



اثر تاخیر در سردسازی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بر کیفیت سوریمی تولید شده از آن

نرگس انوشه^۱، سید ولی حسینی^{۲*}، حجت میرصادقی^۳، غلامرضا شاه حسینی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۲- دانشیار، گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات دانشکده شیلات و محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

۴- استادیار، عضو هیئت علمی پژوهشکده کشاورزی، پزشکی و صنعتی، مرکز تحقیقات علوم هسته ای، سازمان انرژی اتمی، کرج

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۱۷

*نویسنده مسئول hosseinisv@ut.ac.ir

چکیده

اثرات تأخیر در سردسازی بر کیفیت سوریمی کپور معمولی بررسی شد. نمونه‌های ماهی پس از صید به سه گروه تقسیم شدند. گروه اول بلافاصله، گروه دوم ۳ ساعت و گروه سوم ۶ ساعت بعد از صید در یخ قرار داده شدند. از تیمارهای مختلف سوریمی تهیه و به مدت ۱۵ روز در یخچال نگهداری شد و هر ۳ روز یکبار آزمایشات شیمیایی (تیوباریتوریک اسید TBA، مجموع بازهای نیتروژنی فرار-TVN و pH) و آزمون میکروبی (باکتری‌های کل TVC) بر روی نمونه‌ها انجام شد. نتایج نشان داد که میزان TBA در نمونه‌های با ۶ ساعت تأخیر، به‌طور معنی‌داری بیش از نمونه‌های شاهد و نمونه‌های با ۳ ساعت تأخیر بود. در تیمار شاهد میزان TBA تا روز دوازدهم افزایش و پس از آن کاهش یافت در حالی که در تیمار ۶ ساعت تأخیر، تا پایان دوره روند افزایشی را نشان داد. میزان TVN-TVN در نمونه‌های یخ‌گذاری شده با تأخیر، از روز سوم نگهداری و در تیمار شاهد در پایان دوره از حد مجاز بالاتر رفت. مقادیر pH در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد، کمترین مقدار pH در طول دوره نگهداری (۷/۰۳) در تیمار ۶ ساعت تأخیر و بیشترین مقدار pH (۸/۳۷) در تیمار شاهد ثبت گردید. میزان TVC در همه تیمارها در طول دوره افزایش یافت و بیشترین مقدار ($4/86 \log \text{ cfu/g}$) در تیمار ۶ ساعت تأخیر ثبت شد. براساس نتایج به‌دست آمده، تأخیر در یخ‌گذاری ماهی کپور پس از صید باعث افت کیفیت سوریمی تولیدی از آن می‌شود.

کلید واژگان: سوریمی، کپور معمولی، یخ‌گذاری، ماندگاری.

مقدمه

ماهی به لحاظ برخورداری از مواد مغذی همچون اسیدهای چرب چند غیراشباع و پروتئین زود هضم، ارزش غذایی مناسبی دارد (Christos et al., 2005). با وجود این خواص، مصرف ماهی در کشور مناسب نبوده و از متوسط سرانه مصرف آبزیان جهان پایین تر است. موانع متعددی مصرف ماهی در کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد که بوی ماهی، میزان زیاد چربی‌های غیراشباع (توأم با بوی تند) در بدن، افت سریع کیفی و سرعت بالای فساد آن (Arsalan et al., 2001)، نبود دسترسی به ماهی تازه در مناطق غیرشیلاتی، مشکلات پوست کندن و پاک کردن آن برای مصرف‌کنندگان، عدم تنوع شیوه‌های مصرف ماهی، عدم فرهنگ مصرف ماهی و بسیاری موارد دیگر از جمله این عوامل می‌باشند.

محصولات شیلاتی با ارزش بالا از جمله سوریمی به‌طور فزاینده‌ای در حال کاهش هستند و در برخی از کشورهای در حال توسعه به‌دلیل برداشت بی‌رویه برخی از گونه‌ها، تقریباً غیرقابل دسترس شده‌اند (Campo and Tavor, 2008). از منابع ماهیان پرورشی آب شیرین که بخش مهمی از آبزیان را به خود اختصاص داده‌اند، می‌توان به‌عنوان جایگزینی برای تولید سوریمی بهره برد. تولیدات آبزی‌پروری ماهیان آب شیرین در سال‌های اخیر به سرعت افزایش یافته است (Lue et al., 2009) و از آنجا که ارزش تجاری این گونه‌ها نسبتاً پایین است و نیز به مقدار موردنیاز در دسترس هستند، بنابراین از آنها می‌توان برای تهیه سوریمی استفاده کرد (Martin-Sanchez et al., 2009). کپور معمولی یکی از گونه‌های اصلی ماهی پرورشی در ایران است. به‌علت رفتار تغذیه‌ای خاص کپور معمولی (تغذیه از موجودات کفزی موجود در لجن کف

استخر) گوشت آن نسبتاً دارای بوی نامطبوعی است (Elyasi et al., 2010) که این امر منجر به کاهش مقبولیت آن نزد مصرف‌کنندگان می‌شود. مصرف سرانه ماهی در ایران حدود ۷/۸ کیلوگرم است که این مقدار پایین‌تر از متوسط جهانی است که براساس گزارش‌های فائو در سال ۲۰۱۰، متوسط سرانه مصرف آبزیان در دنیا حدود ۱۷ کیلوگرم است. برخی از روش‌های دادن ارزش افزوده به کپور استفاده از گوشت چرخ شده آن برای تولید سوریمی و محصولات بر پایه سوریمی، سوسیس و محصولات تخمیری است (Venugopal and Shahidi, 1995) که می‌توانند گستره‌ای از غذاهای سالم را برای افزایش میزان مصرف ماهی فراهم کنند. سوریمی واژه‌ای است که برای توصیف مواد حاصل از گوشت ماهی که به‌صورت دستی یا مکانیکی استخوان‌گیری شده، چرخ شده و سپس با آب شستشو و استفاده می‌شود. گوشت چرخ شده ماهی پس از چندین دوره شستشو به‌وسیله آب (به‌منظور حذف چربی، خون، آنزیم‌ها و سایر پروتئین‌های سارکوپلاسمی) و آبگیری متعاقب آن، با مواد محافظت‌کننده در برابر سرما مخلوط می‌شود تا از تغییر ماهیت پروتئین‌های ساختاری و عمدتاً میوفیبریلی در طی فرایند نگهداری در حالت انجماد جلوگیری کنند. در طی فرایند شستشو، پروتئین‌های محلول در آب که بیشتر سبب بوی ماهی هستند، شسته می‌شوند (Yong and Park, 1988; Martin-Sanchez et al., 2009). استفاده از یخ آسان‌ترین و ارزان‌ترین روش کارآمد کاهش درجه حرارت ماهی و شیوه مناسبی در حمل و نگهداری موقت آن است (Balachandran, 2001). طی نگهداری ماهی در یخ، رشد ارگانسیم‌های فاسدکننده ماهی و نیز سرعت فعالیت‌های آنزیمی و شیمیایی کاهش می‌یابد، اما فرایندهای اکسیداسیونی و هیدرولیزی چربی

ماهیان متوقف نشده، بلکه به آرامی پیش می‌رود (Fisher and Deng, 1977). درباره تأخیر در سردسازی ماهی و سایر آبزیان نیز پژوهش‌هایی انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به تحقیق Raufi و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد که اثرهای تأخیر در یخ‌گذاری را بر فاکتورهای کیفی ماهی سفید بررسی کردند. براساس نتایج این تحقیق، تمامی شاخص‌های بیوشیمیایی و میکروبی در طول مدت زمان نگهداری، افزایش معناداری داشتند. تأخیر در یخ‌گذاری ماهیان سبب اکسیداسیون بالاتر شد، همچنین عدم توجه به شیوه صحیح نگهداری و نگهداری طولانی مدت در یخ می‌تواند صدمات جدی را به کیفیت گوشت وارد کند. بنابراین بهتر است که ماهی پس از صید بلافاصله یخ‌گذاری شود. کوتاه کردن زمان نگهداری محصول در یخ کمک شایانی به افزایش عمر نگهداری محصول می‌کند. همچنین در پژوهشی دیگر تأثیر زمان یخ‌گذاری بر کیفیت میگوی پرورشی وانامی از سوی Parashide و همکاران (۲۰۱۳) ارزیابی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که یخ‌گذاری بلافاصله پس از صید تأثیر معناداری بر افزایش زمان ماندگاری میگوی پرورشی وانامی دارد، به طوری که یخ‌گذاری بلافاصله، زمان ماندگاری میگوی وانامی را از ۹ روز به ۱۲ روز افزایش داد. از این‌رو استفاده بدون تأخیر از یخ برای نگهداری میگوهای پرورشی برداشت شده ضروری به نظر می‌رسد. اثر تأخیر در یخ‌گذاری بر تشکیل آمین‌های بیوژن و توزیع بار باکتریایی در کپور معمولی از سوی Hosseini و همکاران (۲۰۱۳) بررسی شد. نتایج این بررسی نشان داد که تأخیر زمان یخ‌گذاری بر تشکیل آمین‌های بیوژن مؤثر بوده و این اثر در نمونه‌هایی که با ۸ ساعت تأخیر یخ‌گذاری شده بودند، نسبت به نمونه‌های شاهد و نمونه‌هایی که با ۴ ساعت تأخیر یخ‌گذاری شدند، به‌طور معناداری بیشتر بود. ماهی کپور یکی از ماهیان مهم

آب شیرین در آبی‌پروری است. گاهی ممکن است این ماهی بلافاصله پس از صید در مجاورت یخ قرار داده نشود، همچنین گاهی این ماهی برای عرضه و فروش به شهرهای اطراف فرستاده می‌شود که ممکن است در این فاصله یخ‌گذاری صورت نگیرد. براساس این تحقیقات، سردسازی و یخ‌گذاری ماهی تأثیر به‌سزایی در افزایش عمر ماندگاری آن و حفظ کیفیت محصولات تولیدی از آن دارد، بنابراین به تبع آن تأخیر در یخ‌گذاری ماهی نیز می‌تواند کیفیت و ماندگاری فرآورده‌های آن را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین پژوهش حاضر به دنبال بررسی تأثیر تأخیر در یخ‌گذاری ماهی کپور معمولی پس از صید بر کیفیت سوریمی تولید شده از آن است.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه

۹ عدد ماهی کپور معمولی با میانگین وزن 50 ± 60 گرم در آذر ماه ۹۳ از استخرهای پرورش ماهی در استان مازندران صید شد. ماهیان به سه تیمار تقسیم شده و دسته اول بلافاصله پس از صید، دسته دوم ۳ ساعت و دسته سوم ۶ ساعت پس از صید با نسبت ۱ به ۳ یخ‌گذاری و به آزمایشگاه فراوری آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند.

تهیه سوریمی

بلافاصله پس از رسیدن نمونه‌ها به آزمایشگاه، سرزنی، تخلیه امعا و احشا، پوست‌کنی، فیله‌سازی و استخوان‌گیری تیمارهای مختلف به‌صورت جداگانه با دست انجام شد. فیله‌ها با استفاده از چرخ گوشت (پارس خزر، ساخت ایران) دو بار چرخ شدند. برای تولید سوریمی، گوشت چرخ شده مربوط به هر تیمار سه بار و هر بار به مدت ۱۰ دقیقه با آب شسته شد. دفعه اول و

یافت. محلول اسیدبوریك به محض قلیایی شدن توسط بازهای از ته فرار تقطیر و زردرنگ شد. عمل تیتراسیون این محلول توسط اسید سولفوریک ۰/۱ نرمال تا جایی ادامه یافت که اسید بوریك دوباره قرمز شود. برای سنجش pH، ۵ گرم از نمونه با ۴۵ میلی لیتر آب مقطر مخلوط و به خوبی همگن گردید و در دمای اتاق، نمونه‌ها با استفاده از pH متر (HANNA instruments, Italy) اندازه‌گیری شد (Sallam and Samejima, 2004).

آزمون میکروبی

۱۰ گرم از نمونه با ۹۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژی استریل مخلوط و به مدت ۶۰ ثانیه به خوبی همگن شد. سپس رقت‌های موردنیاز تهیه شد. به میزان ۱ میلی لیتر از هر رقت برای کشت باکتری‌ها به روش پورپلیت در محیط پلیت کانت آگار (Plate count agar) (Quelab, Canada) قرار گرفت. پلیت کانت‌های کشت داده شده مربوط به کل باکتری‌ها پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون در ۳۵ درجه سانتی‌گراد شمارش شدند (Ben-Gigirey et al., 1998).

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام شد که برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولموگراف-اسمیرنوف استفاده شد. برای بررسی وجود یا نبود اختلاف معنادار از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد بین مقادیر به دست آمده از هر شاخص در زمان‌های ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ روز استفاده گردید.

نتایج

براساس تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، اختلاف میزان تیوباریتوریک اسید در بین تیمارهای مختلف در روزهای ۱، ۹ و ۱۵ نگهداری معنادار بود و در این روزها مقدار

دوم گوشت چرخ شده با نسبت ۱ به ۳ با آب مقطر و دفعه سوم با همین نسبت با آب نمک شسته شد. دمای آب مورد استفاده برای شستشو حدود ۴ درجه سانتی‌گراد بود و پس از اتمام هر مرحله شستشو، عمل آگیری از مخلوط با استفاده از یک پارچه به صورت دستی و به مدت ۵ دقیقه انجام شد (Lee, 1999). سوریمی تولید شده از هر تیمار در نایلون و بدون هیچ افزودنی به مدت ۱۵ روز در یخچال نگهداری شد و آزمایش‌های شیمیایی هر ۳ روز یکبار بر روی آنها انجام شد.

آزمون‌های شیمیایی

شاخص TBA مطابق روش Salih و همکاران (۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد، براساس این روش مقدار ۱۰ گرم از نمونه با ۳۵ میلی لیتر اسید پرکلریدریک مخلوط شد، این مخلوط همگن شده و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی باقی ماند و سپس از کاغذ صافی عبور داده شد. ۵ میلی لیتر از محلول صاف شده با ۵ میلی لیتر معرف TBA درون لوله‌های آزمایش درب‌دار مخلوط گردید. لوله‌های درب‌دار در حمام آب با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفته و پس از آن در دمای محیط سرد شدند. سپس با دستگاه اسپکتروفتومتری (UV-2100 UNICO, USA) مقدار جذب محلول درون لوله‌ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر در مقابل شاهد خوانده شد و میزان این شاخص محاسبه گردید. مجموع بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N) طبق روش Jeon و همکاران (۲۰۰۲) سنجش گردید، بدین ترتیب که ۱۰ گرم نمونه همراه با ۲ گرم اکسیدمنیزیم و ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر داخل بالن کلدال ریخته شد، سپس بالن به دستگاه وصل و به آن حرارت داده شد. در انتهای دستگاه یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری نیز حاوی ۲۵ میلی لیتر محلول اسیدبوریك ۲٪ قرار داده شد. عمل تقطیر تا گذشت ۳۰ دقیقه از زمان جوشش مواد درون بالن ادامه

معنادار بود ($p < 0.05$) به طوری که در این روزها مقدار TVB-N در نمونه‌های یخ‌گذاری شده پس از ۶ ساعت بیشتر از تیمار شاهد و نمونه‌های یخ‌گذاری شده پس از ۳ ساعت بود. تغییرات TVB-N در طول دوره نگهداری در تیمار شاهد معنادار بود و کمترین مقدار آن در این تیمار در روز اول نگهداری برابر با $6/12$ میلی‌گرم نیتروژن در 100 گرم گوشت و بیشترین مقدار آن در پایان دوره مشاهده شد. در نمونه‌هایی که با تأخیر یخ‌گذاری شد، کمترین مقدار TVB-N در روز اول مربوط به تیمار ۳ ساعت تأخیر و بیشترین مقدار آن در روز آخر و مربوط به تیمار ۶ ساعت تأخیر تعیین شد.

جدول ۲ تغییرات مقادیر TVB-N (میلی‌گرم نیتروژن در 100 گرم گوشت) در تیمارها و زمان‌های مختلف

روز	شاهد	۳ ساعت تأخیر	۶ ساعت تأخیر
۱	$12/6 \pm 1/98^{Bb}$	$14/0 \pm 3/95^{Bd}$	$32/2 \pm 0/94^{Ab}$
۳	$19/6 \pm 3/95^{Bb}$	$28/0 \pm 0/0^{Bbc}$	$42/0 \pm 3/95^{Ab}$
۶	$28/0 \pm 3/40^{Ab}$	$50/4 \pm 1/80^{Aabc}$	$53/2 \pm 3/95^{Aab}$
۹	$30/8 \pm 3/95^{Ab}$	$58/8 \pm 2/30^{Aab}$	$58/8 \pm 2/0^{Aab}$
۱۲	$22/4 \pm 0/0^{Cb}$	$56/0 \pm 3/30^{Bab}$	$64/4 \pm 3/95^{Aab}$
۱۵	$92/4 \pm 2/0^{Aa}$	$72/8 \pm 4/30^{Aa}$	$86/8 \pm 2/90^{Aa}$

داده‌ها شامل میانگین \pm انحراف معیار است. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده معناداری در تیمارهای مختلف است ($p < 0.05$). حروف کوچک مختلف در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنادار در زمان‌های مختلف است ($p < 0.05$).

تغییرات pH در بین تیمارهای مختلف معنادار نبود ولی این شاخص در هرکدام از تیمارها در طول دوره نگهداری به طور معناداری تغییر کرد. در تیمار شاهد کمترین مقدار این شاخص در روز ۳ نگهداری و برابر با $7/11$ و بیشترین مقدار آن در روز آخر نگهداری برابر با $8/31$ بود. در نمونه‌هایی که با تأخیر یخ‌گذاری شدند نیز کمترین مقدار

این شاخص در نمونه‌های یخ‌گذاری شده پس از ۶ ساعت به طور معناداری بیش از نمونه‌های شاهد و یخ‌گذاری شده پس از ۳ ساعت تعیین شد ($p < 0.05$). تغییرات TBA در هرکدام از تیمارها در طول دوره نگهداری معنادار بود، به طوری که در تیمار شاهد و نمونه‌هایی که پس از ۳ ساعت یخ‌گذاری شده بودند، میزان TBA از روز اول تا روز ۱۲ به طور معناداری افزایش و در پایان دوره نگهداری کاهش یافت ($p < 0.05$). در حالی که در نمونه‌هایی که با ۶ ساعت تأخیر یخ‌گذاری شدند، مقدار تیوباربتوریک اسید در طول دوره به طور معناداری افزایش یافت به گونه‌ای که مقدار این شاخص در این تیمار در روز اول کمترین و برابر با $0/63$ و در روز آخر نگهداری بیشترین مقدار برابر با $4/58$ میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت را نشان داد.

جدول ۱ تغییرات مقادیر TBA (میلی‌گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت) در تیمارها و زمان‌های مختلف

روز	شاهد	۳ ساعت تأخیر	۶ ساعت تأخیر
۱	$0/13 \pm 0/05^{Bf}$	$0/31 \pm 0/02^{Be}$	$0/63 \pm 0/09^{Af}$
۳	$0/71 \pm 0/21^{Ac}$	$0/66 \pm 0/16^{Ad}$	$0/85 \pm 0/02^{Ac}$
۶	$0/98 \pm 0/07^{Ad}$	$1/07 \pm 0/14^{Ac}$	$0/97 \pm 0/07^{Ad}$
۹	$1/79 \pm 0/00^{Bc}$	$1/87 \pm 0/33^{Bb}$	$2/74 \pm 0/16^{Ac}$
۱۲	$2/81 \pm 0/00^{Aa}$	$2/92 \pm 0/00^{Aa}$	$3/18 \pm 0/00^{Ab}$
۱۵	$2/14 \pm 0/00^{Bb}$	$2/52 \pm 0/10^{Ba}$	$4/59 \pm 0/21^{Aa}$

داده‌ها شامل میانگین \pm انحراف معیار است. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده معناداری در تیمارهای مختلف است ($p < 0.05$). حروف کوچک مختلف در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنادار در زمان‌های مختلف است ($p < 0.05$).

آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که تفاوت مقادیر TVB-N در بین تیمارهای مختلف در روزهای ۱، ۳ و ۱۲ نگهداری

pH در روز ۳ نگهداری برابر با ۷/۰۳ و بیشترین مقدار آن در پایان دوره و برابر با ۷/۷۴ بود.

جدول ۳ تغییرات مقادیر pH در تیمارها و زمان‌های مختلف

روز	شاهد	۳ ساعت تأخیر	۶ ساعت تأخیر
۱	۷/۲۷ ± ۰/۱۰ ^{Ad}	۷/۲۱ ± ۰/۸۵ ^{Ab}	۷/۱۵ ± ۰/۴۲ ^{Ad}
۳	۷/۱۱ ± ۰/۱۱ ^{Af}	۷/۰۵ ± ۰/۰۱ ^{Ac}	۷/۰۳ ± ۰/۰۱ ^{Ac}
۶	۷/۲۴ ± ۰/۲۷ ^{Ac}	۷/۲۰ ± ۰/۳۳ ^{Ab}	۷/۰۷ ± ۰/۰۱ ^{Ac}
۹	۷/۷۱ ± ۰/۳۰ ^{Ab}	۷/۵۵ ± ۰/۷۰ ^{Aa}	۷/۵۰ ± ۰/۰۵ ^{Ab}
۱۲	۷/۵۵ ± ۰/۲۰ ^{Ac}	۷/۵۷ ± ۰/۴۵ ^{Aa}	۷/۳۰ ± ۰/۴۷ ^{Ac}
۱۵	۸/۳۷ ± ۰/۵۰ ^{Aa}	۷/۶۲ ± ۰/۱۴ ^{Aa}	۷/۷۴ ± ۰/۶۰ ^{Aa}

داده‌ها شامل میانگین ± انحراف معیار است. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده معنادار در تیمارهای مختلف است ($p < 0/05$). حروف کوچک مختلف در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنادار در زمان‌های مختلف است ($p < 0/05$).

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به شمارش باکتری‌های کل نشان داد که تفاوت مقادیر این شاخص در بین تیمارهای مختلف در روزهای ۹ و ۱۵ نگهداری معنادار بوده است ($0/05$)، به طوری که روز نهم، میزان باکتری‌های کل در نمونه‌هایی که پس از ۶ ساعت یخ‌گذاری شدند، به طور معناداری بیش از تیمار شاهد و نمونه‌های یخ‌گذاری شده پس از ۳ ساعت بود و در روز آخر نگهداری مقدار TVC در همه نمونه‌هایی که با تأخیر یخ‌گذاری شدند، بیش از نمونه‌های شاهد تعیین شد. تغییرات میزان باکتری‌های کل در تیمار شاهد معنادار بود و کمترین مقدار باکتری‌ها در این تیمار در روز اول و برابر با $1/78 \log(\text{cfu/g})$ و بیشترین مقدار آن در روز ۱۲ برابر با $4/53 \log(\text{cfu/g})$ مشاهده شد. همچنین آنالیز آماری نشان داد که تغییرات میزان باکتری‌های کل در همه نمونه‌هایی که با تأخیر یخ‌گذاری شدند، در طول دوره معنادار بوده به گونه‌ای که روز اول کمترین مقدار برابر با $2/15 \log(\text{cfu/g})$ و به تدریج تا روز ۱۲ افزایش یافت

و بیشترین مقدار آن در روز ۱۲ برابر با $4/86 \log(\text{cfu/g})$ تعیین شد.

جدول ۴ تغییرات مقادیر TVC (log cfu/g) در تیمارها و زمان‌های مختلف

روز	شاهد	۳ ساعت تأخیر	۶ ساعت تأخیر
۱	۱/۷۸ ± ۰/۲۸ ^{Ae}	۲/۲۴ ± ۰/۲۳ ^{Ac}	۲/۱۵ ± ۰/۱۲ ^{Ad}
۳	۲/۹۱ ± ۰/۰۷ ^{Ad}	۲/۹۰ ± ۰/۲۸ ^{Ad}	۳/۰۶ ± ۰/۰۷ ^{Ac}
۶	۳/۵۳ ± ۰/۲۲ ^{Ac}	۳/۵۷ ± ۰/۲۵ ^{Ac}	۳/۸۱ ± ۰/۱۴ ^{Ab}
۹	۴/۲۰ ± ۰/۱۹ ^{Bab}	۴/۲۷ ± ۰/۲۵ ^{Bb}	۴/۷۰ ± ۰/۱۷ ^{Aa}
۱۲	۴/۵۳ ± ۰/۲۱ ^{Aa}	۴/۸۷ ± ۰/۱۷ ^{Aa}	۴/۸۶ ± ۰/۴۳ ^{Aa}
۱۵	۴/۰۷ ± ۰/۱۱ ^{Bb}	۴/۷۰ ± ۰/۳۶ ^{Ab}	۴/۸۳ ± ۰/۲۸ ^{Aa}

داده‌ها شامل میانگین ± انحراف معیار است. حروف بزرگ متفاوت در هر سطر نشان‌دهنده معنادار در تیمارهای مختلف است ($p < 0/05$). حروف کوچک مختلف در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنادار در زمان‌های مختلف است ($p < 0/05$).

بحث

در پژوهش حاضر، میزان TBA در تیمار شاهد و نمونه‌هایی که پس از ۳ ساعت یخ‌گذاری شدند، به تدریج افزایش و در پایان دوره کاهش یافت. چنین الگویی در نتایج محققان دیگر در ارتباط با نگهداری ماهیانی مانند کیلکای آنچوی (*Clupeonella engrauliformis*) (Rezaei et al., 2003) و ماکرل (*Scomber scombrus*) (Saeed and Howel, 2001) در یخ حاصل شد. محققان این کاهش را به واکنش احتمالی مالون آلدهید با انواع ترکیبات یا اجزای موجود در عضلات از جمله پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه آزاد نسبت داده‌اند (Namulema et al., 1999). برخی از محققان نیز دلایل کاهش TBA را پس از زمان مشخص بر اثر واکنش مالون دی آلدهید با اسیدهای آمینه ماهی، تشکیل ترکیبات اضافی کربونیل یا واکنش مالون دی آلدهید با میوزین بیان کردند (Silva and Ammerman, 1993). اما در نمونه‌هایی که پس از ۶

ساعت یخ‌گذاری شد، میزان TBA از ابتدای دوره به تدریج افزایش یافت و در پایان دوره به بیشترین مقدار خود رسید. بالا بودن مقدار TBA در این نمونه‌ها تا پایان دوره نگهداری نشان از بالا بودن فساد دارد. روند افزایشی این شاخص به دلیل افزایش آهن آزاد و دیگر پراکسیدان‌ها در ماهیچه و همچنین تولید آلدئیدها از محصولات ثانویه حاصل از شکست هیدروپراکسیدها است. در تحقیقی که از سوی Raufi و همکاران (۲۰۱۴) در ارتباط با تأثیر یخ‌گذاری بر ماهی سفید انجام دادند، مشخص شد که میزان TBA در هر دو تیمار یخ‌گذاری شده بلافاصله پس از صید و یخ‌گذاری شده با تأخیر افزایش یافت اما میزان این شاخص در تیمار شاهد کمتر از تیمار دیگر بود که به معنای شرایط بهتر آن نسبت به تیمار یخ‌گذاری شده با تأخیر است.

در این مطالعه، TVB-N در روزهای ۱، ۳ و ۱۲ در نمونه‌هایی که پس از ۶ ساعت یخ‌گذاری شد، به‌طور معناداری بیش از نمونه‌های دو تیمار دیگر بود. میزان TVB-N در نمونه‌هایی که پس از ۳ ساعت یخ‌گذاری شدند از روز ۶ نگهداری و در نمونه‌هایی که پس از ۶ ساعت یخ‌گذاری شدند، از روز ۳ نگهداری از حد مجاز بیشتر گردید. مقدار این شاخص در نمونه شاهد به‌طور معناداری افزایش یافت، اما در تمام طول دوره بجز روز آخر نگهداری از حد قابل قبول پایین‌تر بود. از آنجا که TVB-N شامل متابولیت‌هایی است که بر اثر فساد باکتریایی تولید می‌گردد، بنابراین افزایش بیش از حد آن در روزهای اولیه نگهداری در تیمارهایی که با تأخیر یخ‌گذاری شدند، نشان می‌دهد که تأخیر در سردسازی و کاهش دمای ماهی پس از صید می‌تواند فساد باکتریایی را تسریع بخشد، به‌ویژه در این پژوهش که از ماهیان سوریمی تهیه شد و این محصول نسبت به فیله و ماهی

کامل سطح تماس بیشتری داشته و حساسیت بیشتری نسبت به فساد و رشد باکتری‌ها دارد.

یکی از ویژگی‌های اصلی گوشت ماهی، pH بالای آن پس از مرگ است. میزان pH عضله ماهی زنده نزدیک ۷ است. در هر حال pH ماهی پس از مرگ براساس فصل، گونه و فاکتورهای دیگر از ۶-۷ تغییر می‌کند (Arashisara et al., 2004). در پژوهش حاضر در همه تیمارها میزان pH ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت. همچنین افزایش pH با گذشت زمان نگهداری را می‌توان به تولید ترکیبات فرار (مانند آمونیاک و تری‌متیل آمین) حاصل از فعالیت باکتری‌های فاسدکننده ماهی نیز نسبت داد (Hyytia et al., 2001; Ruiz-Capillas and Moralm 1999). در پژوهش Parashide و همکاران که درباره بررسی تأثیر زمان یخ‌گذاری بر کیفیت میگوی وانامی انجام شد، میزان pH در همه تیمارها روند صعودی نشان داد که علت را افزایش ناشی از تولیدات باکتریایی حاصل از آمین‌های فرار طی فرایند فساد دانستند. نتایج تحقیق Raufi و همکاران در بررسی اثرهای تأخیر در یخ‌گذاری بر فاکتورهای کیفی ماهی سفید نشان داد که pH در طی دوره در همه تیمارها افزایش یافت. پس از مرگ ماهی به دلیل فعالیت آنزیم‌های اتولیتیک و باکتری‌های پروتئولیتیک فاسد کننده ماهی متابولیت‌های قلیایی تولید شده و pH افزایش می‌یابد، در صورتی که شرایط و دمای نگهداری ماهی پس از صید مناسب نباشد این افزایش با سرعت و شدت بیشتری صورت می‌گیرد.

گوشت ماهی حاوی ترکیبات مناسبی برای رشد میکروب‌ها است، بنابراین حضور باکتری‌ها یکی از دلایل کاهش کیفیت ماهی در طول دوره نگهداری است. هرچند به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده که بار میکروبی اولیه ماهیان آب شیرین متفاوت است و به عواملی چون وضعیت آب و

فساد دیده می‌شود. تأخیر در یخ‌گذاری کپور معمولی نیز به شدت بر کیفیت سوریمی تولید شده از آن مؤثر بوده و باعث افت کیفیت آن در همان روزهای اول نگهداری در یخچال می‌شود. با توجه به اینکه سوریمی نسبت به فیله ماهی سطح تماس بیشتری با محیط دارد، سریع‌تر دچار فساد می‌شود بنابراین در تحقیقات آتی اثر تأخیر در یخ‌گذاری بر کیفیت فیله ماهی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Arashisara, S., Hisara, O., Kayab, M. and Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 97: 209–214.

Arsalan, A., Dincoglu, A. and Gonulalan, Z. 2001. Fermented *Cyprinus Carpio* Sausage. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 25: 667-673.

Ben-Gigirey, B., Vieites Baptista de Sousa, J. M., Villa, T. G. and Barros- Velazquez, J. 1998. Changes in biogenic amines and microbiological analysis in albacore (*Thunnus alalunga*) muscle during frozen storage. *Journal of Food Protection*, 6: 608–615.

Campo, L. and Tovar, C. 2008. Influence of the starch content in the of surimi gels. *Journal of Food Engineering*, 84: 140-147.

Christos, A., Bentis, A. Z. and Dimitrios, P. 2005. Production of fish-protein products (surimi) from small pelagic fish (*Sardinopsilchardusts*), underutilized by the industry. *Journal of Food Engineering*, 68: 303-308.

Dragoev, S. G., Kiosev, D. D., Danchev, S. A., Ionchev N. I. and Genv N. S. 1998. Study on oxidative processes in frozen fish Bulgarian. *Journal of Agriculture Sciences*, 4: 55-65.

Fisher, J. and Deng, J. C. 1977. Catalysis of lipid oxidation a study of mullet (*Mugil cephalus*) dark flesh and emulsion model system. *Journal of Food Science*, 42: 610-614.

دمای محیط پرورش وابسته است، اما شمارش کل باکتری‌های مزوفیل هوازی اولیه برای گونه‌های مختلف آب شیرین $2-6 \log \text{cfu/g}$ پیشنهاد شده است (Gimenez et al., 2002; Arashisara et al., 2004). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در روزهای ۹ و ۱۵ میزان TVC در نمونه‌هایی که با تأخیر یخ‌گذاری شد، بیش از تیمار شاهد بود. همچنین در نتایج به‌دست آمده مشاهده می‌شود که در همه تیمارها مقدار باکتری‌های کل در طول دوره نگهداری به تدریج افزایش یافت و کمترین مقدار این شاخص در همه تیمارها در روز اول و بیشترین مقدار آن در روز ۱۲ نگهداری تعیین شد. مقدار باکتری‌های کل در ابتدا و در پایان دوره نگهداری در نمونه‌هایی که با تأخیر یخ‌گذاری شدند، بیش از تیمار شاهد بود. افزایش بار باکتریایی کل در گوشت ماهی حین نگهداری ثابت شده است (Lyon and Reddmann, 2000; Fan et al., 2008). این نتایج با یافته‌های Raoufi و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی کیفیت ماهی سفید تحت تأثیر تأخیر در یخ‌گذاری، همخوانی دارد. شمار بالایی از بار میکروبی می‌تواند در محصول خام پیدا شود که وابسته به شرایط نگهداری و دستکاری است (Gonzalez-Fandosa et al., 2004). تأخیر در یخ‌گذاری و سردسازی ماهی، سبب رشد و فعالیت سریع باکتری‌ها پس از صید می‌شود. بنابراین رعایت اصول نگهداری و حمل و نقل ماهی پس بلافاصله پس از صید، تأثیر زیادی در جلوگیری از فساد باکتریایی دارد.

به‌طور کلی یخ با وجود همه مزایا و ویژگی‌هایی که دارد، فقط در نگهداری کوتاه مدت می‌تواند باعث حفظ کیفیت ماهی و سوریمی تولیدی از آن شود. در این پژوهش کیفیت سوریمی تولید شده از ماهی کپوری که بلافاصله پس از صید یخ‌گذاری شده بود تا ۱۲ روز بدون هیچ‌نگه‌دارنده‌ای در یخچال حفظ شد و پس از آن علائم

- Raufi, P., Ojagh. S. M., Shabanpour, B. and Yahyaei, M. 2014.** Effects of delayed icing on the quality characteristics of *Rutilus frisii kutum*. *Journal Food Science and Technology*, 12: 21-30. (Abstract in English)
- Rezaei, M., Sahari, M. A., Safari, M., Moini, S. and Ghafari, F. 2003.** Quality comparison of Anchovy kilka (*Clupeonella engrauliformis*) in two methods transporation and temporary storage of cold. *Iranian Journal of Fisheries*, 12 (3): 97-108. (In Persian)
- Ruiz-Capillas, C. and Moral, A. 2001.** Residual effect of CO₂ on hake (*Merluccius merluccius* L.) stored in modified and controlled atmospheres. *European Food Research and Technology*, 212: 413-420.
- Salih, A. M., Smith, D. M., Price, J. F. and Dawson, L. E. 1987.** Modified extraction 2-thiobarbituric acid method for measuring lipid oxidation in poultry. *Poultry Science*, 66: 1483-1488.
- Sallam, K. I. and Samejima, K. 2004.** Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *LWT-Food Science Technology*, 37: 865-871.
- Saeed, S. and Howell N. K. 2001.** 12-lipoxygenase activity in the muscle tissue of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) and its prevention by antioxidants. *Journal of Science Food*, 81: 745-750.
- Silva, J. L. and Ammerman G. R. 1993.** Composition, lipid change, and sensory evaluation of two sizes of channel catfish during frozen storage. *Journal of Applied Aquaculture*, 2: 39-49.
- Venugopal, V. and Shahidi, F. 1995.** Value-added products from underutilized fish species. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35(5): 431-453.
- Yong, H. and Park, J. W. 1998.** Effects of starch properties and thermal-processing conditions on surimi-starch gels. *Lebensmittel Wissenschaft Technologie*, 31: 344-353.
- Garcia Fernandez, M. C. 2004.** Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method. *Journal of Food Microbiology*, 21: 193-201.
- Gimenez, B., Roncales, P. and Beltran, J. A. 2002.** Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of Science Food and Agriculture*, 84: 1154-1159.
- Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Linares, M. C., Villarino-Rodriguez, A., Garcha-Arias, M. T. and Hosseini, S. V., Hamzeh, A., Moslemi, M., Babakhani Lashkan, A., Iglesias, A. and Feas, X. 2013.** Effect of Delayed Icing on Biogenic Amines Formation and Bacterial Contribution of Iced Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Molecules*, 19: 15464-15473.
- Hyttia, E., Hielm, S., Morkkila, M., Kinnunen, A. and Korkeala, H. 1999.** Predicted and observed growth and toxigenesis by *Clostridium botulinum* type E in vacuum-packaged fishery products challenge tests. *International Journal of Food Microbiology*, 47: 161-169.
- Jeon, Y. J., Kamil, J. Y. and Shahidi, F. 2002.** Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and atlantic cod. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 5167-5178.
- Lyon, W. J. and Reddmann, C. S. 2000.** Bacteria associated with processed crawfish and potential toxin production by *Clostridium botulinum* type E in vacuum packaged and aerobically packaged crawfish tails. *Journal of Food Protection*, 63: 1687-1696.
- Martin-Sanchez, A. M., Navarro, C., Perez-Alvarez, J. A. and Kuri, V. 2009.** Alternatives for efficient and sustainable production of surimi: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8: 359-374.
- Namulema, A., Muyonga, J. H. and Kaaya, A. N. 1999.** Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C. *Food Research International*, 32: 151-156.
- Parashideh, N., Alizadeh Doughikollae, E. and Mohammadi, M. 2014.** Effect of icing time on the quality of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Food sciences and Technology*, 12: 1-12. (Abstract in English)



Effect of delayed icing of common carp (*Cyprinus carpio*) on the quality of produced surimi

Narges Anoosheh¹, SeyedVali Hosseini^{2*}, Hojat Mirsadeghi³

1. M.Sc. Student, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj
2. Associate Prof., Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj
3. M.Sc. Student, Department of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and natural Science, Gorgan

*Corresponding Author: hosseinisv@ut.ac.ir

Abstract

The effect of delayed icing of common carp (*Cyprinus carpio*) on the quality of the produced surimi was investigated. The fish were divided into three groups after trapping; one group was kept in ice immediately, while the second and third groups were kept in ice after 3 and 6 hours delay, respectively. The produced surimi from these fish groups were stored in refrigerator for 15 days, after which were tested chemically (TBA, TVB-N, pH) and microbially (total bacteria count) every 3 days. Results showed that TBA in 6 hours delay treatment was significantly higher than that in control and 3 hours delay. TBA levels in control plots increased until day 12 and then decreased, while in 6 hours delay an increasing trend until the end of the period was recorded. The TVB-N in the ice delayed samples exceeded the allowable level after 3 days storage, while in control treatment it exceeded the limit at the end of the period. PH values in different treatments showed no significant differences. The lowest pH value (7.03) was recorded in 6 hours delay treatment and the highest pH value (8.37) was recorded in the control at the end of the storage period. The total bacterial counts (TVC) increased in all treatments during the period and the maximum of TVC (4.68 log cfu / g) was recorded in 6-hour delay samples. Based on these results, the delayed icing of common carp lead to loss of produced surimi quality.

Key words: Surimi, Common carp, Stored in ice, Shelf life