فصلنامه علمی ـ پژوهشی دورهٔ ٤، شمارهٔ ١، بهار ١٣٩٤، صفحه ٦٩- ٨٢

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 [1*] ، اسحق زکی‌پور رحیم آبادی [2و3]، علی اصغر خانی‌پور [4] و یزدان مرادی [5]

۱- دانشجو 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
٤- استادیار، عضو هیأت علمی، مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان، بندر انزلی
٥- 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 کیلکای 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 (۱۰۰٪ NaCl، شاهد؛ ۷۵/۲۵٪ NaCl/KCl، نمونه A؛ ۵۰/۵۰٪NaCl/KCl، نمونه B؛ ۲۵/۷۵٪ NaCl/KCl، نمونه C و ۱۰۰٪ KCl، نمونه D) طی ۳ ساعت آب نمک گذاری شدند. سپس نمونه‌ها برای دودی کردن در مرحله اول به‌صورت 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 (۷۵/۲۵٪ NaCl/KCl) به‌عنوان نمونه برتر انتخاب شد.نتایج آزمایشات میکروبی بیانگر رشد معنی‌دار ($P<0/05$) کپک و مخمر در نمونه A (۷۵/۲۵٪ NaCl/KCl) تسبت به نمونه شاهد (۱۰۰٪ NaCl) در روزهای ابتدایی نگه‌داری بود، اما با گذشت زمان در هر دو نمونه سیر نزولی داشتند. در ارزیابی حسی تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و A مشاهده نشد. بنابراین، براساس یافته‌های این تحقیق می‌توان میزان کلرید سدیم موجود در کیلکای دودی گرم را بدون اثر منفی بر ویژگی‌های میکروبی و حسی آن تا ۲۵ درصد با کلرید پتاسیم جایگزین نمود.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

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

مقدمه

آبزیان به‌عنوان غذای سلامتی به‌دلیل برخورداری از کالری و پروتئین بالای با قابلیت هضم ٩٦ درصد و همچنین وجود اسیدهای چرب امگا-٣، که مصرف مداوم آن باعث کاهش میزان چربی و کلسترول خون می‌شود، از اهمیت به‌سزایی در برنامه غذایی مردم جهان برخوردار هستند. دریای خزر به‌عنوان 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 ماهی‌ها در دریای خزر است که با داشتن پروتئین با ارزش، چربی‌های سهل الهضم و غنی از ویتامین (محلول در چربی) و انواع مواد معدنی یکی از جایگاه‌های بسیار با اهمیت را در میان فراورده‌های غذایی با منشأ حیوانی به خود اختصاص داده است. نقش پروتئین در ترمیم بافت‌های 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 گوشت‌ها، فراورده‌های کیلکا می‌تواند در رفع قسمتی از کمبود پروتئینی کشور نقش به‌سزایی 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 کاهش‌دهنده فعالیت آبی (Water activity) ماده غذایی است که از آن به‌عنوان مهارکننده مناسب برای رشد میکروب‌ها استفاده می‌شود (Turan et al., 2007). به‌طورکلی نمک سود کردن نه تنها باعث کاهش فعالیت آبی برای ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌های عامل فساد می‌گردد، بلکه فراهم آورنده تغییرات حسی مطلوب در محصول (Anders et al., 2005) و به‌عنوان 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 می‌بخشد (Keast and Breslin, 2003). سدیم کلرید ماده‌ای غذایی است که باعث تعادل مایع و الکترولیت سلول‌ها شده و برای عملکرد طبیعی سلول‌ها مورد نیاز است. در غذا به‌عنوان جزء طبیعی در سطح پایین موجود و هنگام فرایند پخت و پز نیز به غذا اضافه می‌شود (Becker et al., 2005). اما مصرف بیش از حد سدیم با افزایش فشار خون، که علت عمده بیماری‌های 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 ٦٢ درصد از سکته‌های مغزی و ٤٩ درصد از بیماری‌های قلبی با فشار خون ایجاد می‌شود (He and MacGragor, 2010). با وجود پیامدهای منفی بهداشتی و هزینه‌های مراقبت‌های 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 بین‌المللی هدف خود را برای کاهش مصرف سدیم در رژیم غذایی قرار داده‌اند (WHO, 2004) و برای حفظ سلامت مصرف‌کنندگان جایگزینی جزئی NaCl با KCl را بهترین راه حل برای کاهش سدیم دانسته‌اند. در واقع هر دو نمک خواص مشابه دارند، ولی مصرف پتاسیم مرتبط با افزایش فشار خون بالا و

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

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 (Fuenttes 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 روش ها

تولید تیمارهای مختلف کیلکای دودی گرم

برای انجام مطالعه حاضر، ٤٥ 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، ٦۰ 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 به‌ترتیب آب نمک: ماهی) در دو ترکیب متفاوت نمک (نمک شرکت تهران کمیکال، ساخت ایران) و در ۵ نمونه که شامل نمونه شاهد (نسبت نمک‌ها NaCl ۱۰۰٪ / KCl ۰٪) ، نمونه A (نسبت نمک‌ها ۲۵٪KCl / ۷۵٪NaCl)، نمونه B (نسبت نمک‌ها ۵۰٪KCl / ۵۰٪NaCl)، نمونه C (نسبت نمک‌ها ۷۵٪KCl / ۲۵٪NaCl) و نمونه D (نسبت نمک‌ها NaCl ۰٪ / KCl ۱۰۰٪) در دمای ۵ºC 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 ٤ ساعت در دمای ٤٥ºC تا ۸۵ºC 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

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

برای ارزیابی حسی نمونه‌ها از روش هدونیک (ASTM, 1969) استفاده گردید. برای این منظور ابتدا برای انتخاب نمونه برتر، ۵۰ نفر به‌صورت 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 نحوهٔ 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).

جدول۱ فرم ارزیابی حسی کیلکای دودی گرم.

صفات	۷ بسیارخوب	۵ خوب	۳ متوسط	۰ 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 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 سی‌سی محیط رقیق‌کننده 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 به‌صورت وارونه در انکوباتور یخچال‌دار (TECH fan، ساخت ایران) ۲۵ – ۲۶ درجه سانتی‌گراد 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 نرم‌افزار SPSS (16.0) و رسم نمودارهای موجود با استفاده از EXCEL (2007) انجام شد.

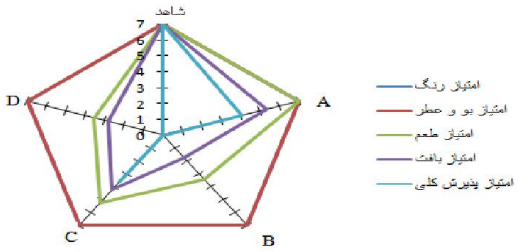
نتایج

ارزیابی حسی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

نتایج ارزیابی حسی انتخاب نمونه برتر برای مقایسه با نمونه شاهد (۱۰۰٪ NaCl / ۰٪ KCl) 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 (۷۵٪ NaCl / ۲۵ ٪ KCl) و نمونه D (۰٪ NaCl / ۱۰۰٪ KCl) 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 ۰/۰۰ ± ۷/۰۰ قرار داشته که هرچه از میزان کلرید سدیم در ترکیب کم می‌گردد یا بالعکس، به میزان کلرید پتاسیم اضافه می‌شود و میزان امتیاز رنگ کلیکاهای دودی تغییر نمی‌کند که این روند تفاوت معناداری را بین نمونه‌ها نشان نداد ($p>0/05$). همچنین دربارهٔ طعم کلیکاهای دودی نیز میانگین امتیاز برای طعم در نمونه‌های مختلف در محدوده ۰/۰۰ ±۷/۰۰ برای نمونه A (۷۵٪ NaCl / ۲۵٪ KCl) تا ۰/۰۰ ± ۰/۰۰ برای نمونه D (۰٪ NaCl / ۱۰۰٪ KCl) بود که هر چه میزان کلرید سدیم در ترکیب کم می‌شد یا بالعکس، به میزان کلرید پتاسیم اضافه و از میزان طعم مطلوب کلیکاهای دودی کاسته می‌شد که این روند کاهشی بین نمونه‌ها معنادار ($p<0/05$) بوده است. همین روند دربارهٔ ویژگی بو نمونه‌های تولیدی نیز صادق بود. به نحوی که میانگین امتیاز برای ویژگی بو کیلکاهای دودی در نمونه‌های مختلف در محدوده ۰/۰۰ ± ۷/۰۰ برای نمونه A (۷۵٪ NaCl / ۲۵٪ KCl) تا ۰/۱۰ ± ٤/۵۰ برای نمونه D (۰٪ NaCl / ۱۰۰٪ KCl) قرار داشت که هر چه میزان کلرید سدیم در ترکیب کم می‌گردید یا بالعکس، به میزان کلرید پتاسیم اضافه و از میزان بوی مطلوب کلیکاهای دودی کاسته می‌شد که این روند کاهشی بین نمونه‌ها معنادار ($p<0/05$) بوده است. اعداد به‌دست آمده از ارزیابی بافت کلیکاهای دودی حاکی از اختلاف معنادار ($p<0/05$) بین نمونه‌ها بود به نحوی که بیشترین امتیاز مربوط به نمونه A (۷۵٪ NaCl / ۲۵٪ KCl) با امتیاز ۰/۰۰ ± ۷/۰۰ و کمترین امتیاز مربوط به نمونه D (۰٪ NaCl / ۱۰۰٪ KCl) به مقدار ۰/۲۳ ± ۵۸ /۳ است. با توجه به اعداد به‌دست 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 (۷۵٪ NaCl /۲۵٪ KCl) به مقدار ۰/۰۰ ± ۷/۰۰ و کمترین به نمونه D (۰٪ NaCl / ۱۰۰٪ KCl) 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 (۷۵٪ NaCl / ۲۵٪ KCl) 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 (۰٪ NaCl /۱۰۰٪ KCl) انتخاب شد.

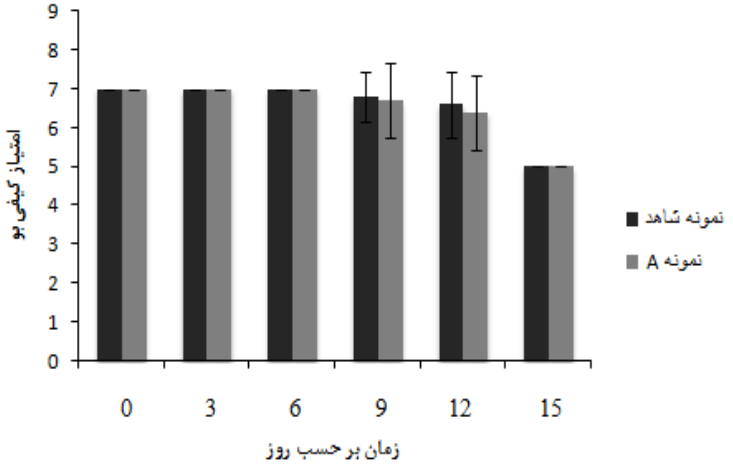


[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

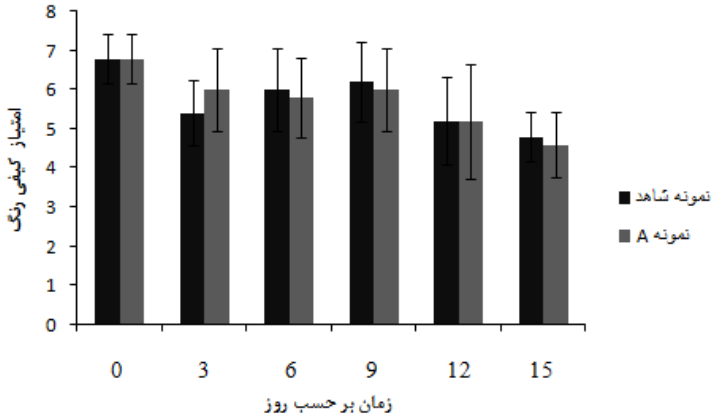
[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

شکل ١ نمودار ارزیابی حسی نمونه‌های کلیکای دودی با مخلوط دو نمک کلریدسدیم/کلرید پتاسیم براساس امتیاز حسی.

آنالیز آماری داده‌های حاصل از ارزیابی حسی کلیکاهای دودی نمونه A (٧٥٪ NaCl/ ٢٥٪ KCl) و شاهد (١٠٠٪ NaCl/ ٠٪ KCl) طی ١٥ روز نگهداری در دمای یخچال نشان داد که در ابتدای دوره نگهداری همه نمونه‌ها از لحاظ شاخص‌های حسی بررسی شده شامل رنگ (شکل٢)، طعم (شکل٣)، بو (شکل٤)، بافت (شکل٥) و پذیرش کلی (شکل٦) دارای کیفیت بسیار خوب بودند، اما با افزایش زمان نگهداری امتیاز کیفی شاخص‌های مورد بررسی کاهش می‌یابد. به‌طوری که در روزهای انتهایی نگهداری شاهد تفاوت معنادار ($p<٠/٠٥$) بین روزهای نگهداری بودیم، اما به‌رغم کاهش ظاهری میانگین امتیاز کیفی شاخص‌ها این اختلاف بین نمونه‌ها معنادار نبوده است ($p> ٠/٠٥$).



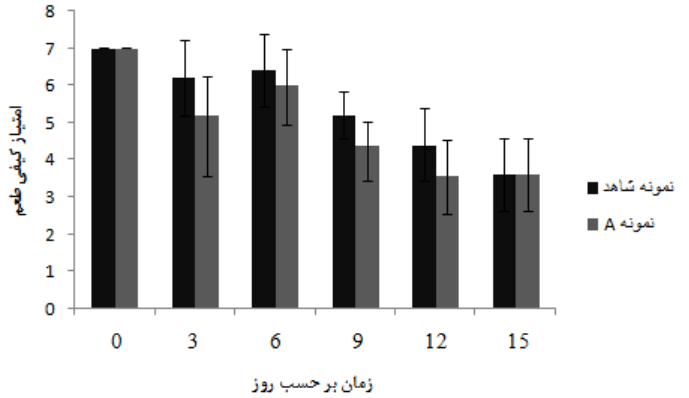
شکل ٢ امتیاز کیفی بو ماهی کیلکای دودی گرم در مدت ١٥ روز نگهداری در یخچال.



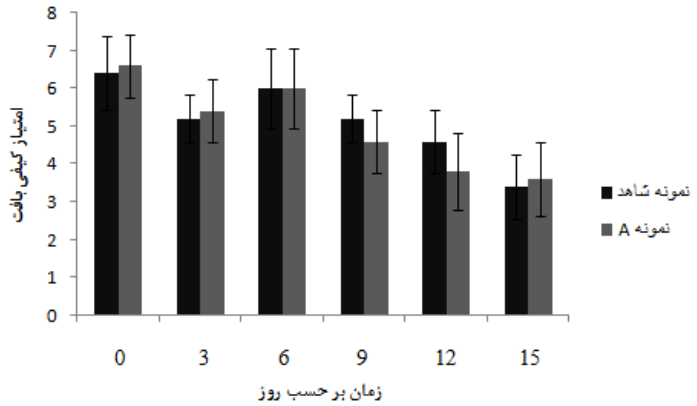
[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

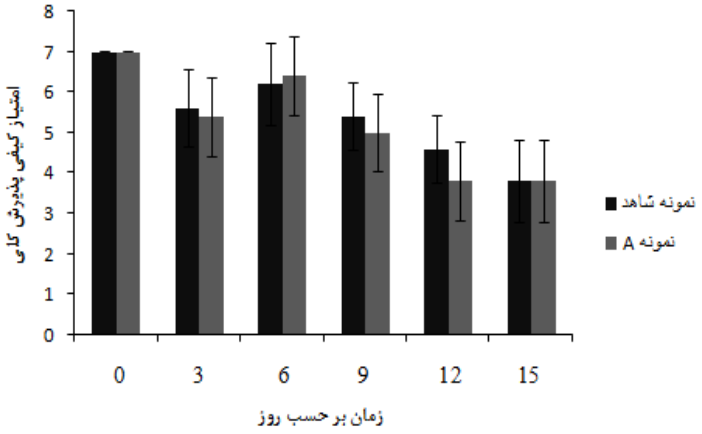
شکل ۳ امتیاز کیفی رنگ ماهی کیلکای دودی گرم در مدت ۱۵ روز نگهداری در یخچال



شکل٤ 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.



[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

شکل٦ امتیاز کیفی پذیرش کلی ماهی کیلکای دودی گرم در مدت ١٥ روز نگهداری در یخچال.

آزمون جذب نمک

با توجه به نتایج آنالیز جذب نمک آورده شده در جدول ٢، محتوای نمک ماهی کیلکای دودی شده با دو نوع نمک متفاوت در گروه‌های مختلف دارای اختلاف معناداری ($p <$٠/٠٥) بوده است، به‌طوری که محتوای نمک در نمونه A (٧٥٪ NaCl/ ٢٥٪ KCl) به‌طور معناداری ($p <$٠/٠٥) از نمونه‌های دیگر کمتر و از نمونه شاهد بیشتر بوده است. در نتیجه نمونه A (٧٥٪ NaCl/ ٢٥٪ KCl) به علت پایین بودن میزان جذب نمک نسبت به نمونه‌های B (٥٠٪ NaCl/ ٥٠٪ KCl)، C (٢٥٪ NaCl/ ٧٥٪ KCl) و D (٠٪ NaCl/ ١٠٠٪ KCl) و نزدیک بودن میزان جذب نمک به نمونه شاهد به‌عنوان بهترین نمونه برای مقایسه با نمونه شاهد (١٠٠٪ NaCl/ ٠٪ KCl) انتخاب شد.

جدول ٢ نمک اندازه‌گیری شده کیلکای دودی گرم در نمونه‌های مختلف

نمونه	میزان جذب نمک
شاهد ١٠٠٪ NaCl	٤/١٠ ± ٠/٠٤^{A}
A ٧٥٪ NaCl/ ٢٥٪KCl	٤/٣٨ ± ٠/٠٦^{B}
B ٥٠٪ NaCl/ ٥٠٪KCl	٦/٠٨ ± ٠/١٣^{C}
C ٢٥٪ NaCl/ ٧٥٪KCl	٨/٠٠ ± ٠/٠٩^{D}
D ١٠٠٪KCl	٨/٣٦ ± ٠/٢٠^{F}

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 ٥ درصد ($p <$ ٠/٠٥) می‌باشد

نتایج بررسی میکروبی

جدول ٣ تغییرات مقادیر کپک و مخمر را در طول یک دوره ١٥ روزه در نمونه‌های مختلف نشان می‌دهد. میزان اولیه کپک و مخمر در نمونه A (٧٥٪ NaCl/ ٢٥٪ KCl) (٢/٠٠ ± ٠/٠٠ Log cfu/g) به‌طور معناداری ($p<$٠/٠٥) بیشتر از نمونه شاهد (١٠٠٪ NaCl/ ٠٪ KCl) (Log cfu/g ١/٠٠ ± ٠/٠٠) بود، اما با افزایش طول دوره نگهداری تفاوت معناداری بین نمونه‌ها مشاهده نشد ($p >$٠/٠٥). میزان کپک و مخمر برای هر دو نمونه یک روند کاهشی ثابت را با افزایش زمان نگهداری طی کرد که از روز دهم به بعد به‌طور معناداری ($p<$٠/٠٥) به صفر کاهش یافت.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal
Vol. 4, No. 1, Spring 2015

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 ٪ ($p < ۰/۰۵$) می باشد

بحث

سدیم کلرید به‌عنوان 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) به‌طوری‌که هر دو فرایند روی طعم و فرایندهای بعدی گوشت تأثیر گذارند. آنزیم‌های پروتئولیتیک به‌وسیله 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 لیپیدها باعث شکل‌گیری انواع ترکیبات فرار و ترکیبات آروماتیک در انواع فراورده‌های غذایی می‌شود (Toldra and Flores, 1998). بنابراین هرگونه تغییر در محتوای کلریدسدیم در فرمولاسیون نمک سود کردن ماهی، باعث ایجاد طعم مشخص در آن فراورده می‌شود (Wang et al., 2012). نوع نمک برای جایگزینی با کلریدسدیم باید با دقت تمام انتخاب شود، چون می‌تواند به‌طور جدی روی کیفیت محصول تأثیر بگذارد (Ruusunen et al., 2005; Puolanne and Halonen, 2010). کلرید پتاسیم به‌طور بالقوه جایگزین مناسبی برای کلرید سدیم به شمار می‌آید و به لحاظ فنی به علت خواص فیزیکی منحصر به فردش می‌تواند به‌عنوان یک ماده ایده‌آل، مکمل مناسب با کلرید سدیم تشکیل دهد (Frank and Mickelsen, 1969). 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 تخلی 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 به‌وسیله کلریدسدیم سرکوب شود (Frank and Mickelsen, 1969; Rosett et al., 1995) Keast و همکاران (۲۰۰۱) طی تحقیقی نشان دادند که یون سدیم توانایی سرکوب طعم تلخ کلریدپتاسیم را دارد. و همچنین Breslin و Beauchamp (۱۹۹۵) نشان دادند که ۷۸ درصد از طعم تلخی کلریدپتاسیم با افزایش مقدار کلریدسدیم 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 به‌دست آمده از ارزیابی تست پنل در خصوص میزان پذیرش کلی کلیکاهای دودی با ترکیب متفاوت نمک، نمونه A (NaCl ۷۵٪/ KCl ۲۵٪) به دلیل افزایش درصد نمک کلریدسدیم، که به‌عنوان 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

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

٠٪) بود. این امر با نتیجه مطالعه Alino و همکاران (2010) و Armenteros و همکاران (2012) در خصوص جایگزینی و کاهش نمک کلریدسدیم در محصولات نمک سود شده اسپانیایی مطابقت دارد. همچنین Alino و همکاران (2010 ,2009) و Armenteros و همکاران (2009a) در مطالعاتی دربارهٔ جایگزینی NaCl با مخلوطی از نمک‌های KCl، $MgCl_2$ و $CaCl_2$ در گوشت خوک نمک سود شده به روش خشک، نشان دادند که می‌توان میزان نمک کلریدسدیم را حدود ٤٠ تا ٥٠ درصد جایگزین کرد بدون اینکه تأثیر منفی بر خصوصیات حسی محصول داشته باشد. ولی اگر میزان این جایگزینی بیشتر از ٤٠ تا ٥٠ درصد باشد تأثیر منفی بر روی خصوصیات حسی بیشتر به‌صورت 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 به‌طوری که یون سدیم، پتاسیم و کلر بین بافت ماهیچه به‌وسیله 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 ($p<٠/٠٥$) 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 (٢٠١٤ a, ٢٠١٤ b) و Fuentes و همکاران (٢٠١٣) مطابقت دارد. بنابراین با توجه به اعداد به‌دست آمده از آزمون جذب نمک در خصوص انتخاب کلیکاهای دودی با ترکیب متفاوت نمک، نمونه A (NaCl ٧٥٪/ KCl ٢٥٪)، به دلیل افزایش درصد نمک کلریدسدیم که با افزایش چگالی باعث کاهش ورود نمک به بافت می‌شود، از نظر جذب نمک بسیار نزدیک به نمونه شاهد (NaCl ١٠٠٪/ KCl ٠٪) بوده که به‌عنوان 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 ١٠٠٪/ KCl ٠٪) و A (NaCl ٧٥٪/ KCl ٢٥٪) معنادار نبوده ($p >٠/٠٥$) است. مطالعات Fuentes و همکاران (2013) در بررسی تأثیر جایگزینی جزئی سدیم بر روی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی ماهی باس

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

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) وArmenteros و همکاران (۲۰۰۹b) نیز مطابقت دارد. ولی با افزایش زمان ماندگاری ارزیابی کیفی این شاخص‌ها مرتب روند کاهشی معناداری را نشان داد ($p<۰/۰۵$). مطالعات Fuentes و همکاران (۲۰۱۰,۲۰۱۱) 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. به‌طوری‌کهCauvain (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) ٤ 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 به‌دست 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 پرمصرف در کشورهای اروپایی و شمال کشور مااست، 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 فراوری 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.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

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., Mŕkŕe, T. and Thomanssen,

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 Toldrá, 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 Toldrá, 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, Philadelphiapa, 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., Toldrá, 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 .

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

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 4ºC. *Food Chemistry,* 102:1061-1070.

Shabanpour, B., Kashiri, B., Molodi, H. and Hosininiejhad, 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., Ferna´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

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

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.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 4, No. 1, Spring 2015

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 Khanipour[4], Yazdan Moradi[5]

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 refrigeratorwas 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 sensoryanalysisand saltintaketo 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 greaterrate 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

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]

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.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-05-08]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1394.4.1.10.8]