نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۴، ص. ۶۵۳-۶۴۳

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 5, Dec - Jan 2015, p. 643-653

تاثیر نمک‌سود کردن مرطوب روی کیفیت ماهی کپور نقره‌ای هنگام نگهداری در یخچال

معصومه ملاشاهی[۱]، ابراهیم علیزاده دوغیکلایی[۲*]، قربانعلی مهقانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۱۴

چکیده

نمک‌سود کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری جهت افزایش زمان ماندگاری ماهی است. هدف این مطالعه بررسی تغییرات شیمیایی، میکروبی و ارزیابی حسی ماهی کپور نقره‌ای بعد از نمک‌سود کردن مرطوب هنگام نگهداری در یخچال می‌باشد. ماهیان پس از نمک‌سود شدن با غلظت‌های ۱۰٪ و ۲۰٪ در یخچال (۴°C) نگهداری شدند. فراسنجه‌های شیمیایی (مقادیر رطوبت، پروتئین، نمک، PV ، TBA)، pH ، فراسنجه‌های میکروبی (TVC، PTC و هالوفیل‌ها) و ارزیابی حسی در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ اندازه‌گیری شدند. افزایش جذب نمک موجب کاهش رطوبت گردید. میزان pH و پروتئین طی نگهداری در یخچال کاهش یافت. نتایج این تحقیق افزایش معنی‌دار TBA و PV ماهیان نمک سود شده با غلظت ۲۰٪ را نسبت به ۱۰٪ نشان می‌دهد. میزان باکتری‌های هوازی مزوفیل و هالوفیل در هر دو تیمار افزایش و میزان باکتری‌های سرمادوست کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی کاهش معنی‌دار خصوصیات حسی را نشان دادند. استفاده از نمک‌ها بعنوان نگهدارنده‌های طبیعی جهت افزایش زمان ماندگاری ماهی هنگام نگهداری در یخچال می‌تواند موثر باشد. نتایج این مطالعه نمک سود کردن مرطوب با غلظت ۱۰٪ را برای ماهی کپور نقره‌ای توصیه می کند.

واژه‌های کلیدی: نمک سود کردن، پیکل، کپور نقره‌ای، فراسنجه‌های میکروبی

مقدمه

سیر رو به رشد جمعیت جهان و متعاقب آن افزایش نیازهای پروتئینی باعث شده است که بشر به مصرف آبزیان از جمله ماهی روی‌آورد (Feldhusen, 2000). ماهی به علت دارا بودن مقادیر بالای ترکیبات نیتروژن‌دار در مقایسه با گوشت گاو، گوسفند و طیور سریع‌تر فاسد می‌شود، بنابراین یا باید به سرعت مصرف شود و یا به یکی از روش‌های نگهداری مانند نمک‌سود، دودی‌کردن و یا انجماد از فساد آن جلوگیری نمود (De Silva, 2002). نمک‌سود کردن ماهی یک روش سنتی عمل‌آوری در بیشتر کشورهای دنیا از جمله ایران است. روش‌های نمک‌سود کردن و محصولات نمک‌سود شده با یکدیگر متفاوت است (Zugarramurdi *et al.*, 1980). حتی در نواحی مختلف نیز میزان نمک مورد استفاده در فرآیند نمک‌سود کردن متفاوت می‌باشد (Rørå *et al.*, 2005; Cardinal *et al.*, 2001).

نمک‌سود کردن همزمان با نفوذ نمک به داخل ماهیچه‌های ماهی و خروج آب از بافت انجام می‌شود (Sannaveerappa *et al.*, 2004) که منجر به توقف یا کاهش فعالیت میکروبی و آنزیمی می‌گردد (Fuentes *et al.*, 2008; Connell, 1995).

نمک‌سود کردن مرطوب به روش پیکل یکی از روش‌های نمک سود کردن است که در آن از نمک خشک استفاده می‌شود و آب خارج شده از عضله در زمان نمک‌سود کردن در ظرف باقی می‌ماند. این روش موجب نگهداری بهتر ماهی در برابر فساد بیولوژیک و همچنین طعم برتر و توزیع بهتر نمک در بافت می‌شود (Maas-van Berkel *et al.*, 2004). اهمیت این روش در مقایسه با سایر روش‌های نمک-سود کردن حفاظت تحت شرایط اکسید شدگی و شور شدن سریع به دلیل سرعت نفوذ نمک در بافت ماهی است (Martínez-Alvarez *et al.*, 2005). تأثیر روش نمک‌سود کردن بر تغییرات وزن ماهی نشان می‌دهد که ماهی نمک‌سود شده به روش مرطوب دارای وزن بالاتری نسبت به ماهی نمک‌سود شده به روش خشک می‌باشد (Gallart-Jornet *et al.*, 2007a; Aitken *et al.*,1969). همچنین فیله آب‌نمک گذاری شده در مقایسه با فیله نمک‌سود خشک دارای وزن بالاتری می‌باشد (Birkeland *et al.*, 2003).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری محصولات شیلاتی، دانشیار گروه شیلات و کارشناس آزمایشگاه کنترل کیفیت ماهیان خاویاری، دانشگاه زابل، گلستان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email :alizadeh@uoz.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدار نمکی که به ماهی اضافه می‌گردد به سه حد سبک، متوسط، سنگین تقسیم می‌شود که اختلاف هر یک صرفاً به مقدار نمک اضافه شده بستگی دارد. اگر مقدار نمک در حد نمک‌سود سبک باشد، معمولاً این مقدار نمک در حد مناسب برای جلوگیری از رشد باکتری‌های عامل فساد نبوده و لازم است محصول تا شروع عملیات بعدی در سرما نگهداری شود. مزیت‌های عمده‌ی تولید ماهی نمک-سود سبک را می‌توان در تمایل مصرف‌کننده برای استفاده از محصولی با شوری پایین به علت عدم ابتلاء به بیماری فشار خون (Ureti *et al.*, 2004)، افزایش بازده محصول (Gallart-Jornet *et al.*, 2007a)، فرآورده با کیفیت و استفاده مستقیم فرآورده شور (Chiralt *et al.*, 2001) خلاصه کرد. ماهیانی که بصورت سنگین نمک‌سود می‌شوند معمولا در حدود ۳۰-۱۸٪ نمک دارند. بر پایه‌ی غلظت نمک بکار رفته در فرآوری محصولات دریایی، نمک قادر خواهد بود سرعت رشد میکروارگانیسم‌های عامل فساد و برخی از باکتری‌های عامل مسمومیت غذایی را کاهش دهد، البته در حال حاضر دلیل اصلی شورکردن مواد غذایی در کشورهای پیشرفته بهبود طعم محصول است، ولی به هر حال کلرورسدیم دارای خواص نگهدارندگی قابل توجهی است (Creighton, 1993).

یکی از فعالیت‌های مهم آبزی‌پروری در کشور ما، پرورش ماهی به ویژه پرورش ماهی کپور نقره‌ای (فیتوفاگ) است. به دلیل تولید زیاد ماهی کپور نقره‌ای و تولید محصولی با طعم بهتر برای ارائه به بازار، در این تحقیق بررسی فیزیکوشیمیایی، میکروبی و ارزیابی حسی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده به روش پیکل هنگام نگهداری در یخچال (۴°C) ضروری می باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

۳۰ عدد ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmicthys molitrix*) با وزن تقریبی ۵۰ ± ۵۳۰ گرم در اواسط مهر ماه ۱۳۹۱ از بازار ماهی فروشان شهرستان بندر ترکمن خریداری و بلافاصله توسط جعبه‌های یونولیت به همراه پودر یخ به آزمایشگاه کنترل کیفیت ماهیان خاویاری واقع در جزیره آشوراده انتقال داده شدند. سپس با رعایت شرایط بهداشتی بصورت دستی تخلیه شکمی و شستشو صورت گرفت تا کلیه مواد لزج و آلودگی‌ها از سطح ماهی پاک شوند. ماهیان پس از توزین با غلظت ۱۰٪ (۱۰ گرم نمک به ازای هر ۱۰۰ گرم گوشت) و غلظت ۲۰٪ (۲۰ گرم نمک به ازای هر ۱۰۰ گرم گوشت) به روش مرطوب نمک‌سود و در یخچال (۴°C) نگهداری شدند. فراسنجه های شیمیایی، میکروبی و ارزیابی حسی در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش‌ها با ۲ تیمار نامبرده در ۳ تکرار انجام شدند.

روش‌ها

فراسنجه‌های شیمیایی: اندازه‌گیری رطوبت و پراکسید (Peroxide value) مطابق روش AOAC (۲۰۰۲)، پروتئین به روش کجلدال (AOAC, 1995)، نمک به روش AOAC (۱۹۹۵)، pH به روش AOAC (۱۹۹۵) و تیوبار بیتوریک اسید (Thiobarbituric acid) مطابق روش Namulema و همکاران (۱۹۹۹) در کل دوره اندازه‌گیری شدند.

فراسنجه‌های میکروبی: ۱۰ گرم از گوشت ماهی با ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی (NaCl ۰/۸۵٪) توسط دستگاه استومیکر به مدت ۶۰ ثانیه به خوبی مخلوط شدند. ۰/۱ میلی لیتر از نمونه‌های تهیه شده بر روی محیط کشت (Plate Count Agar) بطور سطحی پخش شد. با افزودن نمک با توجه به درصد نمونه نمک سود شده محیط کشت اختصاصی هالوفیل تهیه گردید. در صورت نیاز (بالا بودن تعداد باکتری‌ها در یک پلیت) رقیق سازی نمونه‌ها (تا رقت نهایی ۴) در محلول سرم فیزیولوژی انجام شد. پلیت‌های کشت داده شده مربوط به شمارش باکتری‌های هوازی مزوفیل و هالوفیل‌ها بعد از ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری به ترتیب در دماهای ۳۷ و ۲۹ درجه سانتی‌گراد (Sukriye *et al.*, 2004) و پلیت‌های مربوط به باکتری-های سرمادوست بعد از ۱۰ روز گرمخانه گذاری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد شمارش شدند (McMeekin *et al.*, 1993). پس از اتمام زمان گرمخانه گذاری، کلنی‌ها پس از شمارش در عکس رقت مورد استفاده ضرب و بر وزن نمونه برداشته شده تقسیم گردید. سپس لگاریتم آنها گرفته شد تا لگاریتم تعداد کلنی در واحد وزن (log cfu/g) بدست آید.

ارزیابی حسی: برای ارزیابی حسی، ماهی ها به مدت ۱۵ دقیقه در مایکروویو بخارپز شدند. بدین منظور از یک گروه پانل متشکل از ۲۰ نفر آموزش دیده استفاده شد. پرسشنامه مورد نظر بر اساس روش هدونیک (ASTM, 1969) جهت امتیازدهی به ماهی ها در اختیار ارزیابان قرار گرفت. این افراد سپس نظرات خود را پس از ارزیابی طعم، بو، بافت و رنگ تیمارها روی پرسش نامه‌ها منتقل کردند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل آماری داده های حاصل از دو تیمار از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و برای بررسی تفاوت بین میانگین‌ها در زمان‌های مختلف برای یک تیمار و بین دو تیمار در یک زمان از آزمون LSD در سطح معنی‌دار ۵٪ =α استفاده گردید. جهت ارزیابی آماری داده‌های حسی در زمان‌های مختلف از آزمون کروسکال والیس و ارزیابی حسی بین تیمارها از آزمون من ویتنی یو استفاده گردید. برای انجام آنالیزهای آماری از نرم افزار SPSS نگارش ۱۶ استفاده گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

فراسنجه‌های شیمیایی

مقادیر نمک

انتشار نمک در ماهیچه به غلظت نمک وابسته است (Del Valle, 1967). با افزایش غلظت نمک از ۱۵ درصد به ۲۷ درصد در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد، میزان نمک عضله ماهی ساردین نمک-سود شده از ۹/۰۶ درصد به ۱۳/۳۹ درصد می‌رسد (Corzo *et al.*, 2004). مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش غلظت نمک از ۱۰٪ به ۲۰٪ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد میزان نمک عضله ماهی نمک‌سود شده پس از ۱۲روز نگهداری از ۱۰/۰۷ به ۱۳/۶۰ رسید که بیانگر افزایش جذب نمک در غلظت بیشتر نمک بود. نتایج وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) را بین دو تیمار در زمانهای مختلف نشان می دهد (جدول ۱).

جدول ۱- تغییرات مقادیر نمک در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۵/۷۸±۰/۳۰ ^{Bd}	۱۰/۰۷±۰/۴۲ ^{Ad}
۳	۶/۵۰±۰/۲۹ ^{Bc}	۱۰/۸۶±۰/۲۹ ^{Ac}
۶	۶/۹۳±۰/۱۶ ^{Bbc}	۱۲/۵۳±۰/۴۰ ^{Ab}
۹	۷/۴۰±۰/۴۰ ^{Bab}	۱۳/۱۴±۰/۱۲ ^{Aab}
۱۲	۷/۸±۰/۳۹ ^{Ba}	۱۳/۶۰±۰/۴۴ ^{Aa}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

مقادیر رطوبت

جدول ۲ کاهش معنی‌دار ($P<0/05$) میزان رطوبت در ماهی نمک سود شده با غلظت‌های مختلف را طی نگهداری در یخچال نشان می‌دهد که این کاهش با افزایش غلظت نمک در تیمار ۲۰٪ به خوبی قابل مشاهده است. غلظت بالای نمک منجر به کاهش بیشتر رطوبت می‌گردد (Hernández-Herrero *et al.*, 1999). در غلظت بالای ۱۳ تا ۱۵ درصد نمک، فیله‌ی ماهی کاد آب از دست داده و نمک جذب می‌کند (Deng, 1977). میزان رطوبت پس از نمک‌سود کردن کاهش می‌یابد که این کاهش به دلیل افزایش آب‌زدائی از گوشت می‌باشد. همزمان با ورود نمک به عضله، آب از عضلات خارج و میزان رطوبت کاهش می‌یابد (Gallart-Jornet *et al.*, 2007b). در نتیجه با افزایش غلظت نمک از ۱۰٪ به ۲۰٪ ، آب بیشتری از عضلات به بیرون خارج شده و رطوبت به میزان معنی‌داری ($P<0/05$) کاهش می‌یابد.

جدول ۲- تغییرات مقادیر رطوبت در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۷۵/۲۷±۱/۴۸ ^{Aa}	۶۵/۳۲ ±۰/۸۰ ^{Ba}
۳	۷۱/۷۰±۰/۷۰ ^{Ab}	۶۲/۴۵ ±۰/۸۵ ^{Bb}
۶	۷۱/۱۷±۰/۷۷ ^{Ab}	۵۸/۳±۰/۵۳ ^{Bc}
۹	۶۸/۵۳±۰/۹۸ ^{Abc}	۵۸/۰۳ ± ۰/۸۰ ^{Bc}
۱۲	۶۶/۲۰±۰/۵۳ ^{Ac}	۵۶/۹۶ ± ۰/۲۷ ^{Bcd}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

مقادیر pH

نمک‌سود کردن بر میزان اسیدیته تأثیرگذار است بگونه‌ای که pH در طی مراحل مختلف نمک‌سود کردن کاهش می یابد (Thorarinsdottir *et al.*, 2001). pH تیمارها بجز در روز صفر اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) را طی نگهداری در یخچال نشان می‌دهد (جدول ۳) که مقادیر آن به آرامی کاهش یافت. این روند به خوبی قابل مشاهده بوده، بطوریکه به کمترین مقدار خود در روز ۱۲ رسید. در فرآیند نمک‌سود کردن غلظت نمک نه تنها روی فعالیت آبی تاثیر می‌گذارد، بلکه باعث کاهش pH به علت از دست رفتن آب و جذب نمک می‌شود (Erikson *et al.*, 2004). در مطالعه حاضر میزان pH در تمام تیمارهای نمک‌سود شده کاهش یافت. در تیمارهای ۱۰٪ و ۲۰٪ میزان pH به ترتیب در محدوده‌ی ۶/۰۴-۶/۹ و ۵/۴-۶/۸ بود. مقدار اسیدیته فیله ماهی کاد با افزایش غلظت نمک به علت ورود یون‌های نمک به درون سلول‌های عضله ماهی نمک-سود شده، کاهش می یابد (Munasinghe, 1999). با افزایش غلظت نمک میزان pH کاهش یافت (Jittinandana *et al.*, 2002).

مقادیر پروتئین

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که میزان پروتئین ماهیان نمک سود شده هنگام نگهداری دریخچال روندی کاهشی داشته و این اختلاف بعد از روز سوم بین تیمارها معنی‌دار ($P<0/05$) بود. با افزایش غلظت نمک، میزان پروتئین در ماهی کاد نمک‌سود شده کاهش می‌یابد (Bligh *et al.*, 1986). چنین روندی در مطالعه حاضر نیز مشاهده گردید. این تغییرات در تیمار ۱۰٪ و ۲۰٪ به ترتیب بین ۱۶/۵۷٪ تا ۱۵/۴۳٪ و ۱۶/۵۷٪ تا ۱۵/۰۸٪ بود. یکی از اصلی‌ترین تغییرات بیوشیمیایی که در طول فرآیند نمک‌سود کردن اتفاق می‌افتد، کم شدن میزان پروتئین‌ها می‌باشد (Aristoy *et al.*, 1991). هنگام نگهداری ماهی نمک سود شده ترکیبات محلول در آب از ماهی خارج و نمک وارد بافت عضله می گردد. این ترکیبات شامل پروتئین‌های

Archive of SID

www.SID.ir

سارکوپلاسمیک هستند که دارای مقادیر بالایی از ترکیبات ازت‌دار غیر پروتئینی می‌باشند. در این تحقیق نیز میزان پروتئین‌ها در انتهای دوره‌ی نگهداری در هر دو تیمار کاهش یافت. همچنین نمک‌سود کردن تیلاپیا موجب کاهش میزان پروتئین در محصول می شود (Nketsia-Tabiri *et al.*, 1995).

جدول ۳- تغییرات مقادیر pH در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۶/۹۰ ±۰/۱۰ ^{Aa}	۶/۸۰ ±۰/۰۹ ^{Aa}
۳	۶/۵۴± ۰/۰۵ ^{Ab}	۶/۲۵±۰/۲۵ ^{Bcd}
۶	۶/۳۶± ۰/۱۱ ^{Ac}	۵/۷۸±۰/۲۰ ^{Bb}
۹	۶/۱۴ ±۰/۰۵ ^{Ad}	۵/۶۲ ±۰/ ۱۲ ^{Bcd}
۱۲	۶/۰۴ ± ۰/۰۵ ^{Ad}	۵/۴۰ ± ۰/۱۰ ^{Bd}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول ٤- تغییرات مقادیر پروتئین در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۱۶/۵۷±۰/۱۳ ^{Aa}	۱۶/۵۷ ±۰/۲۰ ^{Aa}
۳	۱۶/۲۵± ۰/۱۳^{Ab}	۱۶/۱۷±۰/۱۱^{Ab}
۶	۱۶/۰۴± ۰/۰۶ ^{Ab}	۱۵/۶۷±۰/۲۰^{Bc}
۹	۱۵/۷۰ ±۰/۱۶ ^{Ac}	۱۵/۳۸ ±۰/۱۱^{Bcd}
۱۲	۱۵/۴۳ ± ۰/۰۵ ^{Ad}	۱۵/۰۸ ± ۰/۰۹ ^{Bd}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

مقادیر پراکسید

مقادیر پراکسید در هر دو تیمار در روزهای مختلف روند افزایشی داشته و تفاوت معنی داری ($P<۰/۰۵$) را طی روزهای مختلف نشان داد (جدول ۵). بالا رفتن زمان نگهداری ماهیان نمک سود شده سبب افزایش مقادیر پراکسید شد. در این تحقیق میزان پراکسید در مراحل اول نگهداری کم بود، این مرحله که دوره ی اکسیداسیون کند نام دارد، تحت اثر برخی ترکیبات سلولی است که در بافت‌های بیولوژیک همانند عضلات ماهی وجود دارد و با دادن الکترون بعنوان بازدارنده-های اکسیداسیون مراحل آغازی و انتشار عمل می‌کنند. این ترکیبات، عمر محدودی دارند و سرانجام اکسید می‌شوند (در واقع توانایی آنتی‌اکسیدانی سلول به منابع انرژی آن بستگی دارد که این منابع انرژی در درجه اول ATP است). هنگامی که این مرحله رخ می‌دهد، دوره‌ی کند اکسیداسیون پایان می‌یابد و به دنبال این مرحله، با افزایش زمان نگهداری، مقادیر پراکسید کاهش می‌یابد (Hulin, 1994). در مطالعه حاضر، چنین کاهشی مشاهده نشد. افزایش مقادیر پراکسید طی دوره‌ی نگهداری در همه تیمارها معنی‌دار بود که این افزایش در تیمار ۲۰٪ بیشتر بود. مقدار پراکسید تولید شده در ماهی با توجه به فرآیند عمل‌آوری (درجه حرارت و مقدار نمک) متفاوت می‌باشد و هر چه غلظت نمک بیشتر باشد، مقدار اکسید شدن اسیدهای چرب غیراشباع بیشتر می‌شود و متعاقب آن عدد پراکسید هم بالاتر می‌رود. مطالعات Liu و Hansen (۱۹۹۰) نشان داده است که نمک سبب تحریک و تسریع اکسیداسیون چربی‌ها، از طریق فعال‌سازی یون آهن که به عنوان یک کاتالیست در پدیده اکسیداسیون چربی‌ها مطرح است، می‌گردد. مقدار پراکسید در تیمار ۲۰٪ در روز ۱۲ نگهداری از حد قابل قبول پیشنهادی (۱۰-۲۰ میلی اکی والان پراکسید در کیلوگرم چربی) فراتر بود (Huss, 1995).

جدول ۵- تغییرات مقادیر PV (میلی اکی والان o_2 در کیلو گرم چربی ماهی) در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۲/۲۷±۰/۷۲ ^{Be}	۳/۸۸ ±۰/۳۷ ^{Ae}
۳	۳/۵۱± ۰/۷۲ ^{Bd}	۴/۸۴±۰/۳۳ ^{Ad}
۶	۵/۰۸± ۰/۵۱ ^{Bc}	۷/۳۸±۰/۳۹ ^{Ac}
۹	۷/۲۶ ±۰/۳۴ ^{Bb}	۹/۷۸±۰/۳۸ ^{Ab}
۱۲	۸/۹۵ ± ۰/۱۸ ^{Ba}	۱۱/۳۱ ± ۰/۱۲ ^{Aa}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

مقادیر TBA

مقادیر تیوباربیتوریک اسید هنگام نگهداری در یخچال روندی افزایشی داشته به طوریکه بعد از روز ششم در تیمار ۱۰٪ این افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) نبود. اما در تیمار ۲۰٪ افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) در میزان TBA مشاهده شد (جدول ۶). افزایش میزان تیوباربیتوریک‌اسید می‌تواند به علت تشکیل محصولات ثانویه آبکافت چربی‌ها در طی زمان نگهداری باشد (Schillinger *et al.*, 1996). در این تحقیق نیز میزان تیوباربیتوریک‌اسید در طول دوره نگهداری افزایش یافت. تحقیقات Khodanazari و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که میزان تیوباربیتوریک اسید در طی نمک‌سود کردن افزایش می یابد. Lakshmanan (۲۰۰۰) محدوده ۱ تا ۲ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید بر کیلوگرم چربی را به عنوان حد قابل قبول مقادیر

Archive of SID

www.SID.ir

تیوباربیتوریک‌اسید در ماهیان گزارش کرد. مقادیر این شاخص در هر دو تیمار مطالعه حاضر از حد قابل قبول پیشنهادی در دوره نگهداری کمتر بود.

جدول ٦- تغییرات مقادیر TBA (میلی‌گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم گوشت ماهی) در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۰/۱۹±۰/۰۴ ^{Bc}	۰/۳۱ ±۰/۰۲ ^{Ad}
۳	۰/۲۸± ۰/۰۴ ^{Bb}	۰/۴۲±۰/۰۴ ^{Ac}
۶	۰/۳۲± ۰/۰۵ ^{Bab}	۰/۴۸±۰/۰۴ ^{Ac}
۹	۰/۳۰ ±۰/۰۷ ^{Bab}	۰/۵۹ ±۰/۰۳ ^{Ab}
۱۲	۰/۳۷ ± ۰/۰۳ ^{Ba}	۰/۷۲ ± ۰/۰۶ ^{Aa}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

فراسنجه های میکروبی

باکتری‌های هوازی مزوفیل (TVC[1])

جدول ۷ تغییرات میزان TVC کپور نقره‌ای را در زمان‌ها و تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. میزان TVC تیمارها هنگام نگهداری در یخچال افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) از خود نشان داد. روند این تغییرات در تیمار ۱۰٪ بیشتر از تیمار ۲۰٪ بود. بسیاری از موجودات زنده میکروسکوپی قادر نیستند در محیط‌هایی که حاوی نمک زیاد باشند زنده بمانند. چون طبق پدیده اسمز، نمک آب موجود در سلول‌های بدنشان را جذب می‌کند و بنابراین، این موجودات می‌میرند. از این روش برای نگهداری طولانی مدت از مواد غذایی با اضافه نمودن نمک به آنها (همچون ماهی دودی، گوشت نمک‌سود شده، ترشی‌گذاشتن) استفاده می‌کنند (Brian, 2002). در مطالعه حاضر میزان TVC ابتدایی در تیمارهای ۱۰٪ و ۲۰٪ به ترتیب ۲/۲۲ و ۱/۸۹ بود و در انتهای دوره به ۷/۲۶ و ۶/۹۷ رسید. شمارش باکتری های هوازی مزوفیل تیمار ۱۰٪ به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار ۲۰٪ بود. غلظت‌های نمک طعام در شوری سنگین نسبت به شوری سبک دارای تأثیر در تأخیر رشد باکتری‌ها بودند، در نتیجه با افزایش غلظت نمک طعام، کاهش رشد باکتری‌ها مشاهده شد (Brian, 2002).

مقادیر باکتری‌های سرمادوست (PTC[2])

در این تحقیق میزان PTC در هر ۲ تیمار طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) از خود نشان داد (جدول ۸) اما این کاهش در روز ۶ و ۹ برای تیمار ۱۰٪ معنی‌دار نبود (P<۰/۰۵). روند این کاهش در تیمار ۲۰٪ بیشتر از تیمار ۱۰٪ طی نگهداری در یخچال می باشد. باکتری‌های سرمادوست گرم منفی، میکروارگانیسم‌های اصلی مسئول فساد ماهی تازه نگهداری شده به صورت سرد هستند (Gram *et al.*, 1996) و بیشترین حد پیشنهاد شده برای PTC در ماهی ۷ logCFU/g است (ICMSF, 1986). تعداد این باکتری‌ها در طی ۱۲ روز نگهداری در تیمار ۱۰٪ از ۵/۴۶ به ۱/۶۶ و در تیمار ۲۰٪ از ۴/۴۷ به ۱/۱۶ در انتهای دوره رسید.

جدول ۷- تغییرات مقادیر TVC (log CFU/g) در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۲/۲۲±۰/۲۵ ^{Ae}	۱/۸۹ ±۰/۱۴ ^{Be}
۳	۳/۶۲± ۰/۱۶ ^{Ad}	۲/۵۳±۰/۰۶ ^{Bd}
۶	۵/۴۷± ۰/۱۶ ^{Ac}	۴/۰۸±۰/۱۵ ^{Bc}
۹	۶/۶۰ ±۰/۱۶ ^{Ab}	۵/۷۶ ±۰/۴۲ ^{Bb}
۱۲	۷/۲۶ ± ۰/۱۴ ^{Aa}	۶/۹۷± ۰/۰۶ ^{Ba}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول ۸- تغییرات مقادیر PTC (log CFU/g) در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۵/۴۶±۰/۲۶ ^{Aa}	۴/۴۷ ±۰/۳۰ ^{Ba}
۳	۴/۰۶± ۰/۳۱ ^{Ab}	۳/۶۱±۰/۲۰ ^{Bb}
۶	۳/۱۷± ۰/۲۰ ^{Ac}	۲/۳۵±۰/۱۰ ^{Bc}
۹	۲/۷۶ ±۰/۴۰ ^{Ac}	۲/۰۱ ±۰/۱۰ ^{Bd}
۱۲	۱/۶۶ ± ۰/۰۱ ^{Ad}	۱/۱۶ ± ۰/۲۰ ^{Be}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

مقادیر باکتری‌های هالوفیل

در این تحقیق میزان هالوفیل‌ها در تیمارهای مختلف هنگام نگهداری در یخچال افزایش معنی‌داری (P<۰/۰۵) از خود نشان داد. تفاوت معنی داری (P<۰/۰۵) بین تیمارها در زمان های مختلف وجود دارد (جدول ۹). باکتری‌های هالوفیل جهت رشد به نمک نیاز دارند. در

[1]Total viable counts
[2] Psychrophilic bacterial counts

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه با افزایش غلظت نمک طعام، میزان هالوفیل‌ها افزایش می‌یابد (Brian, 2002). در تحقیق انجام شده نیز تعداد باکتری‌های هالوفیل به طور معنی‌دار در دو تیمار افزایش یافت (P<۰/۰۵). باکتری‌های هالوفیل در ابتدای دوره در تیمار ۱۰٪ و ۲۰٪ به ترتیب ۳/۲۵ و ۳/۹۹ بود و در انتهای دوره به ۶/۱۷ و ۶/۹۲ رسید که این افزایش میزان هالوفیل‌ها به دلیل افزایش جذب نمک در ماهی بود که نشان می‌دهد هر چه جذب نمک ماهی بیشتر باشد میزان رشد هالوفیل‌ها بیشتر است. همچنین غلظت بیشتر نمک سبب افزایش میزان هالوفیل‌ها گردید (Khodanazari *et al.*, 2009).

جدول ۹- تغییرات مقادیر هالوفیل (log CFU/g) در زمان‌ها و غلظت‌های مختلف

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۳/۲۵±۰/۲۸ ^{Bc}	۳/۹۹ ±۰/۰۱ ^{Ae}
۳	۴/۳۵± ۰/۱۷ ^{Bb}	۵/۰۱±۰/۱۶ ^{Ad}
۶	۴/۷۷± ۰/۲۵ ^{Bb}	۵/۶۲±۰/۲۱ ^{Ac}
۹	۵/۹۱ ±۰/۳۳ ^{Ba}	۶/۴۹ ±۰/۱۷ ^{Ab}
۱۲	۶/۱۷ ± ۰/۲۵ ^{Ba}	۶/۹۲ ±۰/۰۶ ^{Aa}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

ارزیابی حسی

طعم

طعم از خصوصیات حسی فرآورده‌های غذایی محسوب می‌شود و در پذیرش فرآورده توسط مصرف‌کننده بسیار موثر می‌باشد (Yu *et al.*, 2002; Stodolink *et al.*, 2005). زیرا هرچقدر که یک ماده‌ی غذایی از نقطه نظر ارزش غذایی در سطح بالایی قرار داشته و بسیار مغذی باشد، تنها در صورت داشتن طعم مطلوب مورد پذیرش مصرف‌کننده قرار می‌گیرد (Abromand, 1999). نتایج حاصل از بررسی طعم ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده نشان داد که با افزایش غلظت نمک، شاخص طعم کاهش یافت (جدول ۱۰). این کاهش در روزهای ۶ و ۱۲ بین تیمارها معنی دار (P<۰/۰۵) بود. براساس این نتایج تیمار ۱۰٪ دارای طعم بهتری نسبت به تیمار ۲۰٪ هنگام نگهداری در یخچال بود. Moghadam و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که فیله‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان نمک‌سود شده با غلظت ۱۰ درصد بهترین تیمار از نظر مطلوبیت طعم به لحاظ مصرف‌کننده می‌باشد و با افزایش غلظت نمک در فیله‌ی پخته شده قزل‌آلای رنگین‌کمان، کیفیت طعم به صورت معنی‌داری کاهش یافت.

جدول ۱۰- تاثیر غلظت های مختلف نمک بر طعم ماهی کپور نقره ای

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۶/۲۳±۰/۲۷ ^{Aa}	۶/۱۴ ±۰/۱۱ ^{Aa}
۳	۵/۲۹± ۰/۲ ^{Ab}	۵/۴۵±۰/۳۸ ^{Ab}
۶	۴/۶۴± ۰/۲۶ ^{Ac}	۴/۳۰±۰/۲۶ ^{Bc}
۹	۳/۳۸ ±۰/۳۰ ^{Ad}	۳/۳۴ ±۰/۲۵ ^{Ad}
۱۲	۳/۱۳ ± ۰/۲۸ ^{Ad}	۲/۵۷ ± ۰/۳۸ ^{Be}

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

بو

جدول ۱۱ نتایج شاخص بو ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده هنگام نگهداری در یخچال را نشان می دهد. تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) بین دو تیمار و همچنین روند کاهشی این شاخص طی نگهداری مشاهده می گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کاهش غلظت نمک از ۲۰ درصد به ۱۰ درصد در کپور نقره‌ای باعث ایجاد بوی نامطبوع‌تری در فرآورده می‌شود که در این تحقیق کمترین زمان و بیشترین غلظت نمک، مناسب‌ترین بو را ایجاد نمود. مطالعه Karakam و همکاران (۲۰۰۲) روی ماهی آنچوی (*Engraulis enerasichalus*) نمک‌سود شده نشان داد که با افزایش غلظت‌های نمک (۱۸، ۲۲، ۲۶ درصد) بو ی ماهی مطلوب تر گردید.

بافت

شاخص بافت ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده با افزایش غلظت نمک کاهش یافت (جدول ۱۲). بطوریکه از نظر ارزیابان تیمار ۱۰٪ دارای بافت بهتری نسبت به تیمار ۲۰٪ بود. میزان غلظت نمک با تغییرات بافت ارتباط دارد به طوریکه غلظت بالای نمک باعث دناتوره شدن پروتئین‌ها، کاهش خاصیت الاستیکی و سخت شدن بیشتر بافت در فیله‌های نمک‌سود شده کاد و ماهی آزاد می‌گردد (Barat *et al.*, 2002; Gallart-Jornet *et al.*, 2007b). همچنین با افزایش زمان نگهداری کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در شاخص بافت دو تیمار مشاهده گردید. Nketsia-Tabiri و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که افزایش سختی بافت با افزایش زمان نمک‌سود در فیله‌های قزل-آلای رنگین‌کمان به علت کاهش بیشتر رطوبت و افزایش نمک در بافت می‌باشد. بررسی‌ها روی خواص بافتی فیله‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان نمک‌سود شده نشان داد که غلظت ۸/۷ درصد نمک بافت بهتری نسبت به غلظت ۱۷/۴ درصد بوجود می‌آورد (Jittinandana *et al.*, 2002).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱۱- تاثیر غلظت‌های مختلف نمک بر بو ماهی کپور نقره‌ای

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۶/۲۹±۰/۱۵ Aa	۶/۶۱ ±۰/۳۶ Ba
۳	۵/۶۷± ۰/۱۹ Ab	۶/۰۴±۰/۲۳ Ba
۶	۴/۹۹± ۰/۱۵ Ac	۵/۶۳±۰/۰۸ Bb
۹	۴/۶۱ ±۰/۱۹ Ac	۵/۲ ±۰/۱۹ Bc
۱۲	۳/۱۵ ± ۰/۳۱ Ad	۴/۶۱ ± ۰/۱۹ Bd

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول ۱۲- تاثیر غلظت‌های مختلف نمک بر بافت ماهی کپور نقره‌ای

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۵/۹۹±۰/۱۹ Aa	۵/۳۳ ±۰/۱۹ Ba
۳	۴/۶۲± ۰/۲۳ Ab	۴/۶۲±۰/۲۲ Ab
۶	۴/۰۷± ۰/۱۶ Ac	۳/۷۰±۰/۳۲ Bc
۹	۳/۶۸ ±۰/۳۳ Acd	۲/۲۸ ±۰/۱۸ Bd
۱۲	۳/۳۳ ± ۰/۵۱ Ad	۱/۶۷ ± ۰/۱۹ Be

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

رنگ

رنگ از جنبه‌های کیفی مهم غذاهای فرآوری شده یا حتی فرآوری نشده می‌باشد (Yu *et al*., 2002; Stodolink *et al*., 2005). و صرفاً فرآهم‌آورنده ظاهری زیبا برای ماده غذایی محسوب نمی‌شود، زیرا گاهی اساساً نمایانگر کیفیت بسیاری از اقلام غذایی از نقطه نظر بهداشتی و سلامتی می‌باشد. نتایج رنگ ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده نشان داد که با گذشت زمان، کاهش معنی‌داری ($P<0/05$) در این شاخص مشاهده گردید (جدول ۱۳). همچنین بین دو غلظت ۱۰ و ۲۰ درصد نمک نیز اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) وجود دارد. با افزایش غلظت نمک، کیفیت رنگ کاهش می‌یابد. بنابراین ماهی نمک‌سود شده با غلظت ۱۰ درصد دارای رنگ مناسبتری با توجه به ارزیابی حسی می‌باشد.

جدول ۱۳- تاثیر غلظت‌های مختلف نمک بر رنگ ماهی کپور نقره‌ای

روز	٪۱۰	٪۲۰
۰	۷/۴۳±۰/۱۸ Aa	۶/۷۳ ±۰/۱۲ Ba
۳	۶/۸۸± ۰/۱۳ Ab	۶/۲۴±۰/۱ Bb
۶	۶/۳۴± ۰/۰۷ Ac	۵/۵۶±۰/۳۱ Bd
۹	۵/۷۷ ±۰/۱۸ Ad	۴/۸۶ ±۰/۱۲ Be
۱۲	۵/۲۵ ± ۰/۱۳ Ae	۴/۳۵ ± ۰/۲۱ Bc

داده‌های جدول شامل میانگین ± انحراف معیار می‌باشد.

حروف بزرگ مشترک (A, B) در هر سطر نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در غلظت‌های مختلف می‌باشد.

حروف کوچک مشترک (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، آزمایش‌های انجام شده بر روی فراسنجه‌های فیزیکوشیمیایی ماهی نمک‌سود شده نشان داد که میزان نمک، پراکسید و تیوباربیتوریک‌اسید هنگام نگهداری در یخچال افزایش، رطوبت، پروتئین و pH کاهش یافت. نتایج فراسنجه‌های میکروبی نشان از افزایش باکتری‌های هوازی مزوفیل و هالوفیل و کاهش باکتریهای سرمادوست داشت. ارزیابان طعم، بافت و رنگ ماهی نمک سود شده با تیمار ۱۰٪ و همچنین شاخص بو تیمار ۲۰٪ را مناسب ارزیابی کردند. جمع بندی کلی ارزیابی حسی و فراسنجه‌های فیزیکوشیمیایی بیانگر برتری تیمار ۱۰٪ نسبت به تیمار ۲۰٪ ماهی کپور نقره‌ای نمک‌سود شده مورد مطالعه در این تحقیق می‌باشد. با توجه به اهمیت استفاده نمک در فرآورده های غذایی و تاثیر آن در سلامت انسان می توان نتیجه گیری کرد که نمک سود کردن مرطوب با غلظت ۱۰ درصد می تواند برای نگهداری ماهی کپور نقره‌ای در یخچال (۴°C) بکار رود.

منابع

Abromand, A., 1999, Translate of Food Materials biochemistry. *Linden*, Ramand and Agriculture Science press, 296-302.

Aitken, A. & Baines, C. R., 1969, Uptake of salt in the kippering of herring. *International Journal of Food Science and Technology*, 4(4), 389-398.

AOAC., 1995, Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analytical Chemists. *Association of Official Analytical Chemists*, Gaithersburg, MD.

AOAC., 2002, Official Methods of Analysis of the Association of the Official Analytical Chemists. *Association of Official Analytical Chemists*, (14th ed.), Washington, DC.

Aristoy, M. C. & Toldra, F., 1991, Deproteinization techniques for HPLC amino acid analysis in fresh pork muscle and

Archive of SID

www.SID.ir

dry-cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39(10), 1792-1795.
ASTM., 1969, Manual on Sensory Testing Methods. American Society for Testing and Materials, 1916 Race Street, *Philadelphia*, pa. 19103, 34-42.
Barat, J. M., Rodriguez-Barona, S., Andrés, A. & Fito, P., 2002, Influence of increasing brine concentration in the cod-salting process. *Journal of Food Science*, 67(5), 1922–1925.
Birkeland, S., Skåra, T., Bjerkeng, B. & Rørå, A. M. B., 2003, Product yield and gaping in cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets as influenced by different injection-salting techniques. *Journal of Food Science*, 68(5), 1743-1748.
Bligh, E. G. & Duclos-Rendell, R., 1986, Chemical and physical characteristics of lightly salted minced cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*, 51(1), 76-78.
Brian, A. N. "Historical Origins of Food Preservation" National Center for Home Food Preservation. May 2002 [on-line]. http://www.uga.edu/nchfp/publications/nchfp/factsheets/food_pres_hist.html [accessed October 2011].
Cardinal, M., Knockaert, C. & Torrissen, O. J., 2001, Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 34, 537-550.
Chiralt, A., Fito, P., Barat, J. M., Andrés, A., González-Martínez, C., Escriche, I. & Camacho, M. M., 2001, Use of vacuum impregnation in food salting process. *Journal of Food Engineering*, 49, 141-151.
Connell, J. J., 1995, Control of fish quality: 4th ed., Fishing News Books, Oxford, pp: 245.
Corzo, O. & Bracho, N., 2004, Effects of brine concentration and temperature on equilibrium distribution coefficients during osmotic dehydration of Sardine sheets. *LWT- Food Science and Technology*, 37(4), 475-479.
Creighton, T. E., 1993, Proteins in solution and in membranes: In T.E. Creighton (Ed.), Proteins, Structure and molecular properties. *Heidelberg*: W.H. Freeman, 261–328.
De Silva, L. V. A., 2002, Hazard analysis critical control points (HACCP), microbial safety, and shelf life of smoked blue catfish (*Ictulurus furcatus*). A thesis for Master of Science in the Department of Food Science, pp: 100.
Del Valle, F. R., 1967, Nickerson JTR. Studies on salting and drying fish, II. Dynamic aspects of the salting of fish. *Journal of Food Science*, 32(2), 218-224.
Feldhusen, F., 2000, The role of seafood in bacterial forborne diseases. Microbes and Infection, 2(13), 1651-1660.
Deng, J. C., 1977, Effect of freezing and frozen storage on salt penetration into fish muscle immersed in brine. *Journal of Food Science*, 42(2), 348-351.
Erikson, U., Veliyulin, E., Singstad, T. E. & Aursand, M., 2004, Salting and desalting of fresh and frozen-thawed Cod (*Gadus morhua*) fillets: A comparative study using 23Na NMR, 23Na MRI, low-field 1H NMR, and physicochemical Analytical methods. *Journal of Food Science*, 69(3), FEP107-FEP114.
Fuentes, A., Barat, J. M., Fernández-Segoria, I. & Serra, J. A., 2008, Study of sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) salting process: kinetic and thermodynamic control. *Food Control*, 19(8), 757-763.
Gallart-Jornet, L., Barat, J. M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I. & Fito P., 2007a, Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. *Journal of Food Engineering*, 80(1), 267-275.
Gallart-Jornet, L., Barat, J. M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I. & Fito, P., 2007b, A comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Engineering*, 79, 261-270.
Gram, L. & Huss, H. H., 1996, Microbiological spoilage of fish and fish products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 121-137.
Hernández-Herrero, M. M., Roig-Sagués, A. X., López-Sabater, E. I., Rodríguez-Jerez, J. J. & Mora-Ventura, M. T., 1999, Total volatile basic nitrogen and other physico-chemical and microbiological characteristics as related to ripening of salted Anchovies. *Journal of Food Science*, 64(2), 344-347.
Hulin, H. O.,1994, Oxidation of lipid, in Seafood Chemistry Processing technology and Quality. F. Shahidi and J. R Botta (Ed), 49-74.
Huss, H. H., 1995, Quality and Quality Changes In Freshwater Fish. FAO Fisheries Technical Paper, No. 348, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy, pp: 195.
ICMSF., 1986, International Commision on Microbiological Specification for food. Microorganisms in foods 2 Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications (2nded). Buffalo, NY: university of Toronto press, 8-15.
Jittinandana, S., Kenney, P. B., Slider, S. D. & Kiser, R. A., 2002, Effect of brine concentration and brining time on quality of smoked rainbow trout fillets. *Journal of Food Science*, 67(6), 2095-2099.
Lakshmanan, P. T., 2000, Fish spoilage and quality assessment. In T. S. G. Iyer, M. K. Kandoran, Mary Thomas, and P. T. Mathew (Eds.), Quality assurance in seafood processing. Cochin: *Society Fisheries Technology*, India, 26–40.
Karakam, H., Kutlu, S. & Köse, S., 2002, Effect of salt concentrations and temperature on the quality and shelf-life of brined Anchovies. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 19-28.
Khodanazari, A. N., Shabanpour, B. & Shabani, A., 2009, Changes physicochemical content and organoleptic properties of salted and dried common carp (*Cyprinus carpio*). *Animal Sciences Journal (Pajohesh & Sazandegi*), 83, 43-49.

Archive of SID

www.SID.ir

Liu, W. & Hansen, J. N., 1990, Some chemical and physical properties of nisin, a small-protein antibiotic produced by Lactococcus lactis. *Applied and Environmental Microbiology*, 56(8), 2551–2558.

Maas-van Berkel, B., Van den Boogaard, B. & Heijnen, C., 2004, Preservation of fish and meat: *Agromisa Foundation*, Wageningen, pp: 25-30.

Martínez-Alvarez, O., Borderías, A. J. & Gómez-Guillén, M.C., 2005, Sodium replacement in the cod (*Gadus morhua*) muscle salting process. *Food Chemistry*, 93(1), 125-133.

McMeekin, T. A., Olley, J. N., Roos, T. & Ratkowsky, D. A., 1993, Predictive microbiology. Theory and Application. Resaerch Studies Press Taunton, England chapter 6, section 6.1 Specified Spoilage level, 199- 200.

Moghadam, N., Shabanpour, B., Shabani, A. & Imanpour, M. R., 2010, Changes in chemical composition and sensory quality of rainbow trout (*Onchorhychus mykiss*) in light dry salting under different times and temperatures. *Journal of Marine Scinece and Technology*, 9(1), 33-45.

Munasinghe, M. A. J. P., 1999, Changes in chemical contant and yield of Hering (*Clupea harengus*) and Blue whiting (*Micromeirtus poutassou*) under different methods of salting. Fish Training Programme, 1-33.

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(2), 151-156.

Nketsia-Tabiri, Y. & Sefa-Dedah, S., 1995, Optimization of process conditions and quality of salted dried tilapia (*Oreochromis niloticus*) using response surface methodology. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 69(1), 117-127.

Rørå, A. M. B., Birkeland, S., Hultmann, L., Rustad, T., Skåra, T. & Bjerkeng, B., 2005, Quality characteristics of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets high in soybean or fish oil as affected by cold-smoking temperature. LWT- *Food Science and Technology*, 38, 201-211.

Sannaveerappa, T., Ammu, K. & Joseph, J., 2004, Protein-related changes during salting of milkfish (*Chanos chanos*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(8), 863-869.

Schillinger, U., Geisen, R. & Holzapfel, W. H., 1996, Potential antagonistic microorganisms and bacteriocins for the biological preservation of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 7(5), 158-164.

Stodolink, L., Stawicka, A., Szczepanic, G. & Aubourg, S. P., 2005, Rancidity inhibition study in frozen whole mackerel (*Scomber scomberous*) Following flaxseed (*Linum asitatissimum*) extract treatment. *GrassayAceites*, 56(3), 198-204.

Sukriye, A., Olcay, H., Mukerrem, K. & Telat, Y., 2004, Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 97, 209-214.

Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Bogason, S. G. & Kristbergsson, K., 2001, Effects of phosphate on yield, quality, and Water-Holding capacity in the processing of salted cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*, 66(6), 821-826.

Ureti, R. M., Téllez-Luis, S. J., Ramírez, J. A. & Vázquez, M., 2004, Use of dairy proteins and microbial transglutaminase to obtain low-salt fish products from filleting waste from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Food Chemistry*, 86, 257-262.

Zugarramurdi, A. & Lupin, H. M., 1980, A model to explain observed behavior on fish salting. *Journal of Food Science*, 45, 1305-1311.

Yu, L., Scanline, L., Wilson, J. & Schmidt, G., 2002, Rosemary extract as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 67(2), 582-585.

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 5, Dec - Jan 2015, p. 643-653

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۴، ص. ۶۵۳-۶۴۳

Effect of wet salting on the quality of Silver Carp during storage in refrigerator

M. Molashahi[1], E. Alizadeh doughikollaee[*2], Gh. Mahghani [3]

Received: 2014.02.28
Accepted: 2014.11.05

Introduction: Fish salting is a traditional method of processing in most countries including Iran. There are different methods of salting which can be used for producing different salted products. There is variation in the amount of salt used in the salting process depending on the context of use.Salting was done simultaneously with salt penetration into the muscles of fish and water dripping out of the fish tissue, which lead to prevention and/or reduction of microbial and enzyme activity. Wet salting using Pickel method is one of the methods of salting in which the dry salt is used to remain together with the water dripped out of the muscle in the vessel during salting. This method results in better preservation of fish against the biological spoilage, better taste and suitable distribution of salt in the texture. The importance of this method compared with other methods of salting is its ability in protecting the texture of fish against oxidation because of high rate of salt penetration. Using different salting methods affect weight change of fish. That is, the salted fish produced using wet salting method is heavier than the fish salted through dry method. Fish breeding especially that of silver carp is one of the important activities of aquaculture in our country. This is because of high rate of silver carp production and provision of a product with a better taste to markets. To assess the effectiveness of wet salting during refrigerated storage (4˚ C), In this study physicochemical, microbiological and sensory evaluation of salted silver carp would be employed.

Materials and methods: The fresh silver carps with weight of 0.5 kg were purchased from market (Bandar Torkman, North Iran) and transported in isothermal iceboxes to the fish control quality laboratory at Ashoradeh Island in 2012. The fishes were cleaned and salted with 10 and 20% concentrations and then stored in refrigerator (+4°C). Chemical parameters (Humidity, Protein, Salt, PV and TBA), pH, Microbial parameters (TVC, PTC, and Halophile) and sensory analysis were measured at 0, 3, 6, 9 and 12 days. The experiments were performed in three replicates.

Results & Discussion: The present study showed that by increasing the salt concentration from 10 to 20 % at 4 ° C the salt amount of salted fish muscle changed from 10.70 to 13.60 after 12 days of refrigerated storage. This suggests that an increase in salt concentration result in higher salt absorption. The difference between the results of two treatments in different times were statistically significant ($P < 0.05$). A significant ($P < 0.05$) reduction of moisture was observed with the increase of salt concentration during refrigerated storage. With increasing salt concentration from 10 to 20% the fish muscle losses more water and the level of moisture full down. The pH and protein of salted fish decreased during refrigerated storage. Peroxide values increased significantly in all treatments during refrigerated storage. However, this increased is higher in 20% and exceeds the acceptable level after 12 days of refrigerated storage. In this research thiobarbituric acid value increased during refrigerated storage. But the TBA was lower than the acceptable level in all treatments during refrigerated storage.TVC increased significantly ($P < 0.05$) in amount during refrigerated storage of two treatments. The change in 10% recorded a higher rate than that of 20%. The concentration of salt in heavy salting in comparison to light salting delayed bacteria growth. Thus increasing salt concentration decreases the bacteria growth. In this research the amount of PTC decreased significantly ($P < 0.05$) in two treatments during refrigerated storage. The Halophile level increased due to an increase in absorption of salt in the fish suggesting that higher level of salt absorption affected positively the growth rate of Halophile. The texture and taste of salted fish decrease with the increase of salt concentration. Thus 10% salt concentration produces a better texture and taste than those produced in 20% during refrigerated storage. The reduction of salt concentration from 20 to 10% caused the bad odor in the fish. The best smell was observed in high salt concentration and low time of storage. The color quality of fish changed during salting and refrigerated storage, so that the salted fish with 10% had a better result using sensory analysis.

Conclusion: The results of physicochemical parameters showed that the amount of Salt, PV and TBA increased whereas humidity, protein and pH decreased during refrigerated storage. The TVC and Halophile of

1, 2 and 3- MSc. in Fish product processing, Associate Professor of Department of Fisheries, Laboratory Expert of Fish Quality Control, University of Zabol, Golestan, Iran
(*-Corresponding Author Email:alizadeh@uoz.ac.ir)

Archive of SID

www.SID.ir

salted fish increased and PTC decreased during refrigerated storage. The taste, texture and color of salted fish treated with 10% salt concentration and the odor resulted from 20% salt concentration were evaluated appropriate by the related assessors. The results of Sensory evaluation and physicochemical parameters of salted fish indicated that the treatment of 10 % was better than the treatment of 20 % in this research. Regarding the importance of salt in food products and the effects it has on human health help conclude that wet salting with 10% concentration should be recommended for silver carp during refrigerated storage (4˚ C).

Keywords: Wet salting, Pickle, Silver carp, Halophile, Refrigerated storage

Archive of SID

www.SID.ir