

## تضمین کیفیت و ایمنی در فرآوری آبزیان

سیدولی حسینی

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

hosseinisv@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۱

تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۱۲

## چکیده

به دلیل خواص ارزشمند تغذیه‌ای آبزیان، مصرف آن‌ها در سالهای اخیر شدت یافته است، به طوری که امروزه، پروتئین حاصل از آبزیان سهم بسزایی در تأمین پروتئین جانوری مورد نیاز بسیاری از مناطق جهان ایفاء می‌کند. از این‌رو تلاش‌های زیادی می‌شود تا با فرآوری آن‌ها به محصولات متنوع، میزان مصرفشان در بین مردم افزایش یابد. اما مشکل عمده در خصوص آبزیان و فرآورده‌های حاصل از آن، سرعت بالای فساد و نزول کیفیت می‌باشد و در صورت فراهم نشدن شرایط نگهداری مطلوب، به آسانی فاسد شده و قابلیت خوراکی خود را از دست می‌دهند. نظر به حجم بالای آبزیانی که به صورت فرآوری شده عرضه می‌شوند، ضرورت دارد که جهت تضمین کیفیت محصول تولیدی، کلیه عملیات قبل و بعد از صید با حداکثر دقت انجام شود تا آبی مورد استفاده، با حداقل تغییرات وارد مراحل فرآوری گردد. مقاله وروری حاضر سعی دارد چالش‌های اساسی پیرامون این موضوع را بررسی نماید.

واژگان کلیدی: ماهی، کنترل کیفیت، فرآورده‌های شیلاتی، ارزیابی کیفیت.

متحمل دستکاری‌های متعددی طی مراحل مختلف (دستکاری در عرشه شناور صیادی، حمل‌ونقل، نگهداری در سردخانه، آماده‌سازی اولیه و غیره) می‌شوند که در صورت عدم توجه به هر یک از این مراحل، کیفیت آن نزول پیدا کرده و محصول تولیدی مطلوب مصرف‌کننده نخواهد بود (Namulema *et al.*, 1999). از این‌رو نظر به افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان به جنبه‌های تغذیه‌ای ارزشمند آبزیان و رغبت آن‌ها به استفاده از چنین محصولاتی، ضرورت بهبود روش‌های حفظ کیفیت آن‌ها از لحظه صید تا تبدیل شدن به فرآورده، دو چندان شده است. از این‌روست که تحقیقات گسترده‌ای در خصوص بررسی عوامل دخیل در بروز فساد و راه‌های جلوگیری از آن در جریان است (Medina *et al.*, 2009).

اصولاً فساد شدن ماهیان تازه به دلیل عملکرد میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری (و یا متابولیت‌های آن‌ها) و همچنین فعالیت‌های بیوشیمیایی کنترل نشده پس از مرگ می‌باشد. بنابراین از بین بردن و یا غیرفعال کردن باکتری‌ها و آنزیم‌ها، موجب افزایش ماندگاری آبزیان مورد استفاده و تضمین ایمنی و سلامتی آن برای مصرف‌کننده می‌شود. در واقع

به دلیل خواص ارزشمند تغذیه‌ای خاصی که در آبزیان وجود دارد، مصرف آن‌ها در سال‌های اخیر شدت یافته است. به طوری که امروزه، پروتئین حاصل از آبزیان خوراکی، سهم به‌سزایی در تأمین پروتئین جانوری مورد نیاز بسیاری از مناطق جهان را دارد. بر طبق آمار سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد، از کل آبزیانی که امروزه برای تغذیه انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، حدود ۴۰ درصد آن به صورت تازه و سهمی در حدود ۴۵ درصد آن به صورت فرآوری شده (در اشکالی مانند منجمد، نمک-سود، کنسرو شده، ...) به مصرف می‌رسند. نظر به حجم بالای آبزیانی که به صورت فرآوری شده عرضه می‌شوند، ضرورت دارد که جهت تضمین کیفیت محصول تولیدی، کلیه عملیات قبل و بعد از صید با حداکثر دقت انجام شود تا آبی مورد استفاده، با حداقل تغییرات وارد مراحل فرآوری گردد. به طور کلی، آبزیان صید شده پیش از ورود به مرحله اصلی فرآوری و تبدیل شدن به فرآورده‌ی مورد نظر،

متن حاضر با الگوگیری از فصل اول کتاب زیر نگارش یافته است:

Seafood Processing: Technology, Quality and Safety (Edited by Ioannis S. Bozariis; Publisher: Wiley Blackwell, 2014)

های یونیزه‌کننده و همچنین استفاده از تکنولوژی فشار بالای هیدرواستاتیکی نیز امروزه جای پای محکمی در صنایع فرآوری آبزیان پیدا کرده‌اند. البته در کنار روش‌های فوق، نباید روش‌های سنتی مورد استفاده در صنایع فرآوری آبزیان را از یاد برد که علیرغم قدیمی بودن، از اصول علمی محکمی برخوردار بوده و هنوز در بسیاری از نقاط جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند، که از جمله آن‌ها می‌توان به دودی کردن اشاره نمود.

**فساد در آبزیان:** امروزه به خوبی اثبات شده است که آبزیان در مقایسه با سایر منابع پروتئینی جانوری خوراکی (از قبیل دام‌های کشتاری و ماکیان)، از سرعت فسادپذیری نسبتاً بالاتری برخوردار هستند. بروز چنین خصوصیتی در آبزیان به وجود مکانیسم‌های متعدد ایجاد کننده فساد در آن‌ها نسبت داده شده است. در واقع به دلیل وجود چنین تنوعی از عوامل ایجاد کننده فساد در آبزیان است که ضرورت دارد کلیه عملیات قبل و به ویژه پس از صید با دقت خاصی صورت گیرد تا ماده اولیه سالمی برای تولید فرآورده ارائه شود. اصولاً فساد در آبزیان می‌تواند توسط عواملی مانند فعالیت‌های متابولیکی میکروارگانیسم‌های موجود در دستگاه گوارش ماهی و همچنین محیطی که آبی در آن زندگی می‌کند، فعالیت آنزیم‌های موجود در آبی (در مراحل اولیه پس از مرگ ماهی عمل آنزیم‌های داخلی آن که به اتولیز یا خودهضمی تعبیر می‌شود و یکی از عوامل مهم کاهنده کیفیت تلقی می‌شود (Hosseini et al., 2013a)). البته در سخت پوستان عملکرد آنزیم‌های آن پس از صید، به عارضه قهوه‌ای شدن آنزیمی (Enzymatic browning) منجر می‌شود و همچنین توسط عوامل شیمیایی ناشی از برخی از رخدادهای فیزیوشیمیایی (مانند اکسیداسیون چربی) ایجاد شود (Ashie et al., 1996; Gram and Huss, 1996).

تحقیقات نشان داده است که در آبزیان به واسطه وجود شرایط مطلوب برای رشد و ازدیاد میکروارگانیسم‌ها، آن‌ها به مهمترین عامل ایجاد کننده فساد در آبزیان معرفی شده‌اند. محققین علت را به وجود مقادیر بالای ترکیبات ازته غیرپروتئینی و همچنین پایین بودن نسبی میزان pH (گوشت ماهی جزء مواد غذایی کم اسید محسوب شده و pH آن

"فرآوری آبزیان"، ضمن آن که می‌تواند به ایجاد فرآورده‌ای جدید منجر شود، موجب حفظ ماده غذایی در مقابل عوامل فساد و افزایش قابلیت ماندگاری آن نیز می‌شود. تقریباً همه روش‌هایی که در علوم مرتبط با صنایع غذایی برای فرآوری انواع مختلف مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در صنایع فرآوری آبزیان نیز قابل استفاده می‌باشند. از بین روش‌های مختلفی که برای حفاظت و نگهداری آبزیان خوراکی در مقابل عوامل فساد مورد استفاده قرار می‌گیرند، روش‌های مبتنی بر حرارت‌گیری، از مهمترین و پرکاربردترین آن‌ها می‌باشد. از جمله این روش‌ها می‌توان به سردسازی (Chilling)، استفاده از شرایط دمایی موسوم به فوق سرما (Super-chilling) و همچنین انجماد (Freezing) نام برد. در واقع یکی از مهمترین و در عین حال اساسی‌ترین استراتژی‌ها که تا حد زیادی در دنیا به منظور حفظ خصوصیات اصلی تغذیه‌ای و همچنین خواص حسی ماهیان صید شده مورد پذیرش قرار گرفته است، کاهش سریع دما و نگهداری در شرایط سرد می‌باشد (Ozogul et al., 2017; Durmus et al., 2020). با وجود قابلیت‌های خاصی که تکنیک سردسازی برای حفظ کیفیت و همچنین جنبه‌های تغذیه‌ای ماهی دارد، اما این تکنیک به تنهایی چندان شانس برای موفقیت ندارد و باید با تکنیک‌های کمکی دیگری همراه گردد تا بتواند خصوصیات تغذیه‌ای ماهی را تا حد ممکن حفظ نموده و موجبات بهره‌مندی حداکثری را از این ماده غذایی فراسودمند، فراهم نماید.

پیشرفت بشر در تکنولوژی‌های مرتبط با بسته‌بندی آبزیان (نظیر بسته‌بندی در شرایط اتمسفر تغییر یافته و حتی بسته‌بندی در خلاء) و تلفیق آن با تکنیک سردسازی، موجب شده است که محصول تا حد ممکن به صورت تازه به دست مصرف‌کننده برسد و ضمن حفظ کیفیت محصول، مدت ماندگاری آن را نیز افزایش داده است. از طرف، روش‌های مبتنی بر حرارت‌دهی (از قبیل کنسرو کردن، و غیره) نیز با غیرفعال کردن باکتریهای بیماری‌زا و همچنین میکروارگانیسم‌های ایجاد کننده فساد در آبی، موجب پایداری فرآورده و ایمنی در خصوص مصرف آن‌ها می‌شود. علاوه بر دو تکنیک اصلی فوق، روش‌های غیرحرارتی فرآوری نظیر پرتودهی و استفاده از اشعه-

آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین (پروتئازها) مرتبط می‌باشد. گذشته از این، آنزیم‌ها مسئول تغییر رنگ در ماهی نیز هستند.

در سخت‌پوستان، بعد از اثرات ناشی از رشد میکروب‌ها، قهوه‌ای شدن آنزیمی یکی از مهمترین عوامل کاهنده کیفیت و پذیرش آن‌ها توسط مصرف کننده است (Ashie et al., 1996; Bozaris et al., 2011). قهوه‌ای شدن پوسته سخت‌پوستان به خاطر عمل آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز روی اسید امینه تیروزین و مشتقاتش مانند تیرامین است (Martinez-Alvarez et al., 2007). با محدود کردن و یا غیرفعال کردن آنزیم مذکور (از طریق حرارت دادن و یا استفاده از افزودنی‌ها) و همچنین کاهش یا حذف اکسیژن از محیط بسته (بسته‌بندی در خلاء)، می‌توان از نزول رنگ اولیه در پوسته سخت‌پوستان جلوگیری نمود. اکسیداسیون شیمیایی چربی که به تندی اکسیداتیو (Oxidative rancidity) معروف است، یکی دیگر از مکانیسم‌های اصلی فساد در ماهیان، به ویژه در ماهیان چرب است. برای توسعه چنین نوع فساد، وجود اکسیژن در محیط ضروری است. بنابراین با کاهش و یا حذف اکسیژن از محیط بسته، می‌توان با این مشکل مقابله کرد (Ashie et al., 1996).

همه مکانیسم‌های فساد که در بالا بیان شد تقریباً به طور همزمان در بروز فساد در آبزی دخالت دارند، اما در آبزیانی که به صورت تازه عرضه می‌شوند (یعنی در شرایط سرد و غیرانجماد) و یا در آن‌هایی که عملیات حفاظتی کمی بر روی آن‌ها اعمال شده است، تأثیر میکروارگانیسم‌ها بیش از سایرین بوده و در واقع از مهمترین آن‌ها است. اما در فرآورده‌هایی که رشد و ازدیاد جمعیت میکروبی توسط عوامل محدودکننده رشدشان متوقف شده است، عوامل ایجاد کننده فساد غیرمیکروبی (منظور عوامل شیمیایی فساد) نقش اصلی را در نزول کیفیت فرآورده بر عهده دارند.

**مخاطرات ناشی از مصرف آبزیان:** آبزیان مورد استفاده در رژیم غذایی انسان‌ها ممکن است حاوی انواع مختلفی از مخاطرات مانند مخاطرات شیمیایی و میکروبی و همچنین سموم دریایی باشند. باکتری‌های بیماری‌زای مختلفی در محیط‌های آبی وجود دارند

اندکی بالای شش است) در آبزیان مرتبط دانسته‌اند. با رشد و فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم‌های دخیل در فساد، بویژه ارگانیسم‌های اختصاصی عامل فساد (Specific spoilage organisms (SSOs))، متابولیت‌هایی تولید می‌شوند که با تأثیر بر خصوصیات ارگانولپتیکی محصول بر پذیرش آن توسط مصرف‌کنندگان تأثیر منفی می‌گذارند (Ashie et al., 1996; Gram and Huss, 1996). باید دانست که در ابتدا ارگانیسم‌های اختصاصی عامل فساد ممکن است سهم کوچکی از جمعیت میکروبی (داخلی یا خارجی) آبی را تشکیل دهند، اما رفته رفته و با گذشت زمان تکثیر یافته و جمعیت آن‌ها فزونی می‌یابد. به طوری که پس از مدتی تعداد آن‌ها بسیار زیاد می‌گردد. این گروه دارای پتانسیل و فعالیت فساد (Spoilage potential؛ توانایی کیفی در تولید ترکیبات بد بو و Spoilage activity؛ توانایی کمی در تولید متابولیت‌ها) قابل ملاحظه‌ای می‌باشند. بنابراین با محدود کردن زمینه‌های رشد و تزیاد آن‌ها، می‌توان مدت ماندگاری محصولات شیلاتی را افزایش داد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در ماهیان دریایی و سخت‌پوستان بسته‌بندی شده در خلاء و نگهداری شده در شرایط سرد، باکتری‌های متعلق به جنس‌های *Shewanella* و *Pseudomonas* از مهمترین میکروارگانیسم عامل ایجاد کننده فساد هستند در حالی که *Brochothrix*، *Photobacterium phosphoreum* و *thermosphacta* و باکتری‌های تولید کننده اسید لاکتیک عمده‌تاً در فساد نمونه‌هایی دخالت دارند که در شرایط سرد اما با اتمسفر تغییر یافته بسته‌بندی شده بودند (Gram and Huss, 1996; Delgard, 2000).

بلافاصله پس از مرگ ماهی و در اثر عملکرد آنزیم‌های داخلی آن، که به فساد خودهضمی تعبیر می‌شود، ترکیبات نامطلوبی در ماهی تولید می‌شود که پیامد آن کاهش در طعم و مزه مختص ماهی تازه و همچنین ایجاد حالت نرم‌شدگی در گوشت آن می‌باشد (Huss, 1995; Ashie et al., 1996). در چنین مرحله‌ای از فساد، مهمترین تغییرات در ابتدا به تجزیه آنزیمی آدنوزین تری فسفات (ATP) و تولید ترکیبات وابسته به آن و سپس به عملکرد

پختن مصرف می‌شوند، (۳) آن دسته از آبزیانی که که عملیات حفاظتی کمی بر روی آنها بکار رفته است (مثلاً در مجاورت با آب نمک کمتر از ۶ درصد و pH بالاتر از ۵)، (۴) آبزیانی که به طور ملایم حرارت دیده‌اند مثل آبزیان دودی شده (در اینجا منظور دودی گرم) و یا پاستوریزه شده، (۵) فرآورده‌هایی که با حرارت عمل‌آوری شده‌اند و (۶) شامل فرآورده‌های خشک شده، خشک شده همراه با نمک سود کردن و یا خشک شده همراه با دودی شده اشاره نمود که کمترین خطر را دارند.

**چگونه می‌توان کیفیت مطلوب را از مواد خام گرفت:** کلیه فعالیت‌هایی که قبل، حین و پس از صید بر ماهی وارد می‌شود، می‌تواند بر کیفیت آن تأثیر بگذارد. در ماهیان، برخی از تغییرات بیوشیمیایی بلافاصله پس از مرگ آن‌ها شروع می‌شود که مهمترین آن‌ها بروز پدیده جمود نعشی است. در جمود نعشی، عضلات ماهی از حالت نرمی و انعطاف‌پذیری مخصوص ماهی تازه صید شده خارج شده و به تدریج سفت و سخت می‌شود اما پس از اتمام آن، دوباره نرم می‌شود با این تفاوت که عضلات ماهی دیگر مانند دوره قبل از جمود، حالت الاستیک و انعطاف‌پذیری را نخواهد داشت. آگاهی از زمان شروع و اتمام جمود نعشی برای فعالیت‌های مرتبط با فرآوری آبزیان بسیار مهم است. به عنوان مثال اگر زمانی که ماهی هنوز در مرحله جمود خود است، فیله شود، احتمال بروز حالت شکاف‌دار شدن در فیله‌های استحصالی وجود خواهد داشت، ضمن آن که بازدهی عمل کاهش یافته و فیله کمتری به دست می‌آید. از طرفی دیگر، اگر قبل از شروع جمود نعشی از ماهی فیله گرفته شود، محصولی بهتر به دست خواهد آمد (Huss, 1995).

عوامل متعددی در شروع و مدت زمان قرار داشتن ماهی در وضعیت جمود نعشی دخالت دارند که از عمده‌ترین آن‌ها می‌توان به اندازه ماهی، دمای محیط و شرایط فیزیکی ماهی مانند استرس اشاره نمود. برای مثال زمانی که ماهی در شرایط بی‌غذایی باشد و یا این که ماهی تحت استرس باشد، ذخیره گلیکوژنی ماهی کاهش و حتی ممکن است تهی گردد. در چنین وضعیتی، جمود نعشی بلافاصله پس از مرگ ماهی شروع و خیلی زود نیز تمام خواهد شد.

که می‌توانند ماهی را آلوده کنند. برخی از این باکتری‌های بیماری‌زا (مانند *Clostridium*، *Vibrio*، *Botulinium* و *Aeromonas hydrophilla*) به طور طبیعی در آب زیست می‌کنند ولی برخی دیگر (نظیر *Escherichia coli* و *Salmonella spp.*) ممکن است در اثر ورود آلاینده‌ها به محیط‌های آبی به ماهیان وارد شده و بدین طریق به مصرف‌کننده انسانی برسند. اما همیشه گروه‌هایی از باکتری‌های بیماری‌زا هستند که ممکن است در ماهی یا فرآورده‌های آن یافت شوند که منشاء آبی نداشته بلکه در طی مراحل پس از صید و دستکاری‌های متعاقب آن به ماهی یا فرآورده حاصل از آن وارد شوند. در واقع این دسته از میکروب‌ها به عنوان آلودگی ثانویه معروف بوده و از آن‌ها می‌توان به *Listeria monocytogenes* و *Staphylococcus aureus* اشاره نمود (Feldhusen, 2000; Huss et al., 2000). البته آبزیان مصرفی ممکن است حاوی مخاطرات دیگری مانند ویروس (مانند هپاتیت A، Norwalk-like virus و *Astrovirus*) بیوتوکسین‌های دریایی و آلودگی‌های شیمیایی مانند فلزات سنگین (Hosseini et al., 2013b) و ترکیبات آلی مضر (Hosseini et al., 2008) نیز باشند که نباید از نظر دور نگاه داشت. معمولاً عملیات فرآوری به طور عمده بر مخاطرات ناشی از میکروارگانیزم‌ها بیشترین تأثیر را داشته و می‌تواند آن را تا حد زیادی کاهش و یا کنترل نماید اما بر روی مخاطراتی که توسط عوامل شیمیایی و بیوتوکسین‌های دریایی ایجاد می‌شوند، تقریباً بی‌تأثیر است. به طور کلی برای ایجاد کنترل موثر بر مخاطرات ناشی از عوامل شیمیایی و بیوتوکسین‌های دریایی باید به مراحل قبل از صید (مثلاً پرهیز از صید در مناطق آلوده و مشکوک به آلودگی) و عملیات آماده‌سازی در طی فرآوری آبی توجه شود.

از نقطه نظر مسائل مرتبط با ایمنی محصولات دریایی، آبزیان خوراکی را بر اساس میزان احتمال خطر آلودگی میکروبی و روش‌های فرآوری، می‌توان به شش گروه تقسیم کرد (Huss, 2000). (۱) نرم‌تنان، مخصوصاً آن‌هایی که به صورت خام مصرف می‌شوند، در بالاترین احتمال خطر برای مصرف‌کننده قرار دارند، (۲) سخت‌پوستان و ماهیانی که پس از

ترشح انواع آنزیم‌ها به گوارش مواد غذایی خورده شده کمک می‌کنند. اما پس از مرگ ماهی و با ادامه ترشحات آنزیمی، موجب تشدید فساد اتولیزی (خودهضمی) در ماهی شده و سبب تولید بوی نامطلوبی از محوطه شکمی ماهی می‌شوند. با ایجاد گرسنگی (یک تا سه روز)، می‌توان مقدار مواد دفعی موجود در روده ماهی را به شدت کاهش داده و بدین طریق فساد در ماهی را تا حدودی به تأخیر انداخت. همان طوری که بیان شد، روش صید و شیوه کشتار بر تغییرات پس از صید ماهیان و به دنبال آن بر کیفیت آن‌ها شدیداً موثر است. هنگامی که ماهی به سرعت کشته می‌شود، استرس وارد شده به آن به حداقل خود رسیده و به دنبال آن، کیفیت آن نیز تا حد ممکن حفظ خواهد شد (Ottera et al., 2001; Bagni et al., 2007). امروزه روش‌های متعددی در خصوص آرام کردن و کاهش تقلای ماهی و القای حس رخوت و سستی (Stunning) پیش از کشتار ماهی وجود دارد که عمدتاً شامل روش کاهش اکسیژن محلول در آب (Asphyxiation)، قرار دادن ماهی صید شده در تانک حاوی آب سرد شده (این روش به Hypothermia معروف است)، ایجاد شوک با استفاده از جریان برق، بی‌حس کردن با غوطه‌ور نمودن ماهی در تانک حاوی گاز دی‌اکسید کربن، ضربه زدن به سر (Knocking) و فرو کردن میخ در بخش پس‌سری ماهی، به منظور تخریب مغز و مخچه ماهی (Spiking) مورد استفاده قرار می‌گیرد. از میان روش‌های بر شمرده، کشتن ماهی به روش کاهش اکسیژن محلول در آب و یا استفاده از جریان برق نسبت به روش‌هایی مانند قرار دادن ماهی صید شده در تانک حاوی آب سرد شده، ضربه زدن به سر و فرو کردن میخ در پس سر استرس زیادی در ماهی ایجاد می‌کند (Poli et al., 2005; Moslemi, 2018). در همین ارتباط، تحقیقات Roth و همکاران (۲۰۰۷) نشان می‌دهد که بهترین کیفیت کفشک ماهی زمانی به دست می‌آید که ماهی از طریق وارد کردن ضربه به سر آن کشته شود.

همانند ماهیان، در خصوص نرم‌تنان خوراکی نیز باید توجه ویژه‌ای به عملیات قبل و پس از صید آن‌ها معطوف داشت تا محصولی سالم از آن‌ها به دست آید.

باید دانست که سردسازی زود هنگام ماهیان صید شده، ضمن آن که مانعی در مقابل رشد و ازدیاد باکتری‌ها می‌شود، می‌تواند شروع جمود نعشی را به تأخیر انداخته و مدت زمان آن را نیز طولانی‌تر کند. در واقع، سردسازی می‌تواند ابزاری برای مدیریت کردن پدیده جمود نعشی باشد و شروع و طول آن را در اختیار ما قرار دهد. Abe و Okuma (۱۹۹۱) در تحقیقاتشان نشان دادند که شروع جمود نعشی به اختلاف دمایی بین دمای آبی که ماهی از آن صید شد و دمای نگهداری ماهی بستگی دارد به طوری که هر چه این اختلاف دمایی بیشتر باشد، جمود نعشی زودتر شروع می‌شود و برعکس.

۱- **دستکاری پیش از صید:** اصولاً دستکاری و استرس پیش از کشتار بر جمود نعشی ماهیان بسیار موثر است. درخصوص ماهیانی که از محیط‌های طبیعی صید می‌شوند (منظور ماهیان وحشی)، انتخاب روش صیادی مناسبی که قادر باشد ماهی را در طی مدت صید مجبور به شنای زیاد نکند و در واقع ماهی را خسته نکند و همچنین کمترین استرس را به آن وارد کند، بسیار مهم است. چرا که چنین عواملی بر کیفیت آن‌ها بسیار موثر می‌باشند. برای مثال در صید به روش ترال، ماهیان به دام افتاده ممکن است مدت نسبتاً طولانی همراه با تور در داخل آب شنا نمایند. در چنین ماهیانی به خاطر مصرف شدید گلیکوژن و کاهش pH عضلات به دلیل انباشت اسید لاکتیک ناشی از متابولیسم بی‌هوازی برخی از رشته‌های عضلانی، جمود نعشی بسیار زودتر شروع شده و کیفیت مطلوب آن‌ها نیز زودتر از دست خواهد رفت. در ارتباط با ماهیان پرورشی نیز عواملی مانند پرهیز غذایی پیش از کشتار، مجموعه عملیات مرتبط با نحوه صید و روش کشتار آن‌ها بسیار موثر بوده به طوری که اگر به درستی انجام شوند و استرسی به ماهی وارد نشود، می‌توان ماندگاری طولانی‌تری از آن‌ها انتظار داشت و محصول تولیدی از آن‌ها نیز از کیفیت مطلوبی برخوردار باشد (Bagni et al., 2007; Borderias and Sanchez-Alonso, 2011). دستگاه گوارش ماهی حاوی مقادیر نسبتاً زیادی از انواع باکتری است. این باکتری‌ها که به صورت طبیعی به عنوان فلور میکروبی در ماهیان وجود دارند، معمولاً در طی حیات ماهی از طریق

شکمی نشده، طی شرایط نگهداری در یخ می‌شود. در خصوص ماهیان، به منظور تولید فرآورده‌ای با ارزش افزوده بالاتر، معمولاً آن‌ها را فیله می‌کنند. در عمل باید از فیله نمودن ماهیانی که در مرحله جمود نعشی هستند پرهیز نمود. زیرا فیله کردن آن‌ها در چنین شرایطی منجر به کاهش بازدهی و همچنین افزایش احتمال ایجاد حالت شکاف‌دار شدن (Gaping) در آن‌ها می‌گردد. معمولاً ماهیان را قبل یا بعد از مرحله جمود نعشی فیله می‌کنند که البته انجام چنین عملی در هر یک از مراحل مذکور دارای محاسن و معایبی است. در مطالعه‌ای مشخص گردید که فیله کردن ماهی سالمون (*Salmo salar*) در زمان قبل از ورود آن به مرحله جمود نعشی در مقایسه با انجام همین عمل پس از جمود نعشی، موجب به دست آوردن محصولی با بار میکروبی کمتر، طعم و بوی تازگی بیشتر و احتمال بروز حالت شکاف‌دار شدن کمتری می‌شود ولی احتمال از دست دادن آب در آن بیشتر خواهد بود (Rosnes et al., 2003).

**فرآوری آبزیان:** اصولاً فرآوری (Processing) با ایجاد ممانعت و یا توقف فعالیت میکروارگانیسم‌ها، به مانند سدی در مقابل آن‌ها عمل کرده و بدین طریق از بروز فساد در ماده غذایی جلوگیری کرده و موجبات افزایش ماندگاری آن را فراهم می‌کند. افزون بر این، فرآوری می‌تواند رشد و عملکرد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا را نیز به تأخیر انداخته و یا محدود کند (جدول ۱). از دیدگاه ایمنی مواد غذایی، عملیات فرآوری می‌تواند موجب حذف و یا غیرفعال شدن باکتری‌های بیماری‌زا شود و بدین طریق سبب می‌شود که فرآورده به ماده غذایی بی-خطری برای مصرف‌کننده تبدیل شود (Leistner and Gorris, 1995).

به منظور حفاظت از آبزیان خوراکی در مقابل عوامل فساد می‌توان از روش‌های فرآوری متعددی استفاده نمود که در جدول ۱ برخی از آنها اشاره شده است. نگهداری آبزیان در شرایط سرد (یخ و یا یخچال) از ساده‌ترین آن‌ها است. نگهداری آبزیان در شرایطی موسوم به فوق سرما (Super-chilling) (دمای کمتر از صفر درجه تا حدی که ماده غذایی منجمد نشود)، قابلیت ماندگاری آن‌ها را بیشتر می‌

از طرفی دیگر، نظر به شیوه مرسوم تغذیه در نرم‌تنان که به طور عمده از طریق فیلترکردن آب صورت می‌گیرد، همیشه احتمال انباشت آلاینده‌های موجود در آب محل زیست آن‌ها به بخش‌های خوراکی آن‌ها وجود دارد. از این‌رو، برای جلوگیری از پیشامدهای ناگوار ناشی از مصرف آن‌ها توصیه می‌شود که مقدار این آلاینده‌ها (نظیر انواع آلاینده‌های شیمیایی، سموم و همچنین میکروارگانیسم‌های مضر) در نمونه‌های صید شده مرتباً اندازه‌گیری شود. در این راستا و به منظور کاهش احتمال خطر، از صید در آب‌های مشکوک به آلودگی تا حد ممکن پرهیز نمود و در خصوص نمونه‌های صید شده نیز مراحل پالایش (Depuration)، آماده‌سازی و فرآوری آن‌ها با حداکثر دقت انجام شود. تجربه نشان داد که لابستر و خرچنگ‌هایی که به صورت زنده به فروش می‌رسند از کیفیت بسیار بالاتری در مقایسه با انواع مرده برخوردارند. از این‌رو توصیه می‌شود که در هنگام فروش چنین آبزیانی، حتی در سوپر مارکت‌ها، باید تمهیداتی اندیشید که آن‌ها تا رسیدن به دست مصرف‌کننده در حالت زنده باقی بمانند. فعالیت‌های میکروبی مهمترین عامل در بروز فساد و نزول کیفیت لابستر و خرچنگ شناخته شده است (Neil, 2012).

**۲- عملیات پس از صید:** بعد از کشتن و سرد کردن ماهیان، می‌توان عملیات فرآوری کمی مانند شستن، تخلیه شکمی و فیله کردن را بر آن‌ها انجام داد. گزارش‌ها در خصوص تأثیر تخلیه شکمی بر کیفیت و قابلیت ماندگاری ماهیان اغلب متناقض هستند. Cakli و همکاران (۲۰۰۶) به مطالعه تأثیر تخلیه شکمی بر بار میکروبی و مدت ماندگاری دو گونه از ماهیان دریایی (ماهی سیم *Sparus aurata* و باس دریایی *Dicentrarchus labrax*) در شرایط نگهداری در یخ پرداختند و دریافتند که تخلیه شکمی تأثیری بر کیفیت و مدت ماندگاری ماهیان مورد بررسی ندارد و حتی میزان بار میکروبی در نمونه‌های تخلیه شکمی نشده اندکی کمتر بود. نتایج مشابهی توسط Erkan (۲۰۰۷) بر مدت ماندگاری ماهی سیم دریایی حاصل شد. همچنین، Papadopoulos و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که تخلیه شکمی موجب کاهش اندکی در ماندگاری ماهی باس دریایی در مقایسه با نمونه‌های تخلیه

جدول ۲ - روش‌های متداول در فرآوری مواد غذایی و آبزیان خوراکی.

هدف	عامل جلوگیری کننده hurdle	روش فرآوری
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها	دمای پایین	سردسازی
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها، کاستن از سرعت اکسیداسیون شیمیایی	دمای پایین، کاهش اکسیژن، افزایش دی‌اکسید کربن	سردسازی و بسته‌بندی در شرایط اتمسفر تغییر یافته
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها، کاستن از سرعت فعالیت آنزیم‌ها و اکسیداسیون شیمیایی	کاهش دما	انجماد
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها، جلوگیری از تندی اکسیداتیو و جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی	کاهش دما، کاهش اکسیژن	انجماد همراه با یخ‌پوشی یا بسته‌بندی در خلاء همراه با انجماد
غیرفعال سازی میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌ها	دمای بالا	حرارت دادن
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها	کاهش فعالیت آبی	نمک‌سود کردن
غیرفعال کردن و یا ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها	کاهش pH، حضور اسیدهای آلی	ماریناد کردن
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها	کاهش فعالیت آبی، ترکیبات ضد میکروبی موجود در دود- و دمای بالا در دودی کردن به روش گرم	دودی کردن
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها	کاهش فعالیت آبی	خشک کردن
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها	کاهش فعالیت آبی و pH، ترکیبات ضد میکروبی موجود در دود- و دمای بالا در دودی کردن به روش گرم	فرآوری تلفیقی (ترکیبی از نمک‌سود، دودی، خشک کردن و اسیدی کردن)
ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها	کاهش pH، عملکرد اسیدهای آلی، باکتریوسین، ناسازگارهای باکتریایی	تخمیر

آن و همچنین بهبود در خصوصیات ارگانولپتیک فرآورده تولیدی می‌باشند، و همین تأثیرات متعدد است که سبب شد روش‌های مذکور از اقبال خاصی در دنیا برخوردار گردند.

گزارش‌های رسمی سازمان‌های بین‌المللی نظیر فائو نشان می‌دهد که بخش قابل ملاحظه‌ای از ماهیان صید شده برای تولید سوریمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. سوریمی، کنستانترة پروتئینی با قابلیت تشکیل ژل است که به عنوان ماده اولیه در ساخت بسیاری از فرآورده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرآورده‌های مبتنی بر سوریمی نظیر کامابوکو و فرآورده‌های تقلیدی شبیه گوشت خرچنگ (crab-Meat analogues) امروزه در اکثر نقاط جهان مورد استفاده قرار گرفته و از اقبال خوبی برخوردار گشته‌اند.

صنایع فرآوری آبزیان از جمله صنایعی است که انرژی زیادی مصرف می‌کند و دارای پساب قابل ملاحظه‌ای نیز است. امروزه روش‌های متعددی برای بازیافت برخی از ترکیبات ارزشمند موجود در چنین پسابی از قبیل رنگدانه‌های طبیعی، پروتئین، چربی و غیره در حال بررسی است تا بتوان با بازیافت برخی از آن‌ها و تبدیل‌شان به فرآورده‌ای قابل مصرف انسانی (مثلاً در صنایع آرایشی و بهداشتی) یا غیرانسانی (مانند استفاده در غذای دام) ضمن استفاده بهینه از چنین مواد ارزشمندی به حفظ محیط زیست نیز کمک کرد. لذا فعالیت پایدار کارخانجات فرآوری

کنند. بسته‌بندی در شرایط اتمسفر تغییر یافته همراه با نگهداری در شرایط سرد نیز منجر به افزایش ماندگاری انواع متعددی از آبزیان خوراکی و فرآورده‌های آن‌ها می‌شود. امروزه روش انجماد نیز در حد وسیعی در سرتاسر جهان جهت حفظ کیفیت آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش‌های غیرحرارتی نیز از دیگر روش‌های پرکاربرد در جهت افزایش قابلیت ماندگاری و ایمنی آبزیان و فرآورده‌های حاصل از آن‌ها (با از بین بردن و یا غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌ها) می‌باشد. در بین روش‌های نوین غیرحرارتی در فرآوری آبزیان، استفاده از تکنیک پرتودهی از شانس بیشتری برخوردار است. در این تکنیک اساس کار بر غیرفعال کردن DNA میکروارگانیسم‌ها است بنابراین با بکارگیری این تکنیک، قابلیت ماندگاری فرآورده‌های پرتو دیده، افزایش چشمگیری می‌یابد. یک نکته در راه عدم توسعه فراگیر چنین تکنیکی، تصور عامیانه در خصوص مباحث مرتبط به تابش‌های اتمی است (Moini et al., 2009).

امروزه روش‌های سنتی فرآوری آبزیان نظیر دودی کردن، نمک‌سود کردن، خشک کردن، ماریناد کردن و تخمیر در حد وسیعی در سرتاسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش‌ها دارای تأثیرات متعددی از قبیل افزایش قابلیت ماندگاری، ارتقاء ارزش غذایی از طریق بهبود در هضم و جذب و افزایش دسترسی به نوترینت‌های مغذی موجود در

نمود.

در ارزیابی ایمنی و کیفیت محصولات شیلاتی، پارامترهای میکروبیولوژی متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این میان و علیرغم وجود معایبی در تکنیک‌های کشت سنتی میکروب‌ها، هنوز از آن‌ها به عنوان روش‌های استاندارد برای این منظور استفاده می‌شود. اما پیشرفت‌هایی که بشر در زمینه میکروبیولوژی مولکولی و روش‌های تشخیص سریع میکروب‌ها کسب کرده است سبب شد که از آن‌ها به عنوان تکنیکی جایگزین در آنالیزهایی که نیازمند به کسب نتیجه سریع اما قابل اعتماد هستند، استفاده شود. به منظور حمایت از حقوق مصرف‌کنندگان و پیشگیری از تقلب در فروش آبزیان و فرآورده‌های آن‌ها در بازار، روش‌های سریع و قابل اعتماد برای تشخیص گونه حتی در خصوص آبزیان فرآوری شده، نیاز می‌باشد. اخیراً با پیشرفت دانش بشر در خصوص بیولوژی مولکولی و توسعه تکنیک‌های مبتنی بر واکنش‌های زنجیره‌ای پلی‌مرز ( Polymerase chain reaction (PCR)-based techniques) و همچنین استفاده از مارکرهای مولکولی و دیتابیس‌های مرتبط، گام‌هایی خوبی در این زمینه برداشته شده است.

دست آخر این که در دو دهه اخیر، مفهوم ارزیابی ریسک مصرف در خصوص استفاده از فرآورده‌های شیلاتی ارتقاء یافته است، که این امر منجر به بهبود در شیوه‌هایی که مخاطرات احتمالی ناشی از مصرف آبزیان را ارزیابی و کنترل می‌کردند، گردید. ماحصل این اتفاق، حرکت به سمت استقرار روش‌های توأمان در ایجاد ایمنی در غذاهای دریایی بود.

**دورنمای صنایع فرآوری آبزیان:** تکنولوژی‌های فعلی مورد استفاده در صنایع فرآوری آبزیان نظیر بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته، فرآوری با استفاده از حداقل حرارت (Minimal heat processing)، انجماد سریع و غیره به سرعت در حال گسترش هستند. همزمان روش‌های نوظهوری مانند فرآوری با استفاده از فشار هیدرواستاتیک بالا، حرارت دادن با استفاده از امواج متناوب رادیویی (Radio-frequency heating)، بسته‌بندی با بسته‌های قابل اتوکلاو انعطاف‌پذیر (Flexible retort packaging)،

آبزیان امروزه وابسته است به بازیافت برخی از ترکیبات زیست‌فعال (مانند آنزیم‌ها، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، ...) و زیست-مولکول (مانند چربی، پروتئین، ...) موجود در پساب تولیدی و تبدیل آن‌ها به فرآورده‌ای با ارزش افزوده بالاتر و همچنین کاهش مصرف آب و بهبود در کارایی مصرف انرژی برق می‌باشد.

**کیفیت، ایمنی و تضمین صحت محصولات شیلاتی:** تازگی و کیفیت آبزیان از طریق روش‌های حسی، میکروبی و شیمیایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (Olafsdottir et al., 1997). ارزیابی حسی که روشی مبتنی بر ذهن (Subjective) است به تجربه و آموزش فردی بالایی نیاز دارد. از همین رو این روش برای آزمایش‌های دوره‌ای و منظم، چندان مورد پسند نیستند. درحالی که نتایج آنالیزهای میکروبی گذشته‌نگر بوده و از آنجایی که با شاخص‌های شیمیایی مربوط به فساد، بیشتر مرتبط هستند، برای سنجش‌های دوره‌ای فساد نیز بیشتر قابل استفاده می‌باشند (Dainty, 1996). ترکیبات ازته از قبیل مجموع بازهای ازته فرار و تری‌متیل‌آمین-نیتروژن (Total volatile base-nitrogen (TVB-N) and trimethylamine-nitrogen (TMA-N)) از جمله شاخص‌های شیمیایی مهمی هستند که با رشد میکروارگانیسم‌هایی مانند *Pseudomonas spp.*، *Photobacterium* و *Shewanella putrefaciens* مرتبط می‌باشند (Huss, 1996; Gram and Dalgaard, 2002). اما به دلایل چندی پارامتر TVB-N شاخص مطلوبی برای سنجش کیفیت ماهیان استخوانی نبوده (Castro et al., 2006). از این رو، توجه محققین به ارزیابی متابولیت‌هایی به غیر از ترکیبات نیتروژنی فرار، برای بررسی کیفیت آبزیان طی دوره نگهداری معطوف گشته است (Duflos et al., 2006; Soncin et al., 2008). گذشته از این، امروزه انواع روش‌های دستگاهی نیز برای ارزیابی تازگی و کیفیت محصولات شیلاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند که ویژگی عمده آن‌ها سرعت عمل در آنالیز نمونه بدون تخریب ساختار آن می‌باشد. از جمله این نوع دستگاه‌ها می‌توان به بینی الکترونیکی (Electronic nose) ، VIS/NIR اسپکتروسکوپی و غیره اشاره



- procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 263, 52-60.
- Borderias A.J., Sanchez-Alonso I. 2011. First processing steps and the quality of wild and farmed fish. *Journal of Food Science*, 76, R1-R5.
- Boziaris I.S., Kordila A., Neofitou C. 2011. Microbial spoilage analysis and its effect on chemical changes and shelf-life of Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) stored in air at various temperatures. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 887-895.
- Cakli S., Kilinc B., Cadun A., Dincer T., Tolasa S. 2006. Effects of gutting and uncutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 519-527.
- Castro P., Padron J.C.P., Cansino M.J.C., Velazquez E.S., De Larriva R.M. 2006. Total volatile base nitrogen and its use to assess freshness in European sea bass stored in ice. *Food Control*, 17, 245-248.
- Dainty R.H. (1996). Chemical/biochemical detection of spoilage. *International Journal of Food Microbiology*, 33, 19-33.
- Dalgaard P. 2000. Fresh and lightly preserved seafood, in *Shelf-Life Evaluation of Foods* (eds C.M.D. Man, and A.A. Jones), Aspen Publishers, London. pp. 110-139.
- Duflos G., Coin V.M., Cornu M., Antinelli J.F., Malle P. 2006. Determination of volatile compounds to characterize fish spoilage using headspace/mass spectrometry and solid-phase microextraction/gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 600-611.
- Erkan N. 2007. Sensory, Chemical, and Microbiological Attributes of Sea Bream (*Sparus aurata*): Effect of Washing and Ice Storage. *International Journal of Food Properties*, 421-434.
- FAO. 2012. *The State of the World Fisheries and Aquaculture*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm> [accessed 30 May 2013].
- Feldhusen F. 2000. The role of seafood in bacterial foodborne diseases. *Microbes and*
- راسب سازی با استفاده از تغییر pH ( pH shift ) و غیره نیز در حال ورود و استفاده در صنایع فرآوری آبزیان می باشند. در حال حاضر از تکنولوژی فشار هیدروستاتیک بالا در عمل آوری اویستر استفاده می شود. زیرا مشکل عمده در راه استفاده از صدف های دوکفه ای مانند اویستر، جداسازی کفه ها از بخش های خوراکی آن است که بسیار سخت و وقت گیر می باشد. با بکارگیری تکنولوژی فشار هیدروستاتیک بالا، این مشکل مرتفع گردید. بدین طریق که فشار وارده به اویستر، سبب جداسازی عضلات متصل کننده کفه های صدف از همدیگر شده و بدین طریق کفه ها به آسانی از سایر بخش های جانور جدا می شوند. در عین حال عمل مذکور موجب غیرفعال شدن میکروارگانیسم های موجود از جمله ویبریوهای بیماری زا نیز می شوند. این تکنولوژی به زودی در سایر فرآورده های شیلاتی نیز بکار خواهد رفت.
- امروزه تقاضا برای مصرف فرآورده های شیلاتی ایمن، با کیفیت بالا، سالم و مغذی و البته آسان از نظر آماده سازی و مصرف در حال افزایش است. از این نظر فرآورده های شیلاتی با ارزش افزوده می توانند این تقاضا را پوشش داده و از این رو است که روز به روز بر اهمیت شان در نزد مصرف کنندگان در حال افزایش است. نیاز بازار به فرآورده های شیلاتی از یک طرف و نیاز به تکنولوژی های جدید در صنایع فرآوری آبزیان از طرفی دیگر، نیروی محرکه ای در ظهور فن آوری های جدید در صنایع عمل آوری آبزیان خواهد بود.

## منابع

- Abe H., Okuma E. 1991. Rigor mortis progress of carp acclimated to different water temperatures, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 2095-2100.
- Ashie I.N.A., Smith J.P., Simpson B.K. 1996. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 87-121.
- Bagni M., Civitareale C., Priori A. 2007. Pre-slaughter crowding stress and killing

- quality and shelf life of refrigerated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Journal of Food Protection* 72(7), 1419-1426.
- Moslemi Ajarostaghi A., Moslemi M., Eagdari, S., Hosseini S.V., Abedi R. 2018. Effects of slaughtering methods on quality of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during refrigerated storage. *Journal of Fisheries* 70(4), 416-423.
- Neil D.M. 2012. Ensuring crustacean product quality in the post-harvest phase. *Journal of Invertebrate Pathology*, 110, 267-275.
- Olafsdottir G., Martinsdottir E., Oehlenschläger J. 1997. Methods to evaluate freshness in research and industry. *Trends in Food Science and Technology*, 8, 258-265.
- Ottera H., Roth B., Torrissen O.J. 2001. Do killing methods affect the quality of Atlantic salmon? in *Farmed Fish Quality* In: S.C. Kestin, P.D. Warriss (eds.), Blackwell Science Ltd, Oxford, pp. 398-399.
- Papadopoulos V., Chouliara I., Badeka A., Savvaidis I.N., Kontominas M.G. 2003. Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*, 20, 411-420.
- Poli B.M., Parisi G., Scappini F., Zampacavallo G. 2005. Fish welfare quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. *Aquaculture International*, 13, 29-49.
- Robson A.A., Kelly M.S., Latchford J.W. 2007. Effect of temperature on the spoilage rate of whole, unprocessed crabs: *Carcinus maenas*, *Necora puber* and *Cancer pagurus*. *Food Microbiology*, 24, 419-424.
- Rosnes J.T., Vorre A., Folkvord L... 2003. Effects of pre-, in-, and post-rigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar*) on microbial spoilage and quality characteristics during chilled storage. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 12, 17-31.
- Roth B., Imsland A., Gunnarsson S., Foss A., Schelvis-Smith R. 2007. Slaughter quality and rigor contraction in farmed turbot (*Scophthalmus maximus*): a comparison between different stunning methods. *Aquaculture*, 272, 754-61.
- Soncin S., Chiesa M.L., Panseri S., Biondi P., Cantoni C. 2008. Determination of volatile compounds of precooked prawn (*Penaeus* *Infections*, 2(13), 1651-1660.
- Gram L., Dalgaard P. 2002. Fish spoilage bacteria – problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13, 262-266.
- Gram L., Huss H.H. 1996. Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, 33, 121-137.
- Hosseini S.V., Dahmardeh Behrooz R., Esmaili-Sari A., Bahramifar N., Hosseini S.M., Tahergorabi R., Hosseini S.F., Feás X. 2008. Contamination by organochlorine compounds in the edible tissue of four sturgeon species from the Caspian Sea (Iran). *Chemosphere* 73, 972-979.
- Hosseini S.V., Hamzeh A., Moslemi M., Babakhani Lashkan A., Iglesias A., Feás X. 2013a. Effect of delayed icing on biogenic amines formation and bacterial contribution of iced common carp (*Cyprinus carpio*). *Molecules* 18(12), 15464-15473.
- Hosseini S.V., Hosseini S.M., Monsefrad S.F., Mobinifar M., Regenstein J.M. 2013b. Heavy metal bio-accumulation and risk assessment for wild and farmed Beluga sturgeon caviar. *Environmental Monitoring and Assessment* 185, 9995-9999.
- Huss H.H. 1994. Assurance of seafood quality. FAO Fisheries Technical Paper – 334. FAO Press. Rome.
- Huss H.H. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper – 348. FAO Press, Rome.
- Huss H.H., Reilly A., Karim Ben Embarek P. 2000. Prevention and control of hazards in seafood. *Food Control*, 11, 149-156.
- Leistner L., Gorris L.G.M. 1995. Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 41-46.
- Martinez-Alvarez O., Lopez-Caballero M.E., Montero P., Gomez-Guillen M.C. 2007. Spraying of 4-hexylresorcinol based formulations to prevent enzymatic browning in Norway lobsters (*Nephrops norvegicus*) during chilled storage. *Food Chemistry*, 100, 147-155.
- Medina I., Gallardo J.M., Aubourg S.P. 2009. Quality preservation in chilled and frozen fish products by employment of slurry ice and natural antioxidants. *International Journal of Food Science and Technology* 44(8), 1467-1479.
- Moini S., Tahergorabi R., Hosseini S.V., Rabbani M., Tahergorabi Z. Feás X., Aflaki F. 2009. Effect of gamma radiation on the

- vannamei*) and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice as possible spoilage markers using solid phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89, 436-442.
- Namulema A., Muyonga J.H., Kaaya A.N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C. *Food Research International*, 32, 151-156.
- Ozogul Y., Yuvka I., Ucar Y., Durmus M., Kösker A.R., Oz M., Ozogul F. 2017. Evaluation of effects of nanoemulsion based on herb essential oils (rosemary, laurel, thyme and sage) on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets during ice storage. *LWT Food Science and Technology*, 75, 677-684.
- Durmus M. 2020. The effects of nanoemulsions based on citrus essential oils (orange, andarin, grapefruit, and lemon) on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets at 4±2°C. *Journal of Food Safety*, 40(1), e12718.

## Review Article

### Quality assurance and safety in seafood processing

Seyed Vali Hosseini

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.  
hosseinisv@ut.ac.ir

Received: 2020/8/22

Accepted: 2020/6/1

#### Abstract

Due to the valuable nutritional properties that exist in aquatic animals, their consumption has been intensified in recent years. Thus, the protein obtained from edible aquatic animals, has a significant contribution in providing the animal protein needed in many parts of the world. Therefore, many efforts are made to increase their consumption among the people by processing them into various products. But the main problem with aquatic animals and their products is the high rate of spoilage and the decline in their quality, which, if the desired storage conditions are not provided, they will be spoiled easily and lose their edible capacity. Due to the high volume of fish that are processed, it is necessary to ensure the quality of the product, by monitoring all the operations before and after fishing so that the fish used, with minimal changes to enter the processing process. In the present article we attempt to examine the main challenges surrounding this issue.

**Keywords:** Quality control, Seafood products, Quality assurance, Seafood processing.