مطالعه مخاطرات بهداشتی و فساد میکروبی خاویاردان ایران در طول فرآوری، نگهداری و محیط فرآوری آن در حوزه دریای مازندران

دکتر ودود رضویلر[1] امیرهوشنگ شجاعی[2] رضا صفری[2] علی سلمانی[2] حسینعلی رستمی[2]

مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۵۶، شماره ۱، ۸۷-۸۱، (۱۳۸۰)

خاویاردان ایران و محیط فرآوری آن از نظر ۱۲ آزمایش میکروبی در دو صیدگاه حوزه مازندران مورد بررسی قرار گرفت. کلاً ۷۲ نمونه با دو تکرار از خاویار در سه مرحله : ۱) خاویار قبل از عمل‌آوری، ۲) خاویار عمل‌آوری‌شده و ۳) خاویار عمل‌آوری و نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد و ۸ نمونه سطوح و وسایل مورد استفاده در فرآوری خاویار (در ۱۴ مورد مختلف) مورد ارزیابی قرار گرفتند. گونه‌های ماهی خاویاری از نوع فیل ماهی، اوزون‌برون و قره‌برون بودند. کلاً ترکیبی از ۱۹۲۰ آزمایش مختلف میکروبی (۳×۸×۲×۱۲ مورد برای ۳ مرحله خاویار) و (۱۴×۸×۱۲ مورد برای محیط فرآوری) در این مطالعه انجام گرفت. کشتهای انجام‌شده همچنین از نظر تعیین فلور غالب میکروبی مورد آزمایش قرار گرفتند. دوازده آزمایش میکروبی در این مطالعه شامل شمارشهای میکروبی SPC (Standard Plate Count) (در ۳۷ و ۲۵ درجه سانتیگراد)، قارچ، کلیفورم، استافیلوکوک و آنتروکوک همراه با جداسازی باکتریهای سالمونلا، پلزیوموناس، ویبریو، کلستریدیوم بوتولینوم، کلستریدیوم پرفرینجنس و لیستریا بودند. چهارده مورد آزمایش میکروبی محیط شامل دو نمونه آب، دو نمونه آلودگی انگشت خاویارساز، دو نمونه هوای اطاق همراه با قوطی خاویار، جارو (برس گیاهی مخصوص پاک‌کردن خاویار از غربال)، غربال، چاقوی ماهی‌بری، کفگیر، میز ماهی‌بری، میز خاویارسازی و کف کرپی صید بودند. تعداد میکروب شمارش‌شده (در گرم نمونه) برای خاویار خام در آزمایشهای SPC و قارچ بین صفر تا ۱۰۰ و برای آزمایش کلیفورم منفی بود. در خاویار عمل‌آوری‌شده تعداد ۲-۱ لوگ به تعداد SPC و قارچ اضافه گردید و نتیجه آزمایش کلیفورم باز هم منفی بود. در مرحله نگهداری پس از ۶ ماه در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد حدود ۲ لوگ دیگر به تعداد SPC و قارچ اضافه گردید و در ضمن تعداد کلیفورم در این مرحله $5/5\times10^{1}/g$ بود. در بین ۱۴ مورد آزمایش محیط، کمترین آلودگی مربوط به نمونه هوا (کمتر از یک میکروب در سانتیمتر مربع در دقیقه) و بیشترین آلودگی مربوط به سطح کرپی صید (محل تحویل ماهی با تعداد SPC بالای 10^{4} میکروب در هر سانتیمتر مربع از سطح) و جارو (وسیله پاک‌کردن خاویار غربال با تعداد بالای 10^{4} میکروب در هر میلی‌لیتر از آب شستشو) بود. میکروبهای غالب فلور نیز در خاویار و محیط فرآوری آن شناسایی گردید. گرچه معیار پذیرش قانونی برای شمارش SPC، قارچ، کلیفورم و سایر شمارشهای میکروبی در قضاوت روی خاویار و محیط فرآوری اختصاصی آن موجود نیست و نتایج آزمایشهای ما بیانگر وضعیت خوب میکروبی این فرآورده و محیط عمل‌آوری آن در اغلب موارد بررسی شده می‌باشد، ولی در بعضی موارد انجام اقدامات بهداشتی فوری برای ارتقای کیفیت میکروبی خاویار و محیط فرآوری آن ضروری است. تأثیر نتایج به‌دست آمده در این مطالعه در بهبود طراحی سیستم کنترل HACCP و فرمولاسیون جدید خاویار مورد بحث قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی : خاویار، تخم‌ماهی، آنالیز میکروبی، HACCP، بهداشت غذا و محیط.

کشور ایران یکی از تولیدکنندگان عمده خاویاردان تهیه‌شده از انواع ماهیان خاویاری در دنیا بوده و در سالهای اخیر از صادرکنندگان مهم این فرآورده‌های غذایی گرانبها در جهان می‌باشد.

در تهیه و عمل‌آوری این فرآورده غذایی از قدیم نگرانی اصلی تولیدکنندگان همواره محافظت آن از فساد می‌باشد و تهیه خاویار از نوع شور و فشرده از قرنها قبل بیانگر این موضوع می‌باشد که مدت زیادی حتی بدون استفاده از یخچال قابل نگهداری می‌باشد. با ابداع روشهای نگهداری سرد، تهیه خاویار شور فشرده به‌عنوان یک محصول درجه دو و برای تهیه خاویار باکیفیت پایین مورد استفاده قرار گرفت. در بسته‌بندی خاویاردان هنوز به‌طور سنتی از نوار لاستیکی برای مسدودکردن قوطیهای پرشده استفاده می‌شود و برای جلوگیری از فساد این فرآورده در ایران نیز مانند سایر تولیدکنندگان از مخلوط اسیدبوریک و بوراکس استفاده می‌شود و این در حالی است که از سالهای قبل استفاده از این نگهدارنده‌ها در بسیاری از کشورهای اروپایی به‌عنوان مواد مضر برای سلامتی انسان و در اغلب کشورهای مصرف‌کننده خاویار غیرمجاز شناخته شده است ولی به‌علت مصرف کم و محدود این غذای تجملاتی و نیاز این فرآورده برای کنترل فساد هنوز در این کشورها مصرف آن با استفاده از این مواد نگهدارنده مرسوم است (۱۹ و ۲).

ارزیابی مخاطرات (Hazard analysis) و برآورد امکان بروز خطرات بهداشتی و یا فساد مواد غذایی (Risk assessment) روشی است که نقش عمده‌ای در طراحی بهبود سلامتی مواد غذایی بازی می‌کند. این نوع ارزیابی همچنین می‌تواند تولیدکنندگان مواد غذایی را در به‌کارگیری یک سیستم HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) مؤثرتر کمک کند. در این زمینه مطالعات زیادی در مواد غذایی دریایی انجام گرفته است که استفاده از این سیستم را به‌صورت قانونمند جهت کنترل بهداشتی و فساد مواد غذایی دریایی در کشورهای پیشرفته جهان از جمله کشورهای اروپا، امریکا و کانادا بیان می‌کند (۲۳، ۱۶، ۱۲، ۹، ۶). در حال حاضر استفاده از سیستم کنترل HACCP در شیلات ایران نیز در مورد تولید و فرآوری مواد غذایی دریایی مانند خاویار و میگو در حال شکل‌گیری و تکمیل می‌باشد.

این مطالعه مقدماتی میکروبیولوژی بخشی از طرح مستمر در حال انجام تحت‌عنوان بررسی مخاطرات میکروبی و شیمیایی در تولید و فرآوری خاویاردان می‌باشد که طی آن خاویاردان ایران و محیط عمل‌آوری آن در حوزه مازندران از نظر میکروبهای مهم بهداشتی و عوامل فساد در طول فرآوری و نگهداری این فرآورده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد تا بدین‌وسیله امکان استفاده بهینه و مؤثر از سیستم کنترل HACCP و نیز امکان فرمولاسیون جدید در انتخاب یک ماده نگهدارنده جایگزین مناسب و مجاز فراهم شود.

مواد و روش کار

برای انجام تحقیقات، دو صیدگاه تولید و فرآوری خاویاردان در حوزه دریای مازندران انتخاب گردید. مراحل مختلف صید، فرآوری و نگهداری خاویاردان در این دو صیدگاه که به‌عنوان CCP (Critical Control Points) در سیستم کنترل HACCP مطرح می‌باشند در ۷ مرحله جهت بررسیهای میکروبیولوژیکی مورد استفاده قرار گرفت. این مراحل عبارت‌اند از:

۱. مرحله تحویل وشستشوی ماهیان خاویاری درکرپی صید به‌صورت زنده (بیهوش‌شده).

۲. مرحله جداسازی تخمدانها از ماهیان خاویاری پس از شکافتن دو پهلوی ماهی در روی میز مخصوص برش ماهی به‌وسیله چاقو.

۳. مرحله آب‌کشی تخمدانهای استخراج‌شده از ماهی به‌وسیله آب سرد (آب یخ).

۱) گروه آموزشی بهداشت و کنترل مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.
۲) مؤسسه تحقیقات شیلاتی استان مازندران، ساری - ایران.

جدول ۱ – مقایسه نتایج آزمایشهای میکروبی خاویاردان قبل از عمل‌آوری (مرحله خروج از تخمدان) و عمل‌آوری‌شده (مرحله پرشدن در قوطی) در طول فرآوری در دو صیدگاه مختلف حوزه مازندران

	صیدگاه	SPC_{37}(۱)	SPC_{25}(۱)	قارچ(۲)	کلیفورم(۳)	سالمونلا(۴)	پلزیوموناس	ویبریو	استافیلوکوک(۲)	ک. بوتولینوم	ک. پرفرینجنس	آنتروکوک(۲)	لیستریا
خاویار قبل از عمل‌آوری (تعداد در گرم نمونه)	الف	۶×۱۰^{۱}	۰	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	الف	۱×۱۰^{۱}	۶×۱۰^{۱}	۰	۰	–	–	–	۰	–	+	۰	–
	الف	۴×۱۰^{۱}	۰	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	الف	۱×۱۰^{۱}	۰	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۱×۱۰^{۲}	۲×۱۰^{۱}	۱×۱۰^{۲}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۶×۱۰^{۱}	۱×۱۰^{۲}	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۰	۱×۱۰^{۱}	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۳×۱۰^{۱}	+(۵)
	ب	۰	۲×۱۰^{۱}	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
خاویار عمل‌آوری‌شده (تعداد درگرم‌نمونه)	الف	$۲/۷\times۱۰^{۳}$	۱×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۱}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	الف	۷×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۳}	۱×۱۰^{۳}	۰	–	–	–	۷(۶)	–	–	۰	–
	الف	۳×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۲}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	الف	۳×۱۰^{۱}	۵×۱۰^{۱}	۱×۱۰^{۲}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۳×۱۰^{۲}	$۳/۵\times۱۰^{۲}$	۹×۱۰^{۲}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۳×۱۰^{۱}	۱×۱۰^{۲}	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۳×۱۰^{۱}	$۱/۱\times۱۰^{۲}$	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	
	ب	۱×۱۰^{۱}	۵×۱۰^{۲}	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–

(۱) نتایج صفر در ۰/۱گرم نمونه می‌باشد (کشت مخلوط)، (۲) نتایج صفر در ۰/۰۱گرم نمونه می‌باشد (کشت سطحی)، SPC_{25} شمارش کلی باکتریهای زنده هوازی در ۲۵ درجه (باکتریهای سرماگرا)، (۳) نتایج صفر در ۱۰ گرم نمونه می‌باشد MPN)، (۴) نتایج منفی در ۲۵گرم نمونه می‌باشد، (۵) لیستریا دنیتری فیکانس، (۶) استافیلوکوک آرئوس، SPC_{37} شمارش کلی باکتریهای زنده هوازی در ۳۷ درجه.

۴ . مرحله غربال‌کردن خاویار (خاویار قبل از عمل‌آوری) به‌وسیله غربال مخصوص جهت جداسازی نسوج تخمدانی از دانه‌های خاویار.

۵ . مرحله اضافه‌کردن نمک ۴/۴ تا ۵/۶ درصد وزن خاویار (بسته به نوع ماهیان خاویاری) و حدود ۰/۷ درصد مخلوط اسید بوریک (۰/۳ درصد و بوراکس (۰/۴ درصد) و عمل‌آوری خاویار با دست و گرفتن شوراب با استفاده از وسایل مخصوص خاویارساز شامل لگنچه، کفگیر، برس مخصوص پاک‌کردن غربال (جارو) از باقیمانده‌های خاویاردان.

۶ . مرحله بسته‌بندی در داخل قوطیهای مخصوص خاویاردان (خاویار عمل‌آوری‌شده) و هواگیری قوطی و انتقال به سردخانه.

۷ . مرحله نگهداری در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد تا مدت ۶ ماه. خاویار تولیدشده در این دو صیدگاه از انواع فیل‌ماهی یا بلوگا (Beluga)، اوزون‌برون یا سوروگا (Sevruga) و قره‌برون یا آسترا (Osetra) بودند. زمان طی‌شده از مرحله ورود ماهی به صیدگاه تا عمل‌آوری و پرشدن خاویاردان در قوطی و فشردن و هواگیری آن حدود ۲/۵ ساعت در شرایط حرارت اطاق بود. همچنین خاویاردان قوطی‌شده جهت انتقال به سردخانه ۳- درجه سانتیگراد ممکن است کم و بیش مدت ۲۴ ساعت در سرمای ۴ درجه سانتیگراد و یا متغیر نگهداری شود.

نمونه برداری و طراحی مطالعه : الف) خاویار : نمونه‌برداری از ۳ نوع خاویار خام (مرحله خروج از تخمدان) خاویار عمل‌آوری‌شده (بعد از اضافه‌کردن نمک و مواد نگهدارنده و پرشدن داخل قوطی) و خاویار عمل‌آوری‌شده نگهداری‌شده در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد به‌مدت ۶ ماه، در شرایط استریل انجام گرفت. نمونه‌ها در شرایط سرما (کنار یخ) جهت آزمایش به آزمایشگاه تحقیقات شیلات مازندران ارسال گردید.

مقدار نمونه‌ها برای آزمایشهای میکروبی مختلف به غیر از سالمونلا که ۲۵ گرم نمونه مورد استفاده قرار گرفت، در بقیه آزمایشها مقدار ۵گرم نمونه استفاده گردید. جمع کل آزمایشهای میکروبی انجام‌شده به‌صورت طرح فاکتوریال در این مرحله برای ۲ نوع خاویار (خاویار خام و عمل‌آوری‌شده) شامل ۱۲ نوع آزمایش میکروبی در ۴ مرحله با ۲ تکرار و در ۲ صیدگاه مختلف جمعاً ۳۸۴ مورد (۲×۲×۴×۱۲×۲) و برای خاویار عمل‌آوری نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد که از قوطی خاویار عمل‌آوری‌شده نمونه‌برداری شده و علامتگذاری شده در مرحله فرآوری انجام گرفت، شامل ۱۲ نوع آزمایش میکروبی در ۴ مرحله با ۲ تکرار و در ۲ صیدگاه مختلف جمعاً ۱۹۲ مورد (۲×۲×۴×۱۲) و در کل ۵۷۶ مورد (۱۹۲+۳۸۴) بالغ گردید.

ب) محیط فرآوری خاویار : چهارده مقطع مختلف از ۷ مرحله CCP فرآوری خاویار از نظر ۱۲ نوع آزمایش میکروبی همگی در حین عمل‌آوری خاویار نمونه‌برداری و مورد ارزیابی قرار گرفت. این ۱۴ مقطع مختلف که در جدول ۳ نشان داده شده است شامل دو نوع آب مصرف شهری (آب آبکشی ظروف و آب آبکشی خاویار) به روش استاندارد ۳ نوع سطوح (کف کرپی صید، میز مخصوص برش ماهی و میز خاویارساز برحسب میزان آلودگی در یک سانتیمتر مربع از سطح مورد آزمایش) به طریق سواب بردآوری و کشت مخلوط ۵ نوع سطوح (قوطی خاویار، غربال، کفگیر مخصوص برداشت خاویار، جاروی مخصوص پاک‌سازی خاویار از غربال و چاقوی مخصوص برش ماهی برای خروج تخمدان) به‌طریق شستشو و کشت مخلوط، انتهای انگشتان دست خاویارساز و کمک خاویارساز به‌روش سواب‌برداری و بالاخره هوای دو نوع سالن (سالن ۱ یا سالن عمومی و سالن ۲ یا سالن مخصوص خاویارساز و عمل‌آوری خاویار) به روش قراردادن پلیت محیط کشت به‌صورت باز در محل برای زمان معین بود (۲۲).

آزمایشهای میکروبی انجام‌شده به‌صورت فاکتوریال در این مرحله شامل ۱۲ آزمایش میکروبی در ۴ مرحله برای ۲ صیدگاه در ۱۴ مقطع جمعاً ۱۳۴۴ مورد (۱۴×۲×۴×۱۲) و با جمع آزمایشهای انجام‌شده در روی خاویار ۱۹۲۰ مورد (۵۷۶+۱۳۴۴) بالغ گردید.

ج) شمارش، جداسازی و شناسایی میکروبها : نمونه‌های خاویار و مقاطع

جدول ۲ – مقایسه نتایج آزمایشهای میکروب خاویاردان عمل‌آوری‌شده (قوطی‌شده) با خاویار قوطی‌شده و نگهداری‌شده به‌مدت ۶ماه‌درسردخانه ۳-درجه‌در دو صیدگاه‌مختلف‌حوزه مازندران

	صیدگاه	SPC_{37}(۱)	SPC_{25}(۱)	قارچ(۲)	کلیفورم(۳)	سالمونلا(۴)	پلزیوموناس	ویبریو	استافیلوکوک	ک. بوتولینوم	ک. پرفرینجنس	آنتروکوک(۲)	لیستریا
خاویار خام (تعداد در گرم نمونه)	الف	$۲/۷\times۱۰^{۳}$	۱×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۲}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	الف	۷×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۳}	۱×۱۰^{۳}	۰	–	–	–	۷(۵)	–	–	۰	–
	الف	۳×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۲}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	الف	۳×۱۰^{۱}	۵×۱۰^{۱}	۱×۱۰^{۲}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۳×۱۰^{۲}	$۳/۵\times۱۰^{۲}$	۹×۱۰^{۲}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۳×۱۰^{۱}	۱×۱۰^{۲}	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۳×۱۰^{۱}	$۱/۱\times۱۰^{۲}$	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۱×۱۰^{۱}	۵×۱۰^{۲}	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
خاویار عمل‌آوری‌شده و نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه (تعداد در گرم نمونه)	الف	$۴/۲\times۱۰^{۵}$	۵×۱۰^{۴}	۴×۱۰^{۳}	۵	–	–	۰	–	–	۰	–	–
	الف	۴×۱۰^{۴}	$۴/۵\times۱۰^{۴}$	$۴/۶\times۱۰^{۳}$	$۳/۵\times۱۰^{۱}$	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	الف	۸×۱۰^{۳}	$۱/۵\times۱۰^{۴}$	۷×۱۰^{۳}	۰	–	–	–	۶×۱۰(۵)	–	–	۰	–
	الف	۲×۱۰^{۴}	$۲/۷\times۱۰^{۴}$	$۴/۵\times۱۰^{۳}$	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۵×۱۰^{۴}	$۶/۲\times۱۰^{۴}$	۷×۱۰^{۳}	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۶×۱۰^{۴}	$۶/۸\times۱۰^{۴}$	$۶/۵\times۱۰^{۳}$	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	۱×۱۰^{۴}	$۲/۲\times۱۰^{۴}$	$۵/۵\times۱۰^{۳}$	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
	ب	$۲/۵\times۱۰^{۴}$	$۳/۲\times۱۰^{۴}$	۶×۱۰^{۳}	$۵/۵\times۱۰^{۱}$	–	–	–	۰	–	+	۰	–

(۱) نتایج صفر در ۰/۱گرم نمونه می‌باشد (کشت مخلوط)، (۲) نتایج صفر در ۰/۰۱گرم نمونه می‌باشد (کشت سطحی)، SPC_{25} شمارش کلی باکتریهای زنده هوازی در ۲۵ درجه (باکتریهای سرماگرا)، (۳) نتایج صفر در ۱۰ گرم نمونه می‌باشد MPN)، (۴) نتایج منفی در ۲۵گرم نمونه می‌باشد، (۵) استافیلوکوکوس آرئوس، SPC_{37} شمارش کلی باکتریهای زنده هوازی در ۳۷ درجه..

مختلف محیط خاویار طبق جداول ۳-۱ از نظر ۱۲ نوع آزمایش میکروبی مورد ارزیابی قرار گرفتند. این ۱۲ مورد شامل ۶ مورد شمارش باکتریهای زنده مزوفیل (SPC_{37}) و سرماگرا (SPC_{25}) به‌روش کشت مخلوط و گرمخانه‌گذاری در ۳۷ و ۲۵ درجه، قارچ به‌روش‌کشت‌سطحی، کلیفورم به‌روش MPN (Most Probable Number)، استافیلوکوک و آنتروکوک به روش کشت سطحی و ۶ مورد جداسازی باکتری شامل جداسازی سالمونلا، پلزیوموناس، ویبریو، کلستریدیوم بوتولینوم، کلستریدیوم پرفرینجنس و لیستریا بودند. فلور عمده خاویار و محیط فرآوری نیز با استفاده از کشتهای انجام‌شده شناسایی گردیدند (۲۲، ۱۳، ۱۰، ۷).

نتایج

نتایج آزمایشهای میکروبی ۱۲گانه متأثر از عوامل نوع خاویار (خاویار خام، خاویار عمل‌آوری‌شده، خاویار عمل‌آوری و نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد)، نوع صیدگاه (صیدگاه الف و ب) و ۱۴ مقطع سطوح و وسایل فرآوری خاویار در جداول ۳-۱ نشان داده شده است. همچنین میانگین و دامنه نتایج ۶ آزمایش شمارش میکروبی مربوط به SPC (۳۷ و ۲۵ درجه سانتیگراد) قارچ، کلیفورم، استافیلوکوک و آنتروکوک در جدول ۴ آمده است.

نتایج آزمایشهای جداسازی از نظر باکتریهای سالمونلا، پلزیوموناس، ویبریو، کلستریدیوم بوتولینوم، کلستریدیوم پرفرینجنس و لیستریا به جز سه نوع باکتری ویبریو، کلستریدیوم پرفرینجنس و لیستریا در همه موارد (خاویار و مقاطع محیطی) منفی بود. ویبریو تنها در صیدگاه ب و از مقطع میز برش ماهی جداسازی گردید در حالی‌که کلستریدیوم پرفرینجنس در خاویار خام و انگشت کمک خاویارساز صیدگاه الف و لیستریا در خاویار خام و جاروی مخصوص خاویار پاک‌کنی غربال صیدگاه ب مثبت بود.

جدول ۵ فلور میکروبی عمده شناسایی‌شده از کشتهای شمارش میکروبی SPC و قارچ و کلیفورم و میکروبهای جداشده اختصاصی را در دو صیدگاه نشان می‌دهد. این میکروبها بیشتر از گروههای آنتروباکترباسه (سیتروباکتر، پرووویدنسیا، کلبسیلا، سرشیا مارسه‌سنس (Serratia marcescens) و مورگانلا مورگانی) میکروکوکاسه (میکروکوکوس، استافیلوکوکوس آرئوس)، اسپورداران هوازی و بی‌هوازی (باسیلوس و کلستریدیوم پرفرینجنس) پزودوموناداسه (پزودوموناس و موراکسلا)، ویبریوناسه (ویبریوفلوویالیس) بودند. جدول ۵ انواع میکروبهای غالب شناسایی‌شده را برحسب نمونه‌های آلوده (خاویار خام، عمل‌آوری‌شده و نگهداری‌شده و سطوح عمل‌آوری) نشان می‌دهد.

بحث

به‌علت انحصاری و محدودبودن تولید خاویار در دنیا (عمدتاً حوزه دریای خزر)، مطالعات بسیار محدودی در زمینه ارزیابی وضعیت میکروبی این فرآورده و محیط فرآوری آن انجام گرفته و یا در صورت انجام منتشر نگردیده است. با توجه به نیاز مبرم به امر پژوهش در کاربرد علمی و عملی سیستم کنترل HACCP که در حال حاضر مورد درخواست کشورهای واردکننده خاویار و میگو در اتحادیه اروپا به‌عنوان مجوز بهداشتی صدور این فرآورده‌های غذایی دریایی به این کشورها می‌باشد، لذا این مطالعه به‌همین منظور جهت بررسی وضعیت میکروبی (عوامل فساد و بیماریزا) خاویاردان از مرحله خروج از تخمدان تا موقع صدور و نیز محیط و وسایل درگیر با فرآوری خاویار از کرپی صید تا مرحله پرشدن در قوطی انجام گرفته است.

آزمایشهای میکروبی ۱۲گانه انجام‌شده در این بررسی در مورد خاویار در سه مرحله خام، عمل‌آوری‌شده و نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد از دو صیدگاه با خصوصیات متفاوت می‌تواند سرنوشت میکروبی این فرآورده را تا حدود زیادی از ابتدا (خروج از تخمدان) تا انتها (موقع صدور و مصرف) مشخص کند. زمانی که آنالیز میکروبی یک فرآورده غذایی نشانگر حد پایین استاندارد بین‌المللی باشد، این مشکل می‌تواند ناشی از عدم رعایت اصول

جدول ۳ – مقایسه میانگین نتایج ارزیابی آلودگیهای میکروبی سطوح و وسایل فرآوری خاویاردان در دو صیدگاه مختلف (الف و ب) حوزه مازندران

صیدگاه	محیط وسطوح	Spc_{37}	SPC_{25}	قارچ	کلیفورم	سالمونلا	پلزیوموناس	ویبریو	استافیلوکوک	ک. پوتولینوم	ک. پرفرینجنس	آنتروکوک	لیستریا
الف	آب آبکشی ظروف[1]	۵	۴	<۱	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	آب آبکشی خاویار[1]	۸×۱۰^{۲}	$۱/۴\times۱۰^{۳}$	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	انگشت خاویارساز[2]	۴×۱۰^{۲}	۵×۱۰^{۲}	<۳	$۱/۶\times۱۰^{۲}$	–	–	–	۸	–	–	۰	–
الف	انگشت کمک خاویارساز[2]	$۵/۴\times۱۰^{۲}$	۶×۱۰^{۲}	۵	۱×۱۰^{۱}	–	–	–	<۱	–	+	۰	–
الف	شتشوی قوطی[3]	<۱	$۱/۷\times۱۰^{۲}$	<۱	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	شستشوی جارو[3]	۸×۱۰^{۳}	$۱/۳\times۱۰^{۴}$	$۱/۸\times۱۰^{۲}$	۴×۱۰^{۲}	–	–	–	۸	–	–	<۱	–
الف	شستشوی چاقو[3]	$۲/۱\times۱۰^{۲}$	$۳/۵\times۱۰^{۲}$	<۱	$۱/۶\times۱۰^{۱}$	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	شستشوی کفگیر[3]	$۱/۳\times۱۰^{۲}$	$۱/۱\times۱۰^{۳}$	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	شستشوی غربال[3]	$۲/۳\times۱۰^{۳}$	$۱/۸\times۱۰^{۲}$	<۱	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	سطح میز برش ماهی[4]	۴/۵	$۱/۲\times۱۰^{۱}$	<۱	<۲	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	سطح میز خاویارسازی[4]	<۱	۳/۷	۰	<۱	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	سطح کف کروپی[4]	۱×۱۰^{۴}	$۱/۲\times۱۰^{۴}$	۳	<۱	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	هوای سالن شماره یک[5]	<۱	<۱	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
الف	هوای سالن شماره دو[5]	<۱	<۱	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	آب آبکشی ظروف[1]	$۱/۵\times۱۰^{۱}$	$۷/۵\times۱۰^{۲}$	۰	$۱/۵\times۱۰^{۱}$	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	آب آبکشی خاویار[1]	$۱/۳\times۱۰^{۳}$	$۱/۹\times۱۰^{۳}$	۰	<۴	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	انگشت خاویارساز[2]	$۲/۵\times۱۰^{۲}$	۱×۱۰^{۱}	۵	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	انگشت کمک خاویارساز[2]	$۴/۳\times۱۰^{۲}$	$۱/۵\times۱۰^{۱}$	۰	۵×۱۰^{۲}	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	شتشوی قوطی[3]	<۱	۷	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	<۱	–
ب	شستشوی جارو[3]	$۱/۱\times۱۰^{۴}$	$۱/۳\times۱۰^{۴}$	۶/۵	$۶/۷\times۱۰^{۲}$	–	–	–	۰	–	–	<۱	+[7]
ب	شستشوی چاقو[3]	$۱/۳\times۱۰^{۲}$	۱×۱۰^{۲}	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	<۱	–
ب	شستشوی کفگیر[3]	<۱	<۱	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	شستشوی غربال[3]	$۵/۴\times۱۰^{۲}$	$۶/۵\times۱۰^{۲}$	<۱	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	سطح میز برش ماهی[4]	۴/۲	۵×۱۰^{۱}	۰	<۱	–	–	+[6]	۰	–	–	۰	–
ب	سطح میز خاویارسازی[4]	۷	۱×۱۰^{۱}	<۱	<۱	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	سطح کف کروپی[4]	$۱/۵\times۱۰^{۴}$	$۱/۷\times۱۰^{۴}$	$۳/۳\times۱۰^{۲}$	$۶/۵\times۱۰^{۳}$	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	هوای سالن شماره یک[5]	<۱	<۱	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–
ب	هوای سالن ۲[5]	<۱	<۱	۰	۰	–	–	–	۰	–	–	۰	–

(۱) شمارش در هر میلی‌لیتر نمونه، (۲) شمارش در انتهای پنج انگشت، (۳) شمارش در هر میلی‌لیتر آب شستشو، (۴) شمارش در هر سانتیمتر مربع سطح تماس، (۵) شمارش در هر سانتیمتر مربع سطح تماس در هر دقیقه، (۶) ویبریوفلوویالیس، (۷) لیستریا دنیتریفیکانس.

صحیح (Good Monufacturing Practice) GMP و HACCP در طول فرآوری، حمل و نقل و غیره باشد و لذا انجام آزمایشهای میکروبی در مقاطع مختلف سطوح و وسایل فرآوری آن می‌تواند گره‌گشا باشد. نتایج بررسیهای اختصاصی انجام‌شده در مورد وضعیت میکروبی خاویار و محیط عمل‌آوری و نگهداری آن در مراحل مختلف در این مطالعه در جداول ۵-۱ ارایه شده است.

با توجه به میانگین نتایج ارزیابی آلودگیهای میکروبی سطوح و وسایل فرآوری خاویاردان در دو صیدگاه الف و ب (جدول ۳)، مشاهده می‌شود که آب خود می‌تواند در تهیه خاویار یک منبع آلودگی بالقوه حتی از نظر کلیفورم باشد (صیدگاه ب). افراد خاویارساز نیز در بررسی آلودگی انگشتان علاوه‌بر آلودگیهای قارچی و کلیفورم (صیدگاه الف و ب) از نظر استافیلوکوک و کلستریدیوم پرفرینجنس (صیدگاه الف) نیز آلودگی نشان دادند. به‌علاوه جارو که به‌عنوان وسیله پاکسازی دانه‌های خاویار باقیمانده در غربال مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند یک منبع عمده آلوده‌سازی انواع میکروبها به هنگام پرکردن خاویار در قوطی محسوب شود به‌طوری که در هر دو صیدگاه بیش از $۱۰^{۴}$ باکتری SPC در هر میلی‌لیتر آب شستشو را از خود نشان می‌دهند و همچنین میزان آلودگی قارچی خصوصاً کلیفورم آن نیز بسیار قابل توجه است. علاوه‌بر این آلودگیهای استافیلوکوکی (استافیلوکوکوس آرئوس) و آنتروکوکی (صیدگاه الف) و آنتروکوکی و لیستریایی (لیستریا دنیتریفیکانس) نیز در این وسیله مشخص گردیده است. سطح کف کرپی صید نیز که محل تحویل ماهی خاویاری از قایقهای صید و شستشوی آن می‌باشد، مقادیر بالایی از آلودگیهای SPC، قارچ و کلیفورم را نشان می‌دهد.

جدول ۴ – مقایسه مقادیر میانگین و دامنه نتایج ۶ آزمایش شمارش میکروبی در خاویاردان قبل از عمل‌آوری، عمل‌آوری‌شده، نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه در سردخانه منهای ۳ درجه سانتیگراد در دو صیدگاه مختلف حوزه مازندران

صیدگاه	SPC_{37}		SPC_{25}		قارچ		کلیفورم		استافیلوکوک		آنتروکوک	
	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه	میانگین	دامنه
خاویار خام												
الف	۳×۱۰^{۱}	۱×۱۰^{۱}-۶×۱۰^{۱}	$۱/۵\times۱۰^{۱}$	۰-۶×۱۰^{۱}	۰	۰-۰	۰	۰-۰	۰	۰-۰	۰	۰-۰
ب	۴×۱۰^{۱}	۰-۱×۱۰^{۲}	$۳/۸\times۱۰^{۱}$	۱×۱۰^{۱}-۱×۱۰^{۲}	۵×۱۰^{۱}	۰-۱×۱۰^{۲}	۰	۰-۰	۰	۰-۰	۸	۰-۳×۱۰^{۱}
خاویار عمل‌آوری‌شده (قوطی)												
الف	$۹/۳\times۱۰^{۲}$	۳×۱۰^{۱}-$۲/۷\times۱۰^{۳}$	$۳/۱\times۱۰^{۲}$	۵×۱۰^{۱}-۱×۱۰^{۳}	۳×۱۰^{۲}	۱×۱۰^{۱}-۱×۱۰^{۳}	۰	۰-۰	۲	۰-۷	۰	۰-۰
ب	$۹/۲\times۱۰^{۱}$	۱×۱۰^{۱}-۳×۱۰^{۲}	$۲/۷\times۱۰^{۲}$	۱×۱۰^{۲}-۵×۱۰^{۲}	$۲/۳\times۱۰^{۲}$	۰-۹×۱۰^{۲}	۰	۰-۰	۰	۰-۰	۰	۰-۰
خاویار عمل‌آوری و نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه												
الف	$۱/۲\times۱۰^{۵}$	۸×۱۰^{۳}-$۴/۲\times۱۰^{۵}$	$۸/۶\times۱۰^{۳}$	$۱/۵\times۱۰^{۴}$-۵×۱۰^{۴}	۵×۱۰^{۳}	۴×۱۰^{۳}-۷×۱۰^{۳}	۱×۱۰^{۱}	۰-$۳/۵\times۱۰^{۱}$	$۱/۵\times۱۰^{۲}$	۰-۶×۱۰^{۲}	۰	۰-۰
ب	$۳/۶\times۱۰^{۴}$	۱×۱۰^{۴}-۶×۱۰^{۴}	$۴/۶\times۱۰^{۴}$	$۲/۲\times۱۰^{۴}$-$۶/۸\times۱۰^{۴}$	$۶/۳\times۱۰^{۳}$	$۵/۵\times۱۰^{۳}$-۷×۱۰^{۳}	$۱/۴\times۱۰^{۱}$	۰-$۵/۵\times۱۰^{۱}$	۰	۰-۰	۰	۰-۰

گرچه قضاوت بهداشتی در کشت سطوح مشکل و بسته به نوع کارخانه عمل‌آوری مواد غذایی متفاوت می‌باشد و استاندارد مشخصی برای آن موجود نیست ولی با توجه به اینکه خاویاردان یک ماده غذایی کنسروی خام می‌باشد بایستی حداکثر شرایط ضدعفونی در محیط عمل‌آوری آن مورد توجه قرار داده شود و اصولاً طبق نظر محققین بهداشت مواد غذایی ارقام میکروبی بالای ۳۰۰ باکتری هوازی در هر اینچ مربع (۶/۵ سانتیمتر مربع) سطوح در کارخانه‌های مواد غذایی در موقع کار قابل قبول نمی‌باشد، خصوصاً اگر شامل میکروبهایی مثل کلیفورم، استافیلوکوک، کلستریدیوم پرفرینجنس، آنتروکوک و لیستریا نیز در سطوح حساس عمل‌آوری مشاهده شود و این در حالی است که میزان آلودگیهای بررسی‌شده در این تحقیق همگی در هر میلی‌لیتر (از آب شستشوی سطوح) و یا هر سانتیمتر مربع (از سواب‌برداری سطوح) تعیین گردیده است.

با توجه به نتایج جدول ۴ که بیانگر مقادیر میانگین و دامنه نتایج ۶ آزمایش شمارش میکروبی خاویاردان را در سه مرحله خام، عمل‌آوری‌شده و نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد در دو صیدگاه می‌باشد، در مرحله خام نتایج شمارش کل میکروبی بیش از یکصد باکتری نبوده که نشان‌دهنده بار میکروبی بسیار پایین ($۱۰^{۲}$/g تا ۰) خاویار خام (در مرحله خروج از تخمدان) می‌باشد، به‌جز صیدگاه ب که از نظر آنتروکوک نیز مثبت بوده است احتمالاً این آلودگی در ضمن خروج خاویار از تخمدان اتفاق می‌افتد. به‌نظر می‌رسد که در طول عمل‌آوری تماس خاویار خام با سطوح و دست خاویارساز باعث افزایش آلودگیهای SPC قارچ تا حدود ۲-۱ لوگ می‌گردد ضمن اینکه افزایش آلودگی استافیلوکوکی نیز قابل انتظار است (صیدگاه الف، مرحله عمل‌آوری خاویار). با وجودی که نگهداری خاویار عمل‌آوری و قوطی‌شده و نسبتاً تخلیه شده از هوا (فشردن قوطی) در موقع پرکردن در سردخانه ۳- درجه سانتیگراد صورت می‌گیرد مشاهده می‌شود که پس از ۶ ماه نگهداری شمارش باکتریهای SPC حتی به بالای $۱۰^{۵}$ باکتری در هر گرم و قارچها نیز به بالای $۱۰^{۴}$ (افزایش ۲ لوگ دیگر) در گرم افزایش پیدا می‌کند و در ضمن آلودگیهای کلیفورم و استافیلوکوکی به آن اضافه می‌شود. به‌نظر می‌رسد با توجه به اثر ممانعت‌کننده رشد میکروبی در درجه حرارت پایین (۳- درجه سانتیگراد)، این نوع افزایش میکروبی می‌تواند بیشتر به‌علت فاصله زمانی Time/temperature در انتقال قوطیهای خاویار عمل‌آوری‌شده به سردخانه ۳- درجه سانتیگراد اتفاق افتد زیرا این فاصله زمان گاهی تا ۳۰ ساعت در شرایط حرارت اطاق یا یخچالی بالغ می‌شود (با عنایت به شرایط موجود عمل‌آوری) بدیهی است این فاصله زمانی و شرایط حرارتی وضعیت مناسبی را برای رشد میکروبها به‌وجود می‌آورد. اضافه‌شدن آلودگیهای کلیفورمی و استافیلوکوکی احتمالاً به آلودگی پس از نمونه‌برداری از خاویار عمل‌آوری‌شده و مخصوصاً برای تعیین رقم آن که قوطیها دوباره باز و رقم‌بندی می‌شوند، مربوط می‌گردد. به‌طور کلی تفاوت عمده‌ای در آلودگیهای دو صیدگاه مختلف به چشم نمی‌خورد با این حال در صیدگاه الف آلودگی نسبتاً بیشتر است. گرچه منابع موثقی از نظر استاندارد میکروبی خاویاردان در دسترس نیست ولی فساد میکروبی خاویار در تعیین بار میکروبی هوازی آن (SPC) برای خاویاردان با کیفیت بالاکمتر از ۵۰ در هر گرم تعیین شده و تعداد بین $۱۰^{۴}$ تا $۱۰^{۶}$ در هر گرم دلیل بر پایین‌بودن کیفیت آن می‌باشد (۱۹) و به‌نظر می‌رسد در پایان ۶ ماه نگهداری میزان بار میکروبی خاویار تولیدشده به حداکثر آن از نظر مقبولیت نزدیک می‌شود ($۱۰^{۵}$/g<) و این مسئله با وجود آلودگی قارچی بالا و مواردی از آلودگی ولو کم کلیفورمی و استافیلوکوکی جدی‌تر می‌شود.

جدول ۵ – فلور میکروبی غالب شناسایی‌شده در مراحل مختلف تهیه خاویاردان، سطوح و وسایل فرآوری آن در کشتهای میکروبی انجام‌شده در دو صیدگاه حوزه مازندران

مراحل مختلف	میکروب جداشده از کشتهای SPC قارچ و کلیفورم	میکروب جدا شده از کشتهای اختصاصی[1]
خاویار قبل از عمل‌آوری	میکروکوکوس موراکسلا	کلستریدیوم پرفرینجنس آنتروکوکوس لیستریا دنیتریفیکانس
خاویار عمل‌آوری‌شده	پزودوموناس سیتروباکتر پرویدنسیا	استافیلوکوکوس آرئوس
خاویار نگهداری‌شده به‌مدت ۶ ماه	پزودوموناس میکروکوکوس باسیلوس ویبریو فلوویالیس مخمر (تورولوپسیس) کلیفورم	استافیلوکوکوس آرئوس کلستریدیوم پرفرینجنس
سطوح و وسایل فرآوری خاویار	پزودوموناس موراکسلا کلبسیلا مورگانلا مورگانی کلیفورم میکروکوکوس باسیلوس	استافیلوکوکوس آرئوس آنتروکوکوس کلستریدیوم پرفرینجنس لیستریا دنیتریفیکانس

۱) سالمونلا، پلزیوموناس و کلستریدیوم بوتولینوم جداسازی نگردید.

با توجه به نتایج جدول ۵ وجود فلور غالب میکروبی گروه آنتروباکتریاسه (سیتروباکتر، پرویدنسیا، کلبسیلا، سرشیا مارسه‌سنس و مورگانلا مورگانی) گروه پزودوموناداسه و سرمادوستها (پزودوموناس و موراکسلا) گروه ویبریوناسه (ویبریوفلوویالیس) و گروه مخمرها (تورولوپسیس) و جنسهای آنتروکوکوس و لیستریا (گونه لیستریا دنیتریفیکانس) و گروه باکتریهای اسپوردار (باسیلوس و کلستریدیوم) در مراحل مختلف تهیه خاویاردان و سطوح و وسایل فرآوری غیرقابل انکار است.

در تأیید نتایج این بررسی Basby و همکاران (۱۹۹۸) در گزارش خود عوامل فساد میکروبی خاویار نمک سودشده، تهیه شده از ماهی نوع Lumpfish را که حاوی ۳/۵ تا ۵ درصد نمک (بدون نگهدارنده) بود از گروه باکتریهای آنتروباکتریاسه، باکتریهای لاکتیک و ویبریوها اعلام نمودند. در بررسی دیگری Marsilla و همکاران (۱۹۸۷) یکی از آلودگیهای مهم تخم ماهی نمک سودشده را در بین ۲۶۱ نمونه آزمایش‌شده، کلستریدیوم پرفرینجنس گزارش نموده است (۱۵ و ۳).

در بررسی حاضر علاوه‌بر چهار گروه میکروب فوق میکروبهای گروه میکروکوکاسه، پزدوموناداسه و لیستریا نیز جزء آلوده‌کننده‌ها می‌باشد. همچنین حضور مخمر از جنس تورولوپسیس به‌عنوان فلور غالب قارچی که عامل فساد خاویاردان گزارش شده است، از یافته‌های دیگر این بررسی است. این مخمر قادر به رشد در شرایط غلظت نمکی بالا (تا ۲۰ درصد) و سرمای نقطه انجماد می‌باشد (۱۹). به‌نظر می‌رسد اکثریت میکروبهای جداشده به جز پزودوموناس و موراکسلاکه هوازی اجباری هستند بتوانند در شرایط اکسیژن کم قوطی خاویار (خلاء ملایم) رشد نموده و باعث افزایش میکروبهای خاویار و فساد آن شوند خصوصاً اینکه بعضی از گونه‌های آنتروباکتریاسه‌ها و اسپورداران و همچنین لیستریا قادر به رشد در شرایط سرما نیز می‌باشند (۱) و لذا شرایط اکسیژن کم موجود در قوطیهای خاویار و نیز سرمای غیر مؤثر (بالای صفر یا حرارت اطاق) نمی‌تواند مانع رشد آنها به هنگام وجود آلودگی گردد. ضمناً عدم جداسازی بعضی از باکتریها خصوصاً کلستریدیوم بوتولینوم که در مواد غذایی کنسروی با اسیدیته کم (pH>۴/۶) از اهمیت بهداشتی خاصی برخوردار می‌باشد و مواردی از بروز مسمومیت بوتولیسم در انواع فرآورده‌های تخم ماهی نمک سودشده گزارش شده است (۱۸، ۱۷، ۱۱، ۸، ۵)، دلیل بر نفی وجود آنها از محیط عمل‌آوری خاویار نمی‌باشد و همیشه باید در تهیه مواد غذایی کنسروی با اسید کم احتمال وجود و پتانسیل توکسین‌زایی آنها را در نظر داشت.

با توجه به آلودگیهای میکروبی شناسایی‌شده از خاویار و امکان بروز آلودگیهای مختلف از محیط عمل‌آوری با وجود استفاده از مواد نگهدارنده (نتایج این مطالعه و Brumer و همکاران، ۱۹۹۵) و امکان بروز فساد میکروبی زودهنگام در خاویار بدون ماده نگهدارنده با 10^8 باکتری هوازی در گرم خاویار تهیه‌شده از آزاد ماهی، قزل‌آلا و ماهی سفید حاوی ۴ تا ۵ درصد نمک (۱۴ و ۴)، به‌نظر می‌رسد علاوه‌بر نیاز مبرم به تأمین شرایط صحیح بویژه از نقطه نظر فاکتورهای زمانی و حرارتی (Time/temperature condition) و اجتناب از قرارگرفتن خاویار در شرایط غلط از نظر زمان و حرارت محیط، بایستی از مواد نگهدارنده مناسب و مجاز همراه با رعایت اصول صحیح بهداشتی در تهیه و نگهداری این فرآورده غذایی سریع‌الفساد استفاده شود. زیرا در مدتهای طولانی نگهداری، امکان فساد میکروبی و شیمیایی خاویار زیاد است و با توجه به پیشنهاد سال ۱۹۷۹ کمیته استاندارد اتحاد شوروی سابق حداکثر زمان نگهداری خاویاردان بدون ماده نگهدارنده، ۲/۵ ماه در دمای بین صفر و ۳°C- می‌باشد (۲۱ و ۲۰). تنوع آلودگیهای میکروبی و pH نزدیک خنثی خاویار (میانگین ۵/۳۵ تا ۶/۲ در خاویار عمل‌آوری و نگهداری‌شده) در انتخاب این نگهدارنده مجاز دخیل خواهد بود. به‌طور کلی نتایج این مطالعه بیانگر وضعیت خوب میکروبی در اغلب موارد بررسی شده از خاویار و محیط فرآوری آن می‌باشد ولی در بعضی موارد انجام اقدامات بهداشتی فوری برای ارتقا کیفیت میکروبی خاویار و محیط فرآوری آن ضروری می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی و آزمایشگاهی و پرسنل تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات شیلاتی ایران (مازندران) و حمایت پژوهشی دانشگاه تهران (دانشکده دامپزشکی) به انجام رسیده و بدین‌ترتیب از حمایتهای بیدریغ آنها خصوصاً جناب آقای دکتر سهراب رضوانی ریاست محترم مؤسسه تحقیقاتی شیلات ایران قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. رضویلر، و. میکروبهای بیماریزا در مواد غذایی و اپیدمیولوژی مسمومیتهای غذایی. انتشارات دانشگاه تهران، (۱۳۷۸).

2. Barthelemy, M., Arzauyan, C. and Estieme, J. Determination of Boric acid in caviar by HPLC. Annales-des-falsifications, de-1, Expertise-chemique-et-Toxicologique- 86: 275-282, (1993).
3. Basby, M., Jeppesen, V.F. and Huss, H.H. Spoilage of lightly salted Lumpfish (cyclopterus lumpus) roe at 5 degree C. J. of Aquatic Food Product Technology. 7: 23-34, (1998).
4. Brunner, B., Marx, H. and Stolle, A. Compositional and hygienic aspects of commercial caviar. Archiv-fuer-Lebensmittel hygiene. 46: 80-85, (1995).
5. Dolman, C.E. and Iida, H. Type E botulism: its epidemiology, prevention and specific treatment. Can. J. Publ. Health. 54: 293-308, (1963).
6. Flick, C.J. and Hackney, C.R. HACCP training for seafood processors. J. of Food Prot. 58: 61, (1995).
7. Frazeier, W.C. and Westhoff, D.C. Food Microbiology. Mc Graw-Hill Book Company, New York, (1988).
8. Fukuda, T., Kitao, T., Tanikawa, H. and Sakaguchi, G. An Outbreak of type B botulism occuring in Miyazaki prefecture. Japan. J. Med. Sci. Biol. 23: 243-248, (1970).
9. Haby, M.G., Rippen, T.E., Coale, C.W., Miget, R.J. and Sutton, H.C. Status of seafood quality and Safety management systems in retail seafood departments. 1996 IFT annual meeting: Book of abstracts. P: 148, (1996).
10. Harrigan, W.F. and Mc Cance, M.E. Laboratory Methods in food and Dairy microbiology. Academic Press, London, (1990).
11. Health and Walfare Canada. Botulism in Canada-Sammary for 1976. Can. Dis. weekly Rep. 3: 46-47, (1997).
12. Huss, H.H. Development and use of the HACCP concept in fish proessing. Int. J. of Food Microbiol. 15: 33-44, (1992).
13. Jay, J.M. Modern Food Microbiology (5th ed.). The AVI Publishing. Co., Westport, Connecticut, (1996).
14. Jokinen, M., Martensson, B., Sahlman, M. and Malmheden, I. Many bacteria in fish roe. Var-Foeda. 44: 209-212, (1992).
15. Marsilla-del-Pascual, B.A., Munoz-Sanchez, S., Guillin-Marco, A. and Martinez-del-Olmo, A. Study of hygiene in the salt fish and dried saltfish product industries in the Murcia region of spain. Alimentaria. 41:43-46, (1987).
16. Melanson, J. The Canadian experience with seafood

inspection-fish inspectiom in Canada. J. of the Associafion of Food and Drug Officials. 59: 49-57, (1995).

17. Pourtaghva, M., Machoun, A., Fatollah-Zadeh, A., khodadoust, H., Farzam, Z. and Farhangui. Le botulisme en Iran. Med .Malad. Infect. 5: 536-539, (1975).

18. Sebald, M. Sur le botulisme en France de 1956 a 1970. Bull. Acad. Nat. Med. 154: 703-707, (1970).

19. Stemin, V. and Dore, I. CAVIAR. Cultra, Moscow, Russia, (1993).

20. USSR Gosudarstvennyi Komitet SSSR Po Standartam. Canned sturgeon caviar. Technical requirements. Soviet-Standard, GOST, 7442-79, (1979).

21. Ushakova, R.F. Microbiological study of manufacture of pasteurized grainy caviar Trudy- Vsesoyuznogo- Nauchno-Issledovatel. 101: 196-203, 244, (1974).

22. Vanderzant, C. and Splittstoesser, D.F. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association. Washington, D.C, (1992).

23. WHO. Safe and sanitary processing of seafood-United State of America. WHO, Geneva, Switzerland, 47: 203, (1996).

Study of microbial hazard analysis of Persian granular caviar during processing, storage and the processing environment in Mazandaran region

Razavilar, V.[1], Shodjai, A.H.[2], Safari, R.[2], Salmani, A.[2], Rostami, H.[2]

[1]*Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Tehran University, Tehran-Iran.* [2]*Fishery Research Institute of Mazandaran, Sary-Iran.*

Iranian granular Sturgeon caviar and its processing environment were analysed for 12 microbial examinations in 2 Sturgeon fish catching stations of Mazandaran area. Totally 72 samples (in duplicate) of caviar in3 stages including (1) raw ,(2)processed and(3) cold stored caviar for 6 months at -3° C, and 8 samples of processing environment (in 14 items) were analysed. The species of Sturgeon fish were belonged to Beluga, Sevruga and Osetra. Combination of 1920 microbial examinations (3×8×2×12=576 for caviar and 14×8×12=1344 for environment) were done for this study. The cultures also were examined for determination of the dominant microflora. The 12 microbial examinations were including of two SPC (at 37° and 25° C) fungi, coliforms, *Staphylococci, Enterococci* (for microbial count), *Salmonella, Plesiomonas, Vibrio, C. botulinum, C. perfringens* and *Listeria* (for detection). The 14 items of environmental samples were including of 2 water, 2 personel fingers and 2 air samples with caviar can, herbal brush of caviar screen, caviar screen, fish cutting knife, caviar- skimmer, fish cutting table, caviar processing table and caught fish bridge. The number of SPC and fungi (per gram) for the raw caviar was 0 to 10^2 with zero coliforms count. There was 1-2 logs increase in numbers of SPC and fungi in processed caviar and 2 more logs increase in numbers of fungi and SPC with 0 to 5.5×10^1 coliforms in cold stored caviar after 6 months of storage at-3°C. Among 14 items of processing environment analysed for microbial examinations, air samples showed the lowest (<1 SPC/cm^2/min), and the caught fish bridge (>10^4 SPC/cm^2) with the herbal brush of caviar screen (>10^4 SPC/ml of rinse test), showed the highest contamination. The dominant microbial flora obtained from caviar and its processing environment also were identified. Although there are no accepted limits for SPC, fungi, coliforms and other microbial counts in caviar and in its environmental samples, our results indicated a good microbial condition in most cases, but in some cases there is an urgent need for more hygienic activities to inprove the microbial quality of caviar and its processing environment. The impact of these findings to improve HACCP plan and formulation of caviar has been discussed.

Key words: Sturgeon caviar, Fish roe, Microbial analysis, HACCP, Food and environmental health.