytical methoeds and procedures for fish and products. Marine - Fisheries Research Department. Seafsec. Singapour.

9- Hollingworth, T And Wekell. M., 1990. Association of official analytical chemists (AOAC). Washington D.C. U.S.A.

10- Health and welfare Canada. 1997. Botulism in canada suammary for 1976. Can. Dis. Weekly rep. 3. 46-47.

11- Huss. H.H. 1992. Development of the HACCP concept in fish processing. Int. J. of Food Microbiol. 15. 33-44.

12- Haby, M.G. Rippen, T.E., Coale. C.W. Miget. R.J. and Sutten, H.C., 1996. Status of seafood quality and safety management systems in retail seafood departments. IFT annual meeting: Book of abstracts.

13- Jay. J.M. 2000. Modern Food Microbiology. The AVI Publishing Co. Westpor, Connecticut.

14- Kramer, D.E. and Histon, J. 1997. Seafood qauality assurance. Elsevir, Amesterdam.

15- Lam, A.H.R. 1989. Histamine and histamine poisoning. Dansk - Veterinaertidsskrift. 72, 1193-1197.

16- Melonson, J., 1995. The conaclian experience with seafood inspection - Fish inspection in Canada. J. of the association of Food and drug officials. 59. 49-57.

17- Petersdorf. R.J. Adams, R.D. Braunwald. E. Isselbacher, K.J. Martin, G.B. and Wolson, J.D. 1983. Principles of internal medicine. Mc Graw Hill book Co.

18- Razavilar, V., Shodjai, A.H., Safari, R., Salmani, A and Rostami, H., 2001. Microbiol hazard analysis of Persian granular caviar during processing. Cold storage and its processing environment. Int. Symp. on More Efficient Utilization of fish and fisheries products. Kyoto. Japan.

19- Sternin, V and Dore. I., 1993. Caviar - the resource book. Cultra. Moscow.

20- Vanderzant, C and Splittstoesser. D.F. 1992. Compendium of methods for microbiological Exmination of Foods. American public health association. Washington, D.C.