



بررسی اثر جایگزینی نسبی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر روی خصوصیات حسی و میکروبی کلیکای دودی گرم (*Clupeonella cultriventris caspia*) هنگام نگهداری در یخچال

سپیده فرعلیزاده^{۱*}، اسحق زکی پور رحیم آبادی^{۲،۳}، علی اصغر خانی پور^۴ و یزدان مرادی^۵

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل
- ۲- دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل
- ۳- دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی صومعه سرا، دانشگاه گیلان
- ۴- استادیار، عضو هیأت علمی، مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، بندر انزلی
- ۵- استادیار، عضو هیأت علمی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۳

* نویسنده مسئول مقاله: s.faralizade@yahoo.com

چکیده

تأثیر جایگزینی نسبی کلرید سدیم با کلرید پتاسیم بر خصوصیات حسی و میکروبی کلیکای معمولی دودی گرم هنگام نگهداری در یخچال در دو مرحله بررسی شد. در مرحله اول، پس از آماده سازی اولیه ماهی، با افزودن ۱۵٪ مخلوط دو نمک KCl/NaCl با درصدهای متفاوت (NaCl ۱۰۰٪، شاهد؛ NaCl/KCl ۷۵/۲۵٪، نمونه A؛ NaCl/KCl ۵۰/۵۰٪، نمونه B؛ NaCl/KCl ۲۵/۷۵٪، نمونه C و KCl ۱۰۰٪، نمونه D طی ۳ ساعت آب نمک گذاری شدند. سپس نمونه‌ها برای دودی کردن در مرحله اول به صورت سطحی خشک و در مرحله دوم با چرخش کند و تند دستگاه آتموس دود داده شدند. جهت تعیین نمونه منتخب، تمامی نمونه‌ها مورد ارزیابی حسی و آزمون جذب نمک قرار گرفتند. مرحله دوم، تغییرات حسی و میکروبی نمونه منتخب طی ۱۵ روز نگهداری در یخچال با نمونه شاهد مقایسه شد. با انجام ارزیابی حسی و آزمون جذب نمک، نمونه A (NaCl/KCl ۷۵/۲۵٪) به عنوان نمونه برتر انتخاب شد. نتایج آزمایشات میکروبی بیانگر رشد معنی دار ($P < ۰/۰۵$) کپک و مخمر در نمونه A (NaCl/KCl) ۷۵/۲۵٪ نسبت به نمونه شاهد (NaCl ۱۰۰٪) در روزهای ابتدایی نگهداری بود، اما با گذشت زمان در هر دو نمونه سیر نزولی داشتند. در ارزیابی حسی تفاوت معنی داری بین نمونه شاهد و A مشاهده نشد. بنابراین، براساس یافته‌های این تحقیق می‌توان میزان کلرید سدیم موجود در کلیکای دودی گرم را بدون اثر منفی بر ویژگی‌های میکروبی و حسی آن تا ۲۵ درصد با کلرید پتاسیم جایگزین نمود.

کلید واژگان: ماهی کیلکا، جایگزینی کلرید سدیم، دودی کردن گرم، نگهداری در یخچال، کلرید پتاسیم.

مقدمه

آبزیان به عنوان غذای سلامتی به دلیل برخورداری از کالری و پروتئین بالای با قابلیت هضم ۹۶ درصد و همچنین وجود اسیدهای چرب امگا-۳، که مصرف مداوم آن باعث کاهش میزان چربی و کلسترول خون می شود، از اهمیت به سزایی در برنامه غذایی مردم جهان برخوردار هستند. دریای خزر به عنوان بزرگترین دریاچه جهان دارای منابع عظیم و ارزشمندی از انواع ماهیان و آبزیان است. کیلکا ماهی کوچکی از خانواده شگ ماهیان و یکی از فراوانترین ماهی ها در دریای خزر است که با داشتن پروتئین با ارزش، چربی های سهل الهضم و غنی از ویتامین (محلول در چربی) و انواع مواد معدنی یکی از جایگاه های بسیار با اهمیت را در میان فراورده های غذایی با منشأ حیوانی به خود اختصاص داده است. نقش پروتئین در ترمیم بافت های مختلف و سنتز مواد پروتئینی و دیگر مواد از اهمیت زیادی برخوردار است و با توجه به ذخایر عظیم کیلکا در دریای خزر و نزدیکی درصد پروتئین آن با سایر گوشت ها، فراورده های کیلکا می تواند در رفع قسمتی از کمبود پروتئینی کشور نقش به سزایی داشته باشد (Adeli, 2013).

نمک سود کردن یکی از مراحل مهم برای دستیابی به فراورده دودی سالم و با کیفیت است (Gallart-Jornet et al., 2006). نمک قدرتمندترین کاهش دهنده فعالیت آبی (Water activity) ماده غذایی است که از آن به عنوان مهارکننده مناسب برای رشد میکروب ها استفاده می شود (Turan et al., 2007). به طور کلی نمک سود کردن نه تنها باعث کاهش فعالیت آبی برای ممانعت از رشد میکروارگانیسم های عامل فساد می گردد، بلکه فراهم آورنده تغییرات حسی مطلوب در محصول (Anders et al., 2005)

و به عنوان ویژگی خاص محصول نهایی (Boudhrioua et al., 2009) نیز است. سدیم کلرید نخستین ماده برای تحریک مزه شوری است (Dotsch et al., 2009) و خواص حسی غذاها را با افزایش شوری، کاهش تلخی و افزایش شیرینی (طعم مطبوع) و غیره بهبود می بخشد (Keast and Breslin, 2003). سدیم کلرید ماده ای غذایی است که باعث تعادل مایع و الکترولیت سلول ها شده و برای عملکرد طبیعی سلول ها مورد نیاز است. در غذا به عنوان جزء طبیعی در سطح پایین موجود و هنگام فرایند پخت و پز نیز به غذا اضافه می شود (Becker et al., 2005). اما مصرف بیش از حد سدیم با افزایش فشار خون، که علت عمده بیماری های قلبی و عروقی است (Chobanian et al., 2003)، و اثرهای منفی متعدد بهداشتی دیگر از جمله سرطان معده (Tsugane et al., 2004)، کاهش تراکم مواد معدنی در استخوان (Devine et al., 1995) و چاقی (He and MacGragor, 2008) نیز همراه است. برآورد شده است که ۶۲ درصد از سکنه های مغزی و ۴۹ درصد از بیماری های قلبی با فشار خون ایجاد می شود (He and MacGragor, 2010). با وجود پیامدهای منفی بهداشتی و هزینه های مراقبت های بهداشتی، مصرف سدیم در رژیم غذایی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه نسبت به مقادیر توصیه شده افزایش یافته است. به همین دلیل نهادهای ملی و بین المللی هدف خود را برای کاهش مصرف سدیم در رژیم غذایی قرار داده اند (WHO, 2004) و برای حفظ سلامت مصرف کنندگان جایگزینی جزئی NaCl با KCl را بهترین راه حل برای کاهش سدیم دانسته اند. در واقع هر دو نمک خواص مشابه دارند، ولی مصرف پتاسیم مرتبط با افزایش فشار خون بالا و

بیماری‌های قلبی و عروقی نیست (Geleijnes et al., 2007). همچنین دفع کلسیم بدن را کاهش می‌دهد (Lemann et al., 1993). با این حال استفاده از KCl بیشتر به علت مزه تلخ و جمع کننده (گس) آن محدود است (Reddy and Marth, 1991)، ولی جایگزینی ۵۰ درصد کلرید سدیم می‌تواند از شدت عطر، طعم و تولید مزه تلخ آن کم کند (Hand et al., 1982). البته سطح جایگزینی با توجه به نوع محصول غذایی متفاوت است. برای این منظور در دهه‌های اخیر محققان برای توسعه محصولات قابل قبول با استفاده از مخلوط KCl/NaCl تلاش متعددی کرده‌اند (Fuentes et al., 2010, 2011).

افزودن کلرید سدیم در ماهی سبب تغییر در رنگ، طعم، بافت و کیفیت میکروبی محصول می‌شود، بنابراین جایگزینی این نمک با کلرید پتاسیم می‌تواند تأثیرهای متفاوتی را در شاخص‌های مذکور اعمال کند. از این‌رو هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات حسی و میکروبی طی جایگزینی نمک کلرید سدیم با کلرید پتاسیم برای کاهش نمک طعام در ماهی کیلکای دودی گرم هنگام نگهداری در یخچال است.

مواد و روش‌ها

تولید تیمارهای مختلف کیلکای دودی گرم

برای انجام مطالعه حاضر، ۴۵ کیلوگرم ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris caspia*) از اسکله بندرانزلی که با یک شناور صیادی در آبان ماه ۱۳۹۱ صید شده بود، تهیه گردید. این ماهی‌ها پس از صید با استفاده از مخزن عایق C.S.W (۲۵ درصد پودر یخ، ۱۵ درصد آب دریا، ۶۰ درصد ماهی کیلکا)، به مرکز ملی فراوری آبزیان شیلات ایران (UNIDO) منتقل شدند. آماده‌سازی اولیه در محل واحد فراوری شامل شستشوی اولیه، سر و دم زنی،

تخلیه امعا و احشا، شستشوی ثانویه، آب چک کردن و توزین آنها انجام گرفت. سپس ماهی‌های به‌طور جداگانه وزن و برچسب‌گذاری شدند و در غلظت ۱۵ درصد (نسبت ۲:۱ به ترتیب آب نمک: ماهی) در دو ترکیب متفاوت نمک (نمک شرکت تهران کیمیکال، ساخت ایران) و در ۵ نمونه که شامل نمونه شاهد (نسبت نمک‌ها NaCl / ۱۰۰٪ KCl / ۰٪)، نمونه A (نسبت نمک‌ها NaCl / ۷۵٪ KCl / ۲۵٪)، نمونه B (نسبت نمک‌ها NaCl / ۵۰٪ KCl / ۷۵٪)، نمونه C (نسبت نمک‌ها NaCl / ۲۵٪ KCl / ۷۵٪) و نمونه D (نسبت نمک‌ها NaCl / ۰٪ KCl / ۱۰۰٪) در دمای ۵°C آب نمک‌گذاری شدند. نمونه‌ها پس از ۳ ساعت آب نمک‌گذاری خارج و به مدت چند ثانیه با آب شیرین سرد شستشوی سطحی شده و بر روی یک صافی قرار گرفتند تا آب سطحی آنها خارج شود. فرایند دودی کردن نیز طی دو مرحله ابتدا در مرحله اول به‌صورت سطحی ماهی‌ها خشک شده و در مرحله دوم دودی کردن گرم با چرخش کند و تند با دستگاه آتموس (ساخت آلمان) انجام شد. تمامی مراحل دودی کردن طی ۴ ساعت در دمای ۴۵°C تا ۸۵°C انجام شد. سپس محصول خنک‌سازی شد. برای تعیین نمونه منتخب تمامی نمونه‌ها ارزیابی حسی و آزمون جذب نمک شدند و مناسب‌ترین نمونه براساس امتیاز پانل تست انتخاب شد. نمونه‌های منتخب سپس با کیسه‌های پلی‌اتیلینی به روش معمولی بسته‌بندی و به مدت ۱۵ روز در دمای یخچال نگهداری شدند. نمونه‌ها در روز صفر و به فاصله هر ۳ روز نگهداری در یخچال ارزیابی حسی شدند. برای ارزیابی کپک و مخمر نمونه‌ها هر ۵ روز مورد آزمایش قرار گرفتند.

آزمون حسی

جوشیدن ۱ دقیقه بگذرد. مواد را از کاغذ صافی واتمن شماره یک عبور داده تا محلول در ظرف جدا شود. سپس میزان ۱ml کرومات پتاسیم به آن اضافه و در نهایت تیتراسیون با نیترات نقره ۰/۱ طبیعی انجام شد (AOAC, 1995).

آزمون میکروبی

برای تعیین میزان کپک و مخمر ابتدا ۵ گرم نمونه در ۴۵ سی سی محیط رقیق کننده حل شد. سپس از محلول تهیه شده رقت مورد نیاز تهیه و بر روی محیط، کشت سطحی شد. پس از اینکه محلول جذب محیط شد، پلیت‌ها به صورت وارونه در انکوباتور یخچال دار (TECH fan، ساخت ایران) ۲۵ - ۲۶ درجه سانتی گراد به مدت ۵ روز قرار داده شد. پس از این مدت تعداد کپک‌ها و مخمرها را شمارش و در عکس رقت ضرب شد (AOAC, 2005).

آنالیز آماری

در تحقیق حاضر برای بررسی وجود یا نبود اختلاف معنادار بین نمونه‌ها از تجزیه واریانس یک طرفه (one way ANOVA) استفاده شد و برای تشخیص اختلاف بین میانگین‌ها در صورت معنادار بودن اختلاف نمونه‌ها از آزمون توکی (Tukey) در سطح ۵ درصد استفاده گردید. برای ارزیابی داده‌های حسی نیز از آزمون ناپارامتریک کروسکال-والیس استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (16.0) و رسم نمودارهای موجود با استفاده از EXCEL (2007) انجام شد.

نتایج

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی نمونه‌ها از روش هدونیک (ASTM, 1969) استفاده گردید. برای این منظور ابتدا برای انتخاب نمونه برتر، ۵۰ نفر به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شدند. پس از انتخاب نمونه برتر، برای ارزیابی حسی نمونه‌های منتخب نگهداری شده در یخچال از ۱۰ ارزیاب خبره استفاده گردید. جداول مورد نظر برای امتیازدهی به کلیکای دودی در اختیار آنان قرار داده شد و در طی یک جلسه جداول و نحوه تکمیل کردن آن‌ها برای ارزیابان توضیح داده شد. ارزیابان به شاخص‌های رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی بر اساس جدول ۱، از ۷ تا صفر امتیاز دادند (۷= بسیار خوب، ۵= خوب، ۳= متوسط و ۰= بد). به ارزیابان تذکر داده شد که پیش از جلسه ارزیابی، نوشابه و دیگر خوراکی‌های طعم‌دار مانند آدامس مصرف نکنند و دست‌ها و دهان خود را بشویند. برای جلوگیری از تداخل طعم در زمان ارزیابی، ارزیابان پیش از هر آزمایش چشایی دهان خود را با آب شستشو دادند (Shabanpour et al., 2007).

جدول ۱ فرم ارزیابی حسی کیلکای دودی گرم.

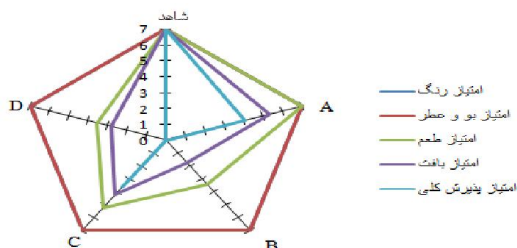
صفات	۷	۵	۳	۰
	بسیار خوب	خوب	متوسط	بد
بافت				
رنگ				
طعم				
بو				
پذیرش کلی				

اندازه‌گیری میزان جذب نمک

۱gr نمونه آماده شده را توزین و با ۵۰ml آب مقطر مخلوط کرده و آن را روی شعله گذاشته تا از زمان

نتایج ارزیابی حسی انتخاب نمونه برتر برای مقایسه با نمونه شاهد (NaCl ۱۰۰٪ / KCl ۰٪) هنگام نگهداری در یخچال در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج این تحقیق بیشترین امتیاز ویژگی‌های رنگ، طعم، بافت، بو و پذیرش کلی مربوط به نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) و نمونه D (NaCl ۰٪ / KCl ۱۰۰٪) کمترین امتیاز را نسبت به نمونه شاهد کسب کرد. ضمن اینکه در مورد امتیاز رنگ نمونه‌های کیلکا دودی، اختلاف معناداری بین نمونه‌ها دیده نشد ($p > 0/05$). میانگین امتیاز داده شده برای رنگ کیلکاهای دودی در تمامی نمونه‌ها در محدوده $0/00 \pm 7/00$ قرار داشته که هرچه از میزان کلرید سدیم در ترکیب کم می‌گردد یا بالعکس، به میزان کلرید پتاسیم اضافه می‌شود و میزان امتیاز رنگ کیلکاهای دودی تغییر نمی‌کند که این روند تفاوت معناداری را بین نمونه‌ها نشان نداد ($p > 0/05$). همچنین درباره طعم کیلکاهای دودی نیز میانگین امتیاز برای طعم در نمونه‌های مختلف در محدوده $0/00 \pm 7/00$ برای نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) تا $0/00 \pm 0/00$ برای نمونه D (NaCl ۰٪ / KCl ۱۰۰٪) بود که هر چه میزان کلرید سدیم در ترکیب کم می‌شد یا بالعکس، به میزان کلرید پتاسیم اضافه و از میزان طعم مطلوب کیلکاهای دودی کاسته می‌شد که این روند کاهشی بین نمونه‌ها معنادار ($p < 0/05$) بوده است. همین روند درباره ویژگی بو نمونه‌های تولیدی نیز صادق بود. به نحوی که میانگین امتیاز برای ویژگی بو کیلکاهای دودی در نمونه‌های مختلف در محدوده $0/00 \pm 7/00$ برای نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) تا $0/10 \pm 4/50$ برای نمونه D (NaCl ۰٪ / KCl ۱۰۰٪) قرار داشت که هر چه میزان کلرید سدیم در ترکیب کم

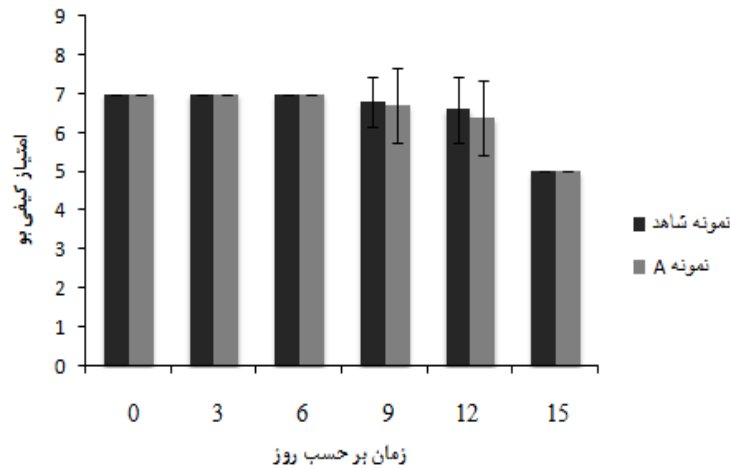
می‌گردید یا بالعکس، به میزان کلرید پتاسیم اضافه و از میزان بوی مطلوب کیلکاهای دودی کاسته می‌شد که این روند کاهشی بین نمونه‌ها معنادار ($p < 0/05$) بوده است. اعداد به دست آمده از ارزیابی بافت کیلکاهای دودی حاکی از اختلاف معنادار ($p < 0/05$) بین نمونه‌ها بود به نحوی که بیشترین امتیاز مربوط به نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) با امتیاز $0/00 \pm 7/00$ و کمترین امتیاز مربوط به نمونه D (NaCl ۰٪ / KCl ۱۰۰٪) به مقدار $0/23 \pm 3/58$ است. با توجه به اعداد به دست آمده از ارزیابی تست پنل در خصوص میزان پذیرش کلی کیلکاهای دودی نمونه‌ها دارای اختلاف معنادار ($p < 0/05$) بودند به نحوی که بیشترین امتیاز به نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) به مقدار $0/00 \pm 7/00$ و کمترین به نمونه D (NaCl ۰٪ / KCl ۱۰۰٪) اختصاص یافت. با این حال اگر بخواهیم براساس جمع امتیاز بر روی نمونه‌ها قضاوت کنیم با جمع‌بندی امتیازات کسب شده برای هر ویژگی در هر نمونه و بررسی آنها مشخص می‌گردد که طبق امتیازات نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) بیشترین امتیاز ارزیابی حسی را کسب کرده و نزدیک‌ترین نمونه از نظر ویژگی به نمونه شاهد است و به‌عنوان نمونه برگزیده برای مقایسه با نمونه شاهد (NaCl ۰٪ / KCl ۱۰۰٪) انتخاب شد.



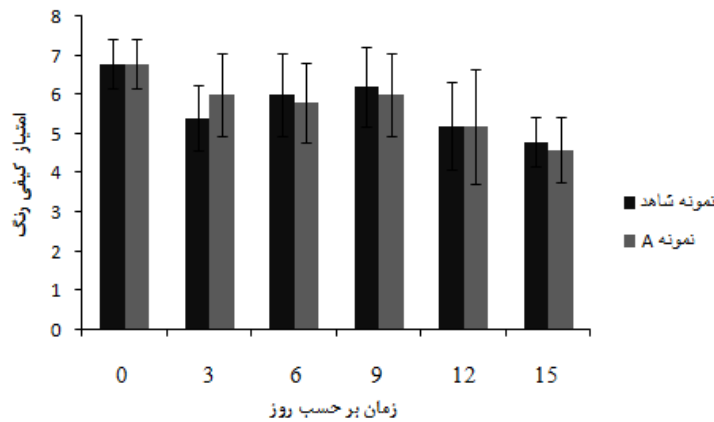
شکل ۵) و پذیرش کلی (شکل ۶) دارای کیفیت بسیار خوب بودند، اما با افزایش زمان نگهداری امتیاز کیفی شاخص‌های مورد بررسی کاهش می‌یابد. به طوری که در روزهای انتهایی نگهداری شاهد تفاوت معنادار ($p < 0.05$) بین روزهای نگهداری بودیم، اما به‌رغم کاهش ظاهری میانگین امتیاز کیفی شاخص‌ها این اختلاف بین نمونه‌ها معنادار نبوده است ($p > 0.05$).

شکل ۱ نمودار ارزیابی حسی نمونه‌های کلیکای دودی با مخلوط دو نمک کلرید سدیم/کلرید پتاسیم براساس امتیاز حسی.

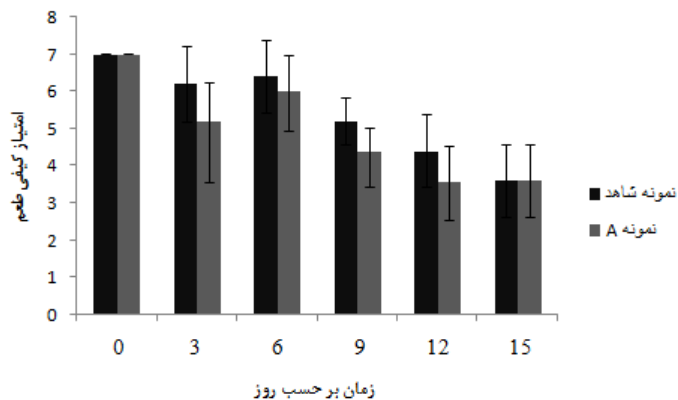
آنالیز آماری داده‌های حاصل از ارزیابی حسی کلیکاهای دودی نمونه A (NaCl // ۰.۷۵ KCl // ۰.۲۵) و شاهد (NaCl // ۰.۱۰۰ KCl // ۰) طی ۱۵ روز نگهداری در دمای یخچال نشان داد که در ابتدای دوره نگهداری همه نمونه‌ها از لحاظ شاخص‌های حسی بررسی شده شامل رنگ (شکل ۲)، طعم (شکل ۳)، بو (شکل ۴)، بافت



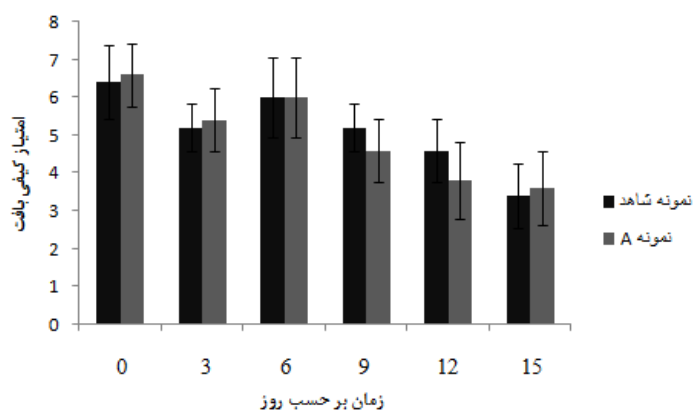
شکل ۲ امتیاز کیفی بو ماهی کیلکای دودی گرم در مدت ۱۵ روز نگهداری در یخچال.



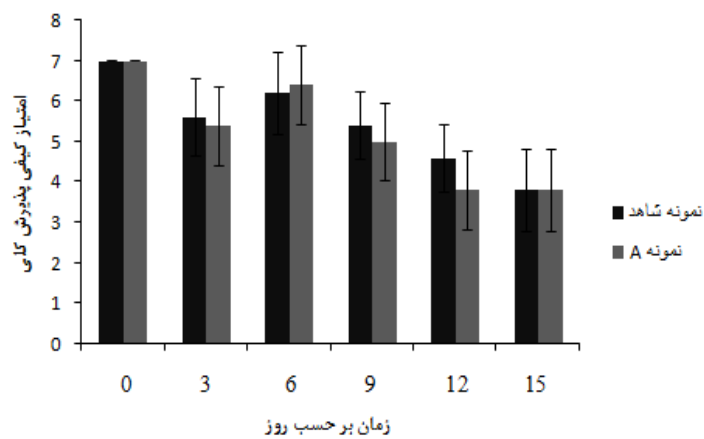
شکل ۳ امتیاز کیفی رنگ ماهی کیلکای دودی گرم در مدت ۱۵ روز نگهداری در یخچال



شکل ۴ امتیاز کیفی طعم ماهی کیلکای دودی گرم در مدت ۱۵ روز نگهداری در یخچال.



شکل ۵ امتیاز کیفی بافت ماهی کیلکای دودی گرم در مدت ۱۵ روز نگهداری در یخچال.



شکل ۶ امتیاز کیفی پذیرش کلی ماهی کیلکای دودی گرم در مدت ۱۵ روز نگهداری در یخچال.

آزمون جذب نمک
 در نتیجه نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) به علت پایین بودن میزان جذب نمک نسبت به نمونه‌های B (NaCl) و D (NaCl ۱۰۰٪ / KCl ۰٪) و C (NaCl ۲۵٪ / KCl ۷۵٪) و نزدیک بودن میزان جذب نمک به نمونه شاهد به‌عنوان بهترین نمونه برای مقایسه با نمونه شاهد (NaCl ۱۰۰٪ / KCl ۰٪) انتخاب شد.
 با توجه به نتایج آنالیز جذب نمک آورده شده در جدول ۲، محتوای نمک ماهی کیلکای دودی شده با دو نوع نمک متفاوت در گروه‌های مختلف دارای اختلاف معناداری ($p < 0/05$) بوده است، به طوری که محتوای نمک در نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) به‌طور معناداری ($p < 0/05$) از نمونه‌های دیگر کمتر و از نمونه شاهد بیشتر بوده است.

جدول ۲ نمک اندازه‌گیری شده کیلکای دودی گرم در نمونه‌های مختلف

نمونه	میزان جذب نمک
شاهد NaCl ۱۰۰٪	$4/10 \pm 0/04^A$
A NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪	$4/38 \pm 0/06^B$
B NaCl ۵۰٪ / KCl ۵۰٪	$6/08 \pm 0/13^C$
C NaCl ۲۵٪ / KCl ۷۵٪	$8/00 \pm 0/09^D$
D KCl ۱۰۰٪	$8/36 \pm 0/20^F$

اعداد داخل جدول بیانگر میانگین و انحراف معیار (Mean \pm SD) سه تکرار می‌باشد.
 حروف بزرگ متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها در سطح ۵ درصد ($p < 0/05$) می‌باشد.

نتایج بررسی میکروبی

جدول ۳ تغییرات مقادیر کپک و مخمر را در طول یک دوره ۱۵ روزه در نمونه‌های مختلف نشان می‌دهد. میزان اولیه کپک و مخمر در نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) ($2/00 \pm 0/00$ Log cfu/g) به‌طور معناداری ($p < 0/05$) بیشتر از نمونه شاهد (NaCl ۱۰۰٪ / KCl ۰٪) ($1/00 \pm 0/00$ Log cfu/g) بود، اما با افزایش طول دوره نگهداری تفاوت معناداری بین نمونه‌ها مشاهده نشد ($p > 0/05$). میزان کپک و مخمر برای هر دو نمونه یک روند کاهشی ثابت را با افزایش زمان نگهداری طی کرد که از روز دهم به بعد به‌طور معناداری ($p < 0/05$) به صفر کاهش یافت.

جدول ۳ شمارش کپک و مخمر (Logcfu/g) کیلکای دودی گرم در نمونه‌های مختلف طی نگهداری در یخچال.

نمونه	دوره نگهداری			
	۰	۵	۱۰	۱۵
نمونه شاهد	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{Ba}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{Aa}	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{Ab}	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{Ab}
نمونه A	۲/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{Aa}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{Ab}	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{Ac}	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{Ac}

اعداد داخل جدول بیانگر میانگین و انحراف معیار (Mean±SD) سه تکرار می‌باشد.

حروف بزرگ متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها در سطح ۵٪ ($p < ۰/۰۵$) می‌باشد.

حروف کوچک متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی‌دار بین روزهای نگهداری در سطح ۵٪ ($p < ۰/۰۵$) می‌باشد.

بحث

کاهش شوری زمانی ایجاد می‌شود که وزن یونها (کاتیون و آنیون) افزایش یابد (Murphy et al., 1981). از آنجا که وزن مولکولی کاتیون (K^+) کلرید پتاسیم بالاست، در دهان ایجاد مزه شوری ضعیف، طعم تخی و فلزی می‌کند و این مسئله باعث محدودیت در مصرف این نمک شده است (Murphy et al., 1981). اما تحقیقات گسترده نشان داد طعم تلخی کلرید پتاسیم می‌تواند به وسیله کلرید سدیم سرکوب شود (Frank and Mickelsen, 1969; Rosett et al., 1995). Keast and همکاران (۲۰۰۱) طی تحقیقی نشان دادند که یون سدیم توانایی سرکوب طعم تلخ کلرید پتاسیم را دارد. و همچنین Breslin و Beauchamp (۱۹۹۵) نشان دادند که ۷۸ درصد از طعم تلخی کلرید پتاسیم با افزایش مقدار کلرید سدیم سرکوب می‌شود. از آنجا که یکی از عوامل ورود محصول جدید به بازار پذیرش آن از سوی مصرف‌کنندگان است و اینکه چه میزان علاقه برای مصرف آن وجود دارد، بنابراین با توجه به اعداد به دست آمده از ارزیابی تست پنل در خصوص میزان پذیرش کلی کیلکاهای دودی با ترکیب متفاوت نمک، نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) به دلیل افزایش درصد نمک کلرید سدیم، که به عنوان عاملی در سرکوب طعم تلخ کلرید پتاسیم است، بیشترین امتیاز ارزیابی حسی را کسب کرده و از این حیث بسیار نزدیک به نمونه شاهد (NaCl ۱۰۰٪ / KCl

سدیم کلرید به عنوان یک پرواکسیدان، محتوای چربی را در عضله تحت تأثیر قرار می‌دهد و کاهش آن میزان پروتئولیز را در عضله افزایش می‌دهد (Zhao et al., 2008). به طوری که هر دو فرایند روی طعم و فرایندهای بعدی گوشت تأثیر گذارند. آنزیم‌های پروتئولیتیک به وسیله پروتئولیز، ساختار پروتئین را شکسته و آنها را به پپتیدها و آمینواسیدها که مسئول توسعه بو و طعم در گوشت هستند تبدیل کرده و همچنین اکسیداسیون لپیدها باعث شکل‌گیری انواع ترکیبات فرار و ترکیبات آروماتیک در انواع فراورده‌های غذایی می‌شود (Toldra and Flores, 1998). بنابراین هرگونه تغییر در محتوای کلرید سدیم در فرمولاسیون نمک سود کردن ماهی، باعث ایجاد طعم مشخص در آن فراورده می‌شود (Wang et al., 2012). نوع نمک برای جایگزینی با کلرید سدیم باید با دقت تمام انتخاب شود، چون می‌تواند به طور جدی روی کیفیت محصول تأثیر بگذارد (Ruusunen et al., 2005; Puolanne and Halonen, 2010). کلرید پتاسیم به طور بالقوه جایگزین مناسبی برای کلرید سدیم به شمار می‌آید و به لحاظ فنی به علت خواص فیزیکی منحصر به فردش می‌تواند به عنوان یک ماده ایده‌آل، مکمل مناسب با کلرید سدیم تشکیل دهد (Frank and Mickelsen, 1969).

به دست آمده از آزمون جذب نمک در خصوص انتخاب کلیکاهای دودی با ترکیب متفاوت نمک، نمونه A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪)، به دلیل افزایش درصد نمک کلرید سدیم که با افزایش چگالی باعث کاهش ورود نمک به بافت می‌شود، از نظر جذب نمک بسیار نزدیک به نمونه شاهد (NaCl ۱۰۰٪ / KCl ۰٪) بوده که به عنوان نمونه برتر انتخاب شده است.

ارزیابی حسی متداول‌ترین روش برای تعیین کیفیت یک محصول است، زیرا این روش ساده، سریع و ارزان و دستیابی به اطلاعات کیفی محصول به سرعت امکان‌پذیر است. با ارزیابی حسی، ویژگی‌های حسی محصول از سوی مصرف‌کننده قابل رؤیت است و بر انتخاب مصرف‌کننده تأثیر می‌گذارد (Sallam et al., 2007). طعم و بوی دود حاصل اختلاط ترکیبات شیمیایی آن است. طعم مخصوص فراورده‌های دود داده شده را بیشتر در رابطه با فنل‌ها می‌دانند؛ البته وجود کربونیل‌ها و بعضی از اسیدهای آلی نیز در این باره مؤثر است (Kjallstrand and Petersson, 2001). یکی دیگر از اثرهای دود در فراورده‌های دود داده شده ایجاد رنگ مخصوص در آن است. فرایند تشکیل رنگ در فراورده‌های دودی، کمپلکس است که بیشتر بر پایه وجود کربونیل‌ها در دود و واکنش آنها با گروه آمین آزاد حاصل از پروتئین‌های گوشت قرار دارد (Doe et al., 1998). مطابق ارزیابی‌های انجام شده در این تحقیق میزان تغییرات شاخص‌های بو، طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی بین نمونه‌های شاهد (NaCl ۱۰۰٪ / KCl ۰٪) و A (NaCl ۷۵٪ / KCl ۲۵٪) معنادار نبوده ($p > 0.05$) است. مطالعات Fuentes و همکاران (2013) در بررسی تأثیر جایگزینی جزئی سدیم بر روی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی ماهی باس

بود. این امر با نتیجه مطالعه Alino و همکاران (2010) و Armenteros و همکاران (2012) در خصوص جایگزینی و کاهش نمک کلرید سدیم در محصولات نمک سود شده اسپانیایی مطابقت دارد. همچنین Alino و همکاران (2009, 2010) و Armenteros و همکاران (2009a) در مطالعاتی درباره جایگزینی NaCl با مخلوطی از نمک‌های KCl، MgCl₂ و CaCl₂ در گوشت خوک نمک سود شده به روش خشک، نشان دادند که می‌توان میزان نمک کلرید سدیم را حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد جایگزین کرد بدون اینکه تأثیر منفی بر خصوصیات حسی محصول داشته باشد. ولی اگر میزان این جایگزینی بیشتر از ۴۰ تا ۵۰ درصد باشد تأثیر منفی بر روی خصوصیات حسی بیشتر به صورت مزه تلخ و حالت فلزی احساس می‌شود (Armenteros et al., 2012).

طی فرایند نمک سود کردن، نمک از طریق فشار اسمزی رطوبت را از ماهی خارج کرده و هم‌زمان وارد بافت می‌گردد به طوری که یون سدیم، پتاسیم و کلر بین بافت ماهیچه به وسیله نیروی اسمز انتشار می‌یابد (Horner, 1992). مقدار نمک در نمونه‌هایی که با مخلوط دو نمک NaCl / KCl نمک سود شده بودند، در مقایسه با نمونه‌ای که فقط با NaCl (شاهد) نمک سود شده بود افزایش معناداری ($p < 0.05$) نشان داد. این مطلب را می‌توان چنین تشریح کرد که یون پتاسیم چگالی کمتری نسبت به یون سدیم دارد، به همین دلیل طی فرایند آب نمک‌گذاری به علت پایین بودن چگالی آن به سرعت به داخل عضله نفوذ می‌کند (Blesa et al., 2008; Larsen and Elvevoll, 2008). این امر باعث افزایش نمک در نمونه‌های نمک سود شده با مخلوط نمک NaCl / KCl می‌شود که با نتیجه مطالعه Wu و همکاران (۲۰۱۴ b, ۲۰۱۴ a) و Fuentes و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. بنابراین با توجه به اعداد

دریایی دودی هنگام نگهداری، اختلاف معناداری را در شاخص‌های رنگ و بافت بین نمونه‌های با نمک مخلوط و نمونه شاهد نشان نداد که با گزارش‌های Cardinal و همکاران (۲۰۰۱) و Armenteros و همکاران (۲۰۰۹b) نیز مطابقت دارد. ولی با افزایش زمان ماندگاری ارزیابی کیفی این شاخص‌ها مرتب روند کاهشی معناداری را نشان داد ($p < 0.05$). مطالعات Fuentes و همکاران (۲۰۱۱، ۲۰۱۰) در بررسی جایگزینی ۵۰ درصد از کلرید سدیم با کلرید پتاسیم در ماهی باس دریایی دودی نیز به چنین نتیجه مشابهی دست یافتند. با توجه به نتایج تحقیق حاضر جایگزینی ۲۵ درصد از کلرید سدیم با کلرید پتاسیم تأثیری بر خصوصیات ارگانولپتیکی کیلکای دودی در طول نگهداری نداشته و کیلکای دودی تا آخرین روز نگهداری قابلیت مصرف انسانی داشته است؛ البته سطح جایگزینی در ماهی‌ها و محصولات مختلف متفاوت است.

کلرید سدیم رشد کپک و مخمر را محدود می‌کند و کاهش آن باعث افزایش رشد کپک و مخمر می‌شود (Cauvain, 2007). افزایش اولیه مقدار کپک و مخمر در نمونه A (۷۵٪ NaCl / ۲۵٪ KCl) با کاهش سدیم در این نمونه ارتباط دارد. به طوری که Cauvain (2007) نیز با کاهش میزان کلرید سدیم در نان، شاهد افزایش رشد مخمر در آن بود. با افزایش زمان نگهداری میزان رشد کپک و مخمر برای هر دو نمونه یک روند کاهشی ثابت را طی کرد. Fuentes و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر جایگزینی ۵۰ درصد از کلرید سدیم و نوع بسته‌بندی بر زمان ماندگاری در ماهی باس دریایی دودی شاهد بودند که تعداد کپک و مخمر در بسته‌بندی معمولی طی هفته‌های اول بالا بوده ولی طی دوران نگهداری تا پایان

کار مقدار آن در نمونه‌ها کاهش یافته است. حد پذیرفتنی کپک و مخمر در فراورده‌های دودی (logcfu/g) ۴ تعیین شده است (Lerio et al., 2001). که با توجه به این نتایج، کیلکای دودی گرم در دمای یخچال به مدت ۱۵ روز که مدت زمان انجام این تحقیق بود، قابلیت مصرف داشت. با توجه به مضرات مصرف کلرید سدیم بر سلامت انسان و در راستای کاهش این ماده در مواد غذایی، مطابق با نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان میزان کلرید سدیم موجود در ماهی دودی گرم کیلکا را بدون اثر منفی بر ویژگی‌های حسی و میکروبی آن تا ۲۵ درصد کاهش داد. از آنجا که ماهی دودی یکی از مواد غذایی پر مصرف در کشورهای اروپایی و شمال کشور ماست، می‌توان مضرات متداول نمک مورد استفاده را کاهش داد و به دلیل جایگزینی یون سدیم با یون پتاسیم به تعدیل فشارخون مصرف‌کنندگان نیز کمک کرد.

تشکر و قدردانی

از مدیریت و کارکنان محترم مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان (بندرانزلی) به دلیل حمایت و پشتیبانی از اجرای این تحقیق قدردانی می‌شود.

منابع

- Adeli, A. 2013. Marketing and Packaging of Aquaculture. Publishing Binahayat, pp: 204
- Aliño, M., Grau, R., Baigts, D. and Barat, J. M. 2009. Influence of sodium replacement on the salting kinetics of pork loin. *Journal of Food Engineering*, 95:551-557
- Alino, M., Grau, R., Toldra, F., Blesa, E., Pagan, M. J., and Barat, J. M. 2010. Physicochemical properties and microbiology of dry-cured loins obtained by partial sodium replacement with potassium, calcium and magnesium. *Meat science*, 85(3): 580-588.

- Breslin, P. A. and Beauchamp, G. K. 1995.** Suppression of Bitterness by Sodium: Variation Among Bitter Taste Stimuli. *Chemistry Science*, 20(6):609-23.
- Cardinal, M., Knockaert, C., Torrisen, O., Sigurgisladottir, S., Mrkve, T. and Thomassen, M. S. 2001.** Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 34(6): 537-550.
- Cauvain, S. P. 2007.** Reduced Salt in Bread and Other Baked Products. In *Reducing Salt in Foods*. Kilcast, D., Angus, F., Eds.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA; pp. 283-295.
- Chobanian, A. V., Bakris, G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A. and Izzo, J. L. 2003.** Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment Of High Blood Pressure. *Hypertension*, 42: 1206-1252.
- Devine, A., Criddle, R., Dick, I., Kerr, D. and Prince, R. 1995.** A longitudinal study of the effect of sodium and calcium intakes on regional bone density in postmenopausal women. *Journal Nutrition*, 62: 740-745.
- Doe, P. E., Yean, Y. S., Pruthiarenun, R., Motohiro, T. and Gopakumar, K. 1998.** Dried and smoked fish products. In Peter E Doe (Ed.), *Fish drying and Smoking: Production and quality*. Lancaster, PA: Technomic Publishing Company, Inc. pp: 47-87.
- Dotsch, M., Busch, J., Batenburg, M., Liem, G., Tareilus, E., Mueller, R. and Meijer, G. 2009.** Strategies to reduce sodium consumption: A food industry perspective. *Critical reviews in food science and nutrition*, 49: 841-851.
- Frank, R. L. and Mickelsen, O. 1969.** Sodium-Potassium Chloride Mixtures as Table Salt. *Journal of Nutrition*, 22(4):464-70.
- Fuentes, A., Fernandez-Segovia, I., Serra J. A. and Barat, J. M. 2010.** Development of a smoked sea bass product with partial sodium replacement. *LWT - Food Science and Technology*, 43: 1426-1433.
- Fuentes, A., Fernandez-Segovia, I., Barat, J. M. and Serra J. A. 2011.** Influence of sodium
- Andres, A., Rodriguez-Barona, S., Barat, J. M. and Fito, P. 2005.** Salted cod manufacturing: influence of salting procedure on process yield and product characteristics. *Journal of Food Engineering*, 69: 467-471.
- AOAC. 1995.** Association of official analytical chemists; Sodium Chloride in seafood 937.09 Official Methods of Analysis, 15th ed. Washington, DC: Association of official analytical chemists.
- AOAC. 2005.** Official methods of analysis (18th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists International.
- Armenteros, M., Aristoy, M.-C., Barat, J. M., and Toldra, F. 2009a.** Biochemical and sensory properties of dry-cured loins as affected by partial replacement of sodium by potassium, calcium, and magnesium. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 9699-9705.
- Armenteros, M., Aristoy, M. C., Barat, J. M. and Toldra, F. 2009b.** Biochemical and sensory properties of dry-cured loins as affected by partial replacement of sodium by potassium, calcium and magnesium. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57:9699-9705
- Armenteros, M., Aristoy, M. C., Barat, J. M. and Toldra, F. 2012.** Biochemical and sensory changes in dry-cured ham salted with partial replacement of sodium by a mixture of potassium, calcium and magnesium. *Meat science*, 90:361-367
- ASTM. 1969.** Manual on sensory testing methods American society for testing and materials, 1916 Race Street, Philadelphia, 19103: 34-42.
- Becker, W., Branca, F., Brasseur, D., Bresson, J. L., Flynn, A. and Jackson, A. 2005.** Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the tolerable upper intake level of sodium. *The EFSA Journal*, 209: 1-26
- Blesa, E., Aliño, M., Barat, J. M., Grau, R., Toldra, F. and Pagán, M. J. 2008.** Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. *Meat Science*, 78: 135-142.
- Boudhrioua, N., Djendoubi, N., Bellagha, S. and Kechaou, N. 2009.** Study of moisture and salt transfers during salting of sardine fillets. *Journal of Food Engineering*, 94: 83-89 .

- minerals in cod (*Gadus morhua*) fillet immersed in NaCl or KCl. *Food Chemistry*, 107: 369-376.
- Lemann, J. J., Pleuss, J. A. and Gray R. W. 1993.** Potassium causes calcium retention in healthy adults. *Journal of Nutrition*, 123: 1623-1626.
- Leroi, F., Joffraud, J. J., Chevalier, F. and Cardinal, M. 2001.** Research of quality indices for cold-smoked salmon using a stepwise multiple regression of of microbiological counts and physico-chemical parameters. *Journal of Applied Microbiology*, 90: 578-587.
- Murphy, C., Cardello, A. V. and Brand, J. 1981.** Tastes of fifteen halide salts following water and NaCl. *Journal of Nutrition*, 22(4):464-70.
- Puolanne, E. and Halonen, M. 2010.** Theoretical aspects of waterholding in meat. *Meat science*, 86:151-165.
- Reddy, K. A. and Marth, E. H. 1991.** Reducing the sodium content of foods: a review. *Journal of Food Protection*, 54: 138-150.
- Rosett, T., Wu, Z., Schmidt, S., Ennis, D. and Klein, B. 1995.** KCl, CaCl₂, Na⁺ Binding, and Salt Taste of Gum Systems. *Journal of Food Science*, 60(4): 849-53.
- Ruusunen, M., Vainionpää, J., Lyly, M., Lähteenmäki, L., Niemistö, M., Ahvenainen, R. and Puolanne, E. 2005.** Reducing the sodium content in meat products: the effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat science*, 69:53-60.
- Sallam, K. H., Ahmed, A. M., Elgazzar, M. M. and Eldaly, E. A. 2007.** Chemical quality and sensory attributes of marinated Pacific Saury (*Cololabissaira*) during vacuum-packaged storage at 4°C. *Food Chemistry*, 102:1061-1070.
- Shabanpour, B., Kashiri, B., Molodi, H. and Hosininiejjhad, A. 2007.** Effects of washing bouts and times on surimi quality prepared from common carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences, IFRO. Tehran, Iran*, 16:81-92.
- Toldra, F. and Flores, M. 1998.** The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4): 331-352.
- Tsugane, S., Sasazuki, S., Kobayashi, M. and Sasaki, S. 2004.** Salt and salted food intake and subsequent risk of gastric cancer among middle-replacement and packaging on quality and shelf life of smoked sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*). *LWT - Food Science and Technology*, 44: 917-923.
- Fuentes, A., Ferná'ndez-Segovia, I., Serra, J. A. and Barat, J. M. 2013.** Effect of partial sodium replacement on physicochemical parameters of smoked sea bass during storage. *Food Science and Technology International*, 18: 207
- Gallart-Jornet, L., Barat, J. M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I. and Fito P. 2006.** Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. *Journal of Food Engineering*, 80: 267-275.
- Geleijnse, J. M., Wittman, J. C., Stijnen, T., Kloos, M. W., Hofman, A. and Grobbee, D. E. 2007.** Sodium and potassium intake and risk of cardiovascular events and allcauses mortality: the Rotterdam study. *European Journal of Epidemiology*, 22: 763-770.
- Hand, L. W., Terrel, R. N. and Smith, G. C. 1982.** Effects of complete or partial replacement of sodium chloride on processing and sensory properties of hams. *Journal of Food Science*, 47: 1800-1802.
- He, F. and MacGregor, G. A. 2008.** comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *Journal if Huan. Hypertension*, 23: 363-384.
- He, F. and MacGregor G. A. 2010.** Reducing population salt intake worldwide: From evidence to implementation. *prog cardiovascular disease*, 52; 363-382.
- Horner, W. F. A. 1992.** Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking). In: *Fish Processing Technology*. Glasgow, Uk: Blackie Academic & Professional, pp. 31-71.
- Keast, R. S. J., Breslin, P. A. S. and Beauchamp, G. K. 2001.** Suppression of bitterness using sodium salts. *Chimia*, 55(5):441-47.
- Keast, R. S. J. and Breslin, P. A. S. 2003.** An overview of binary taste-taste interactions. *food quality preference*, 14: 111-124.
- Kjhallstrand, J. and Petersson, G. 2001.** Phenolic antioxidants in wood smoke. *The Science of the Total Environment*, 27: 69-75.
- Larsen, R. and Elvevoll, E. O. 2008.** Water uptake, drip losses and retention of free amino acids and

aged Japanese men and women. *Journal Cancer*, 90, 128-134.

Turan, H., Sönmez, G., Çelik, M. Y., Yalçın, M. and Kaya, Y. 2007. Effects of different salting process on the storage quality of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819). *Journal of Muscle Foods*, 18: 380-390.

Wang, J., Jin, G., Zhang, W., Ahn, D. and Zhang, J. 2012. Effect of curing salt content on lipid oxidation and volatile flavour compounds of dry-cured turkey ham. *LWT – Food Science and Technology*, 48(1):102-106.

WHO, (World Health Organization), 2004. Food and health in Europe: a new basis for action. In WHO regional publications, European series No 96. Geneva: World Health Organization.

Wu, H., Zhang, Y., Long, M., Tang, J., Yu, X. and Wang, J. 2014a. Proteolysis and sensory properties of dry-cured bacon as affected by the partial substitution of sodium chloride with potassium chloride. *Meat science*, 96(3): 1325-1331.

Wu, H., Zhuang, H., Zhang, Y., Tang, J., Yu, X., Long, M., wang, J. and Zhang, J. 2014b. Influence of partial replacement of NaCl with KCl on profiles of volatile compounds in dry-cured bacon during processing. *Food Chemistry*, 172: 391-399.

Zhao, G., Tian, W., Liu, Y., Zhou, G., Xu, X. and Li, M. 2008. Proteolysis in biceps femoris during Jinhua ham processing. *Meat Science*, 79(1): 39-45.



The effect of partial replacement of NaCl by KCl on sensory and microbial properties of hot smoked kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) during storage in refrigerator

Sepideh Faralizadeh^{1*}, Eshagh Zakipour Rahimabadi^{2,3}, Ali Asghar Khanipour⁴, Yazdan Moradi⁵

1- M.Sc. Fisheries Department, Faculty of Nature Resource, University of Zabol

2- Assoc. Prof., Fisheries Department, Faculty of Nature Resource, University of Zabol

3- Assoc. Prof., Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, 1144, Guilan, Iran

4- Asst. Prof., Aquatics Fish Processing Research Center, Bandar-e- Anzali

5- Asst. Prof., Iranian Fisheries Research Organization, Tehran

Received: 20.05.2014

Accepted: 02.02.2015

*Corresponding author: s.faralizade@yahoo.com

Abstract:

The effect of partial replacement of NaCl by KCl on sensory and microbial properties of hot smoked kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) during storage in refrigerator was investigated in two stages. Samples were initially prepared and, in the first stage, were exposed to brine solution with 15% mixture of NaCl/KCl at 5 different levels (NaCl 100%, control; NaCl/KCl 75/ 25 %, treatment A; NaCl/KCl (50/ 50%, treatment B; NaCl/KCl 25/ 75%, treatment C; KCl 100%, treatment D) for 3 hrs. The smoking process included turning the samples into drying and hot smokes by slow and high rates of Atmos set. All samples were tested by sensory analysis and salt intake to select the nominated treatments. In the second stage, sensory and microbial properties of selected treatment were compared with the control samples during storage in refrigerator for 15 days. Microbial tests revealed significantly greater rate of mold contamination in treatment A (25/75% KCl/NaCl) than the control (100% NaCl) in the early days, but reduced later in both. The sensory analysis indicated no significant difference between the two treatments. According to the results, sodium chloride could be

replaced up to 25%with potassium chloride for hot-smoked kilka without negative effects on microbial and sensory properties.

Keywords: Kilka fish, NaCl replacement, Hot smoking, Refrigerator storage, KCl.