

تغییرات فاکتورهای شیمیایی، میکروبی و حسی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris*) روکش‌شده خام و پخته با لعاب تمپورا طی نگهداری به مدت چهار ماه در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد

* معصومه رهنما سنگاچینی^۱، مینا سیف‌زاده^۱، قربان زارع گشتی^۱ و فرشته خدابنده^۱

^۱بخش تحقیقات فرآوری آبزیان- پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۷

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی کیفیت و مدت زمان ماندگاری کیلکای روکش‌شده سرخ‌شده با لعاب تمپورا در مقایسه با کیلکای روکش‌شده خام با لعاب تمپورا طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد انجام شده است. در این تحقیق دو تیمار کیلکای روکش‌شده به صورت خام و پخته در نظر گرفته شد. تیمارها در سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد به مدت چهار ماه نگهداری شدند. در زمان تولید میزان رطوبت در کیلکاهای روکش‌شده پخته (۴۸/۶۵ درصد) نسبت به کیلکای روکش‌شده خام (۶۲/۰۲ درصد) و ماهی تازه (۷۵/۵ درصد) به طور معنی‌داری کاهش و محتوای چربی در کیلکای روکش‌شده پخته (۲۱/۹ درصد) نسبت به کیلکای روکش‌شده خام (۵/۶۵ درصد) و ماهی تازه (۵/۵ درصد) به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P \leq 0/05$). طی دوره نگهداری در فاکتورهای پراکسید، تیوباریتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد و TVB-N نمونه‌های پخته‌شده ($1/47 \text{ meq/kg oil}$ ، $1/25 \text{ mg/kg oil}$ ، $0/59 \text{ g/100 g}$)، $15/69 \text{ mg/100 g meat}$ در مقایسه با تیمار خام (1 meq/kg oil ، $1/18 \text{ mg/kg oil}$ ، $0/53 \text{ g/100 g}$)، $15/32 \text{ mg/100 g meat}$ افزایش معنی‌داری مشاهده شد ($P \leq 0/05$). شمارش کلی باکتری‌ها در تیمار پخته $2/42 \text{ logCFU/g}$ بود. باکتری‌های استافیلوکوک و کلیفرم در این تیمار مشاهده نشدند. شمارش کلی باکتری‌ها، استافیلوکوک و کلی‌فرم در تیمار پخته در قیاس با تیمار خام (به ترتیب $4/40$ ، $2/38$ ، $0/80 \text{ logCFU/g}$) کاهش معنی‌دار نشان دادند ($P \leq 0/05$). فاکتورهای حسی در تیمار پخته در مقایسه با تیمار خام از کیفیت بهتری برخوردار بودند. عمر ماندگاری هر دو تیمار بر اساس شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و حسی به مدت سه ماه ارزیابی گردید.

واژه‌های کلیدی: کیلکای معمولی، لعاب تمپورا، کیفیت شیمیایی، کیفیت میکروبی، کیفیت حسی

مقدمه

امروزه یکی از دلایل اصلی کمبود مصرف آبزیان در کشور ما در مقایسه با سایر کشورها عدم وجود تنوع در فرآورده‌های دریایی و بسته‌بندی آبزیان می‌باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به نیاز روزافزون جامعه به تغذیه از آبزیان و برنامه‌ریزی

جهت افزایش مصرف سرانه آبزیان در برنامه‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی می‌توان سهم مهمی از این نیاز را از طریق تولید انواع غذاهای نیمه‌آماده و آماده مصرف تامین نمود. کیلکا ماهیان به دلیل ریزاندام بودن، سرعت بالای فساد و مشکلات مصرف به صورت تازه همواره با استقبال مناسبی برخوردار نبوده و یک بخش بسیار ناچیزی از میزان صید شده آن به مصرف انسانی می‌رسد. در صورتی که این ماهیان به دلیل دارا

* نویسنده مسئول: rahnama_sangachin@yahoo.com

بودن همه اسیدهای آمینه ضروری، سطوح بالای اسیدهای چرب غیراشباع و همچنین ریزمغذی‌های مهم هم‌چون ید و آهن می‌توانند به‌عنوان یکی از ماهیان مناسب جهت ماده خام انواع محصولات مورد استفاده قرار گیرد (خانی‌پور، ۱۳۹۰).

از آنجایی‌که توسعه زندگی شهری باعث افزایش گرایش مردم به مصرف غذاهای آماده و نیمه‌آماده به‌ویژه انواع فرآورده‌های روکش‌دار (سوخاری) شده است به‌نظر می‌رسد تولید فرآورده سوخاری از ماهی کیلکا بتواند ضمن تامین بخشی از نیازهای پروتئینی جامعه استفاده ناصحیح این ماهیان در تولید آرد ماهی را کاهش دهد. فرآورده‌های سوخاری ماهی به‌ویژه در میان کودکان و نوجوانان طرفداران زیادی دارد (جرجانی، ۱۳۹۱). این روش پخت ماهی برای تشویق کودکانی که علاقه‌ای به طعم و مزه ماهی ندارند، بسیار کاربردی است. روکش نمودن ماهی به‌وسیله لعاب و آرد سوخاری موجب می‌گردد تا این روکش هم‌چون لایه‌ای محافظ، تأثیر عوامل محیطی مانند اکسیژن و دمای محیط را نیز بر کیفیت گوشت ماهی به حداقل برساند. محصولات غذایی روکش‌دار به محصولاتی گفته می‌شود که توسط یک ماده غذایی دیگر پوشیده شده باشد (جرجانی، ۱۳۹۱). غذاهای روکش‌دار در رژیم غذایی مصرف‌کنندگان سراسر جهان شناخته شده است. روکش‌دار کردن ماهی با لعاب‌های مختلف (سوخاری کردن)، باعث بهبود ویژگی‌های ظاهری، طعم بهتر، بافت تردتر و جذابیت بیش‌تر رنگ محصول، بهبود ارزش تغذیه‌ای محصولات می‌شود (جرجانی، ۱۳۹۱). از نظر عملکردی، روکش‌دار کردن محصولات دریایی سدی در مقابل اتلاف رطوبت ایجاد کرده و از کاهش وزن محصول طی نگهداری به‌صورت منجمد و نیز هنگام

حرارت دادن قبل از مصرف، توسط مصرف‌کننده جلوگیری می‌کند. همچنین روکش‌دار کردن مواد غذایی باعث افزایش ارزش غذایی محصولات از طریق وارد کردن ترکیبات مغذی به روکش فراهم می‌کند (Venugopal, ۲۰۰۶). از سوی دیگر پژوهش‌های بسیاری از پژوهشگران نشان داده که لعاب زدن و سوخاری کردن ماهیان موجب می‌گردد تا بهنگام سرخ کردن طولانی ماهیان، جذب چربی در آن‌ها کم‌تر صورت گیرد که این موضوع از جهت سلامت مصرف‌کنندگان و جلوگیری از بروز اضافه وزن، گرفتگی عروق و سایر بیماری‌ها نیز بسیار دارای اهمیت می‌باشد (Baker و Darfler, ۱۹۷۹).

تأثیر روش‌های فرآیند پخت ماهی با استفاده از روش‌های مختلف سالیان متمادی توسط پژوهشگران مورد بررسی قرار گرفت. روش‌های متفاوت حرارتی مانند سرخ کردن در روغن، پخت با بخار، ماکروویو و یا دمای خشک (فر) می‌تواند تأثیرات مختلفی بر کیفیت چربی، پروتئین، رطوبت، ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه داشته باشد به‌طوری‌که با بررسی این تغییرات می‌توان اختلافات معنی‌دار بین محصول خام و حرارت داده شده مشاهده کرد. ضمن این‌که روش اعمال فرآیند حرارتی با شدت کم، متوسط و یا بالا می‌تواند نوسانات مختلفی در ارزش غذایی ماهی داشته باشد و هر قدر فرآیند حرارتی ملایم‌تر باشد تأثیرات کم‌تری خواهد داشت (ناصری، ۱۳۹۰).

این پژوهش با هدف بررسی کیفیت و مدت زمان ماندگاری کیلکای روکش‌شده سرخ‌شده با لعاب تمپورا در مقایسه با کیلکای روکش‌شده خام با لعاب تمپورا طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد انجام شده است.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این پژوهش دو تیمار در نظر گرفته شد. تیمارها شامل کیلکای روکش شده پخته (سرخ شده) و کیلکای روکش شده خام بودند. نمونه‌ها به مدت ۴ ماه در دمای ۱۸- درجه سیلسیوس نگهداری شدند. تیمارها از نظر شاخص‌های شیمیایی، میکروبی و حسی مورد بررسی قرار گرفتند.

برای عمل‌آوری مقدار ۲۰ کیلوگرم ماهی کیلکا با وزن متوسط ۱۰-۸ گرم از اسکله صیادی بندرانزلی تهیه و در مخلوط یخ و آب (به نسبت ۲:۱) با مخازن CSW در شرایط کاملاً بهداشتی به مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان حمل شد. ماهی‌ها به روش دستی سرزنی شد و امعاء و احشاء آن‌ها تخلیه گردید. پس از شستشو کیلکای پاک شده در آب نمک ۱۵ درصد به مدت ۴ ساعت آب‌نمک‌گذاری و سپس آبچک شد. روکش نمودن کیلکا طی سه مرحله آردزنی اولیه، لعاب‌زنی و آردزنی ثانویه انجام شد. پس از لعاب‌زنی (لعاب تمپورا) و آردزنی ثانویه (آرد سوخاری با دانه‌بندی مناسب)، ۵۰ درصد از نمونه‌ها سرخ و ۵۰ درصد بقیه به صورت خام منجمد و بسته‌بندی شدند. برای پخت، کیلکاهای پوشش داده شده به دستگاه سرخ‌کن^۱ منتقل و به مدت ۱۲۰ ثانیه در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در روغن مخصوص سرخ‌کردنی آفتابگردان سرخ شدند سپس هر دو تیمار کیلکاهای روکش شده خام و پخته به طور مستقیم با تسمه نقاله به قسمت تحتانی دستگاه فریزر مارپیچی^۲ منتقل و طی ۱۵ دقیقه در دمای ۴۰- درجه سانتی‌گراد به روش IQF منجمد شدند. سپس کیلکاهای منجمد شده در ظروف یکبار مصرف به همراه لفاف پلی‌اتیلنی قرار گرفته و به روش معمولی بسته‌بندی شدند. تیمارهای بسته‌بندی شده در جعبه‌های مخصوص گذاشته شد و به سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد

منتقل گردیدند. جهت بررسی کیفیت نمونه‌ها از آزمایش‌های شیمیایی، میکروبی و حسی استفاده شد. برای انجام این آزمایش‌ها نمونه‌برداری در زمان‌های تولید، یکروز پس از تولید و طی ماه‌های اول، دوم، سوم و چهارم پس از تولید انجام شد. آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام شد.

در طول مدت نگهداری نمونه‌برداری از تیمارهای پخته و خام کیلکاهای روکش شده انجام شد، ارزیابی فاکتورهای شیمیایی پراکسید^۳ به روش تیتراسیون یدومتری (A.O.A.C., ۲۰۰۲)، مجموع ازت‌های فرار^۴ به روش ماکروکج‌لدال (A.O.A.C., ۲۰۰۲)، اسیدهای چرب آزاد^۵ به روش تیتراسیون (Peralta و همکاران، ۲۰۰۵)، تیوباریتوریک اسید^۶ به روش رنگ‌سنجی (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶)، برای هر یک از تیمارها و فاکتورهای باکتریولوژیک شامل شمارش کلی باکتری‌ها به روش کشت (A.O.A.C., ۲۰۰۲)، کلیفرم به روش کشت (استاندارد شماره ۱۱۱۶۶، ۱۳۸۷) (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷)، سرمادوست‌ها به روش کشت (استاندارد شماره ۲۶۲۹، ۱۳۸۵) (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۲)، استافیلوکوکوس آرتوس به روش کشت (استاندارد شماره ۱-۶۸۰۶، ۱۳۸۴) (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۴) و قارچ و مخمر به روش کشت (استاندارد شماره ۱-۱۰۸۹۹، ۱۳۸۷) (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷) مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این، نمونه‌های تولیدی از نظر خصوصیات ارگانولپتیک بر مبنای سنجش میزان پذیرش (acceptance) تیمار پخته و تیمار خام بعد از پختن ارزیابی شدند. برای انجام آزمایش‌های ارزیابی حسی با شناخت قبلی همکارانی

3- PV

4- TVB-N

5- FFA

6- TBA

1- Fryer

2- Spiral Freezer

یک طرفه و همچنین برای مقایسه میانگین صفات از آزمون دانکن DUNCAN استفاده گردید. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار بین دو تیمار از آزمون t-test استفاده گردید.

لعاب تمپورا: برای تهیه لعاب غنی شده تمپورا از آرد گندم (۱۶ درصد)، نشاسته (۳ درصد)، آرد ذرت (۵ درصد)، آرد سویا (۵ درصد)، پودر سفیده تخم مرغ (۷ درصد)، پودر شیر (۳ درصد)، بکینگ پودر (۲ درصد)، نمک (۰/۴ درصد)، فلفل (۰/۳ درصد)، آبلیمو (۰/۳ درصد)، روغن مایع (۶ درصد) و آب (۵۲ درصد) استفاده گردید.

نتایج

براساس جدول ۱ میزان رطوبت در کیلکاهای روکش شده پخته (۴۸/۶۵ درصد) نسبت به کیلکای روکش شده خام (۶۲/۰۲ درصد) و ماهی تازه (۷۵/۵ درصد) به طور معنی داری کاهش و محتوای چربی در کیلکای روکش شده پخته (۲۱/۹ درصد) نسبت به کیلکای روکش شده خام (۵/۶۵ درصد) و ماهی تازه (۵/۵ درصد) به طور معنی داری افزایش یافت ($P \leq 0/05$).

محتوای پروتئین بین هر دو تیمار کیلکای روکش شده خام (۱۷/۰۵ درصد) و پخته (۱۷/۶۵ درصد) نسبت به ماهی تازه (۱۴/۲۴ درصد)، در سطح ۹۵ درصد اختلاف معنی دار نشان داد، به طوری که محتوای پروتئین در کیلکای روکش شده پخته (۱۷/۶۵ درصد) بالاتر از کیلکای روکش شده خام (۱۷/۰۵ درصد) بوده است ($P \leq 0/05$) و خاکستر تغییر معنی داری نداشت.

از مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان انتخاب شدند که از قدرت چشائی و بویائی مطلوبی برخوردار بودند. بهنگام ارزیابی نمونه‌ها سعی گردید:

۱- همه ارزیابی‌ها در زمانی صورت گرفت که افراد از نظر اشتها در حد متوسطی بودند (اغلب بین ساعت ۱۰ تا ۱۲).

۲- ارزیابی هر نمونه تنها با کدگذاری محصول انجام شد و ارزیابی‌ها از نوع تیمار کاملاً بی اطلاع بودند.

۳- در هر مرحله ارزیابی برای هر تیمار توسط حداقل ۹ کارشناس انجام شد و به نمونه‌های تولیدی به روش هدونیک ۵ امتیازی نمره داده شد که امتیاز ۵ نشانگر خیلی خوب، ۴ خوب، ۳ متوسط، ۲ بد و ۱ خیلی بد بود. از ارزیابی‌ها خواسته شد به همه خصوصیات نمونه‌ها بر اساس میزان مقبولیت آن‌ها امتیاز دهند و به دنبال اهداف مقایسه‌ای بین نمونه‌ها نباشند (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۴).

همچنین ارزش غذایی محصول شامل درصد رطوبت به روش آون خشک، پروتئین به روش کجلدال، چربی به روش هیدرولیز اسیدی و خاکستر نیز به روش تعیین گراویمتریک (A.O.A.C., ۲۰۰۲) تعیین گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS-17 انجام پذیرفت. پس از توزیع نرمال داده‌ها، نتایج این آزمون جهت آنالیز آماری داده‌های مربوط به تیمارهای آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در اثر فرآیند حرارتی بر ارزش غذایی کیلکای روکش شده و همچنین مدت ماندگاری محصول طی نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه، در سطح ۵ درصد از روش آنالیز واریانس

جدول ۱- میزان ترکیبات تقریبی (درصد) دو تیمار در زمان تولید در مقایسه با ماهی تازه

تیمار	ماهی تازه	کیلکای روکش شده پخته	کیلکای روکش شده خام
رطوبت	۷۵/۵±۰/۲۸ ^a	۴۸/۶۵±۰/۷۷ ^b	۶۲/۰۲±۰/۰۳ ^c
چربی	۵/۵±۰/۱۴ ^a	۲۱/۹±۲/۹۶ ^b	۵/۶۵±۰/۳۵ ^a
پروتئین	۱۴/۲۴±۰/۳۶ ^a	۱۷/۶۵±۰/۰۷ ^b	۱۷/۰۵±۰/۰۷ ^c
خاکستر	۲/۸۶±۰/۱۲ ^a	۳/۱±۰/۱۴ ^a	۳/۲۹±۰/۰۱ ^a

میانگین + انحراف معیار

حروف همنام نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیرهمنام نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین هر تیمار می‌باشد

جدول ۲- تغییرات شاخص فساد در تیمارهای خام و پخته طی نگهداری در سردخانه

شاخص فساد	تیمار	زمان تولید	یک‌روز پس از تولید	یک‌ماه پس از تولید	دو ماه پس از تولید	سه ماه پس از تولید
PV (میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن)	کیلکای روکش شده پخته	۰ ^a	۰ ^a	۰ ^a	۳/۳±۰/۱۴ ^b	۴/۰۷±۰/۱ ^c
TBA (میلی‌گرم مالون دی‌آلدنید در کیلوگرم روغن)	کیلکای روکش شده پخته	۰/۸±۰/۰۱ ^a	۰/۸۷±۰/۰۲ ^a	۱/۱۶±۰/۰۵ ^b	۱/۴۶±۰/۰۳ ^c	۱/۹۶±۰/۰۲ ^d
FFA گرم اسید اولئیک /۱۰۰	کیلکای روکش شده پخته	۰/۲۴±۰/۰۱ ^a	۰/۲۷±۰/۰۰۷ ^a	۰/۵۱±۰/۰۱ ^b	۰/۸۵±۰/۰۲ ^c	۱/۰۹±۰/۱۴ ^d
کیلکای روکش شده خام	۰/۲۸±۰/۰۲ ^a	۰/۳±۰/۰۰۷ ^a	۰/۴۱±۰/۰۲ ^b	۰/۷۵±۰/۰۱ ^c	۰/۹۳±۰/۰۰۷ ^d	
TVB-N (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم گوشت)	کیلکای روکش شده پخته	۱۳/۱۹±۰/۰۵ ^a	۱۳/۳۸±۰/۱۰ ^a	۱۴/۴۳±۰/۱۸ ^b	۱۷/۷۲±۰/۱۰ ^c	۱۷/۷۲±۰/۱۰ ^c
کیلکای روکش شده خام	۱۳/۱۹±۰/۰۹ ^a	۱۳/۳۱±۰/۰۱ ^a	۱۴/۱۱±۰/۱۵ ^b	۱۶/۹±۰/۱۴ ^c	۱۹/۱۳±۰/۲۶ ^d	
PH (بدون واحد)	کیلکای روکش شده پخته	۶/۴±۰/۰۷ ^b	۶/۲۹±۰/۰۲ ^b	۶/۲۸±۰/۰۴ ^b	۵/۴۴±۰/۰۶ ^a	۵/۲۳±۰/۱۵ ^a
کیلکای روکش شده خام	۶/۴۷±۰/۰۱ ^c	۶/۲۹±۰/۰۰۷ ^b	۶/۲±۰/۱۱ ^b	۵/۴۵±۰/۰۲ ^a	۵/۳۶±۰/۰۲ ^a	

میانگین + انحراف معیار

حروف همنام نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیرهمنام نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین فازهای مختلف در هر تیمار می‌باشد

در ماه دوم و سوم در هر دو تیمار معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$). با توجه به میزان مجاز پراکسید ماهی برای مصرف انسانی (۵ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) پراکسید نمونه‌ها در محدوده پذیرش برای مصرف است (Yanar و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین نتایج حاصل از آنالیز آماری t-test اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار خام و پخته را نشان داد ($P \leq 0/05$).

بر اساس جدول ۲ میزان تغییرات پراکسید در هر دو تیمار تا ماه اول صفر گزارش گردید که این نشان‌دهنده عدم تغییرات در فساد اکسیداسیونی چربی‌های ماهی تا ماه اول بود و پس از ۲ ماه میزان پراکسید در طی دوره نگهداری در هر دو تیمار افزایش داشت (تیمار خام ۲/۳۵ و ۲/۶۵ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) (تیمار پخته ۳/۳ و ۴/۰۷ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن)، این افزایش

(تیمار خام از ۰/۲۸ به ۰/۹۳ و تیمار پخته از ۰/۲۴ به ۱/۰۹ درصد اسید اولئیک).

میزان TVB-N در تیمارهای خام (از ۱۳/۱۹ به ۱۹/۱۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت) و تیمار پخته (از ۱۳/۱۹ به ۱۷/۷۲ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت) طی دوره نگهداری افزایش معنی دار یافت ($P \leq 0/05$). مقادیر این فاکتور در محدوده پذیرش (۳۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گوشت) بود (مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۰).

pH تیمارهای خام (۵/۹۵) و پخته (۵/۹۳) در ماه‌های دوم و سوم در سطح ۹۵ درصد در مقایسه با زمان تولید اختلاف معنی دار را نشان داد ($P \leq 0/05$). در تیمار خام میزان pH در زمان تولید و یکروز پس از تولید نیز اختلاف معنی داری را نشان داد ($P \leq 0/05$).

TBA در طی دوره نگهداری در تیمارهای مورد بررسی افزایش داشت، به طوری که بیشترین آن‌ها در هر دو تیمار خام و پخته مربوط به ماه سوم نمونه برداری بود (به ترتیب ۱/۸۹ و ۱/۹۶ میلی گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم روغن). افزایش مقدار TBA در ماه سوم هنوز در حد پذیرش بود (میزان مجاز این شاخص برای ماهی ۲ میلی گرم مالون دی‌آلدئید در کیلوگرم روغن است) (Connell, ۱۹۹۰). این افزایش در ماه‌های مختلف در هر دو تیمار معنی دار بود ($P \leq 0/05$). همچنین نتایج حاصل از آنالیز آماری t-test بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ درصد بین دو تیمار خام و پخته می‌باشد ($P \leq 0/05$).

در تیمارهای مورد بررسی، FFA در ماه‌های اول، دوم و سوم در سطح ۹۵ درصد با زمان تولید و یکروز پس از تولید اختلاف معنی دار داشت ($P \leq 0/05$).

جدول ۳- نتایج میکروبی کیلکای معمولی روکش شده خام و پخته طی ۳ ماه نگهداری در سردخانه (logCFU/gr)

شاخص میکروبی	تیمار	زمان تولید	یکروز پس از تولید	یک‌ماه پس از تولید	دو ماه پس از تولید	سه ماه پس از تولید
TBC	کیلکای روکش شده پخته	۲/۶۹±۰/۸۳ ^b	۲/۶۸±۰/۰۶ ^b	۲/۵۵±۰/۱۱ ^b	۲/۱۲±۰/۰۹ ^a	۲/۰۴±۰/۰۲ ^a
	کیلکای روکش شده خام	۵/۵۰±۰/۵۶ ^c	۵/۱۵±۰/۰۲ ^c	۴/۳۲±۰/۰۷ ^b	۳/۹۵±۰/۰۳ ^b	۳/۱±۰/۰۹ ^a
TC	کیلکای روکش شده پخته	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀
	کیلکای روکش شده خام	۱/۶۵±۰/۰۰ ^b	۱/۳۴±۰/۰۲ ^b	۱/۰۰±۰/۰۷ ^b	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀
باکتری‌های سرمادوست	کیلکای روکش شده پخته	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀
	کیلکای روکش شده خام	//	//	//	//	//
کپک و مخمر	کیلکای روکش شده پخته	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀
	کیلکای روکش شده خام	//	//	//	//	//
باکتری‌های استافیلوکوک	کیلکای روکش شده پخته	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀	کمتر از CFU/g ₁₀
	کیلکای روکش شده خام	۲/۸۵±۰/۱۲ ^a	۲/۵۷±۰/۳ ^b	۲/۳۲±۰/۳۲ ^c	۲/۱۷±۰/۱۷ ^d	۲±۰/۱۸ ^c

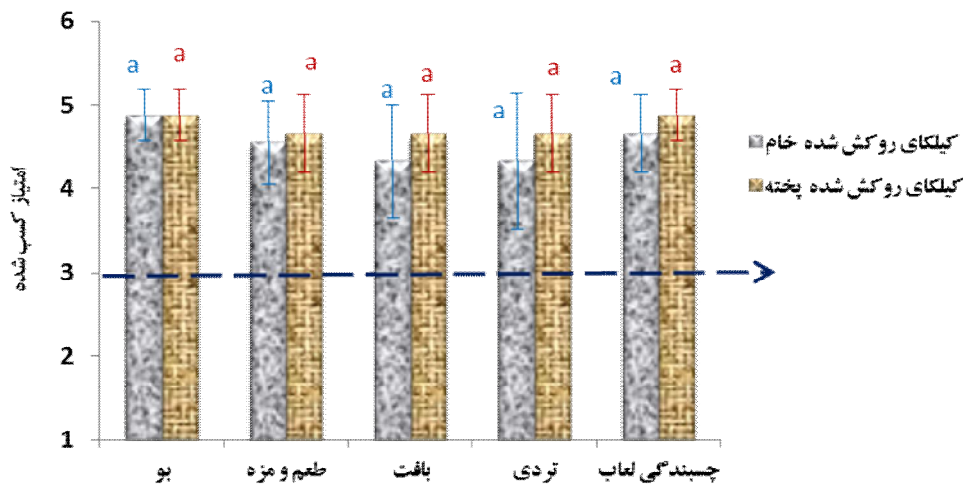
میانگین + انحراف معیار

حروف همنام نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار و حروف غیرهمنام نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی دار بین فازهای مختلف در هر تیمار می‌باشد

را کسب نمودند و با کسب امتیاز بالای ۴ در محدوده خیلی خوب ارزیابی شدند. همان طور که نتایج نشان می‌دهد در زمان تولید تیمارها هیچ گونه اختلاف معنی داری را در هیچ یک از شاخص‌ها نشان ندادند. نگهداری کیلکای روکش شده در سردخانه ۱۸- درجه سلیسیوس تغییرات قابل ملاحظه‌ای در خواص ارگانولپتیک آن‌ها ایجاد کرد و باعث کاهش امتیاز در تمام صفات مورد مطالعه گردید و همه شاخص‌ها در سطح ۹۵ درصد در اکثر ماه‌های نمونه برداری اختلاف معنی دار را نشان داد ($P \leq 0/05$). هر دو تیمار پس از گذشت ۴ ماه از تولید از نظر همه فاکتورها امتیاز پایین تر از حد پذیرش (۱-۲) را کسب نمودند و غیر قابل مصرف شدند.

بر اساس جدول ۳ میانگین شمارش کلی باکتری‌ها در تیمارهای خام ($\log CFU/gr$ ۴/۴۰) و پخته ($2/42$) طی نگهداری در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد به طور معنی دار کاهش یافت ($P \leq 0/05$). در هر دو تیمار طی نگهداری در سردخانه کپک و مخمر شمارش نشد. میانگین باکتری‌های کلی فرم ($\log CFU/gr$ ۰/۸۰) و استافیلوکوک ($2/38$) در تیمار خام طی نگهداری در دمای انجماد کاهش معنی دار نشان داد ($P \leq 0/05$). باکتری‌های کلی فرم و استافیلوکوک در تیمار پخته مشاهده نشدند.

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های تولید شده (شکل‌های ۱ و ۲ و جدول ۴) نشان داد هر ۲ تیمار در زمان تولید از نظر خواص ارگانولپتیک امتیاز بالایی



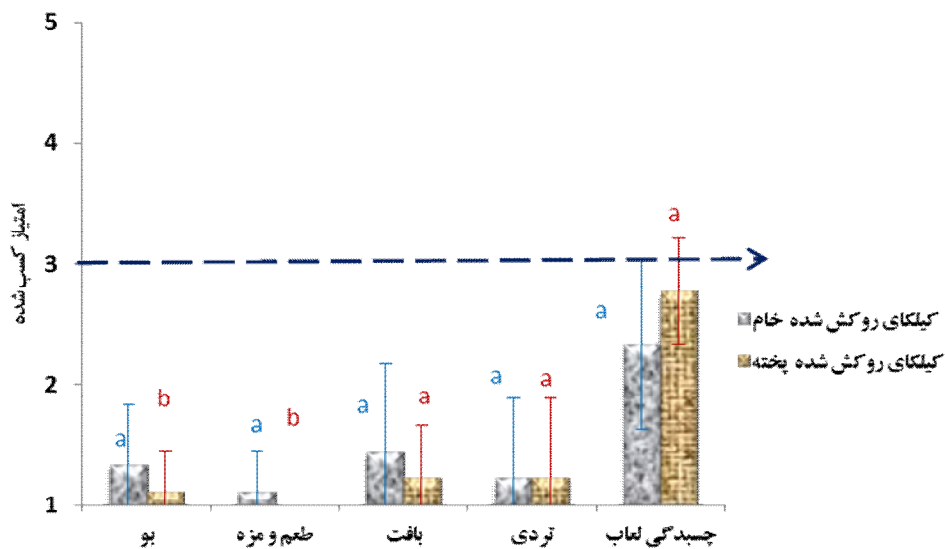
شکل ۱- نتایج ارزیابی حسی در تیمارهای خام و پخته در زمان تولید
حروف همنام نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار و حروف غیرهمنام نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی دار بین هر تیمار می‌باشد

جدول ۴- نتایج ارزیابی حسی کیلکای روکش شده خام و پخته طی ۳ ماه نگهداری در سردخانه

خواص ارگانولپتیک	تیمار	زمان تولید	یکروز پس از تولید	یکماه پس از تولید	دو ماه پس از تولید	سه ماه پس از تولید
شاخص بو	کیلکای روکش شده پخته	۴/۸۹±۰/۳۳ ^b	۴/۶۷±۰/۵ ^b	۳/۸۹±۰/۷۸ ^a	۳/۴۴±۰/۸۸ ^a	۳/۲۲±۱/۰۹ ^a
	کیلکای روکش شده خام	۴/۸۹±۰/۳۳ ^d	۴/۶۷±۰/۵ ^{cd}	۴±۰/۷۱ ^{bc}	۳/۳۳±۱ ^{ab}	۳/۱۱±۰/۷۸ ^a
شاخص طعم و مزه	کیلکای روکش شده پخته	۴/۵۶±۰/۵۳ ^b	۴/۴±۰/۷۳ ^b	۳/۸۹±۰/۷۸ ^{ab}	۳/۵۶±۱/۱۳ ^a	۳/۲۲±۰/۸۳ ^a
	کیلکای روکش شده خام	۴/۶۷±۰/۵ ^b	۴/۵۶±۰/۵۳ ^b	۴/۲۲±۰/۶۶ ^b	۳/۸۹±۰/۹۳ ^{ab}	۳/۳۳±۱ ^a
شاخص بافت	کیلکای روکش شده پخته	۴/۳۳±۰/۷۱ ^b	۴/۳۳±۰/۸۷ ^b	۳/۷۸±۰/۶۷ ^{ab}	۳/۳۳±۰/۸۷ ^a	۳/۲۲±۱/۰۹ ^a
	کیلکای روکش شده خام	۴/۶۷±۰/۵ ^c	۴/۳۳±۰/۷۱ ^{bc}	۳/۸۹±۰/۶۰ ^b	۳/۸۹±۰/۳۳ ^b	۳/۱۱±۰/۹۳ ^a
شاخص تردی	کیلکای روکش شده پخته	۴/۳۳±۰/۸۷ ^b	۴±۰/۷۱ ^{ab}	۳/۴۴±۱/۰۱ ^{ab}	۳/۳۳±۱/۲۲ ^a	۳/۱۱±۰/۹۳ ^a
	کیلکای روکش شده خام	۴/۶۷±۰/۵ ^b	۴/۴۴±۰/۵۳ ^b	۴±۰/۵ ^b	۳/۳۳±۰/۷۱ ^a	۳/۲۲±۰/۹۷ ^a
شاخص چسبندگی لعاب	کیلکای روکش شده پخته	۴/۶۷±۰/۵ ^c	۴/۴۴±۰/۷۳ ^{bc}	۳/۸۹±۱/۴۵ ^{abc}	۳/۵۶±۰/۸۸ ^{ab}	۳±۰/۸۷ ^a
	کیلکای روکش شده خام	۴/۸۹±۰/۳۳ ^c	۴/۶۷±۰/۵ ^{bc}	۴/۱۱±۰/۳۳ ^{ab}	۳/۸۹±۰/۹۳ ^a	۳/۵۶±۱/۱۳ ^a

میانگین + انحراف معیار

حروف همنام نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیرهمنام نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین فازهای مختلف در هر تیمار می‌باشد



شکل ۲- نتایج ارزیابی حسی در تیمار خام و پخته پس از ۴ ماه نگهداری در سردخانه

حروف همنام نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیرهمنام نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین هر تیمار می‌باشد

بحث و نتیجه‌گیری

افزودن موادی چون آرد گندم و استفاده از پودر سوخاری در مرحله روکش‌گیری نهایی در فیش‌برگرهای تولیدشده از قزل‌آلای رنگین‌کمان توسط Taskaya و همکاران (۲۰۰۳) و فیش‌برگرهای تولیدشده از

در مقایسه ماهی تازه با کیلکای روکش‌شده، محتوای رطوبت در کیلکای روکش‌شده به‌طور معنی‌داری کم‌تر بود. کاهش معنی‌دار درصد رطوبت، در نتیجه

نگهداری در سردخانه تفاوت معنی داری در مقدار این فاکتور ایجاد نکرد.

پراکسید در تیمارهای خام و پخته افزایش معنی دار نشان داد. افزایش این فاکتور در تیمار پخته بارزتر بود. با افزایش مدت زمان نگهداری در سردخانه مقدار پراکسید افزایش یافت. شاخص پراکسید در زمان تولید و تا پایان ماه اول صفر گزارش گردید. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط Wanstedt و همکاران (۱۹۸۱) مطابقت داشت (Wanstedt و همکاران، ۱۹۸۱). عدم تغییر مقدار پراکسید تا پایان ماه اول نگهداری در سردخانه تحت تأثیر ترکیبات هیدروکلوئیدی در لعاب تمپورا مانند نشاسته، صمغ و پروتئین سویا و نقش این ترکیبات در به تاخیر انداختن اکسیداسیون چربی و ظهور طعم تندی در اثر تشکیل ترکیبات پراکسیدی است (Loewe, ۱۹۹۳). افزایش مقدار پراکسید در نمونه‌های منجمد کیلکای روکش شده پس از دو ماه نسبت به نمونه‌های تازه بیانگر توسعه تندی و فساد هنگام نگهداری به صورت منجمد می‌باشد (Ihm و همکاران، ۱۹۹۲). همچنین افزایش معنی دار میزان پراکسید در نمونه‌های سرخ شده نسبت به نمونه‌های خام نیز بیانگر پیشرفت اکسیداسیون چربی در نمونه‌های سرخ شده می‌باشد (Wanstedt و همکاران، ۱۹۸۱).

TBA طی مدت نگهداری به صورت منجمد در تیمارهای خام و پخته، افزایش یافت. افزایش این فاکتور در تیمار پخته بارزتر بود. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط Tokur و همکاران (۲۰۰۶) و Izcı و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت (Tokur و همکاران، ۲۰۰۶؛ Izcı و همکاران، ۲۰۱۱). افزایش این فاکتور نشان‌دهنده توسعه فساد اکسیداسیونی چربی در کیلکاهای روکش شده می‌باشد. با توجه به وجود مقادیر مختلف چربی در ماهی

ساردین توسط Ihm و همکاران (۱۹۹۲) گزارش شد (Taskaya و همکاران ۲۰۰۳؛ Ihm و همکاران، ۱۹۹۲).

فرآیند حرارتی (سرخ کردن) به طور معنی داری بر محتوای چربی کل و رطوبت کیلکا روکش شده تأثیر داشت، رطوبت در تیمار پخته نسبت به تیمار خام به طور معنی داری کاهش و میزان چربی در تیمار پخته نسبت به تیمار خام به طور معنی داری افزایش یافت. نتایج مشابهی هم در مورد کاهش رطوبت و افزایش چربی در محصولات سوخاری شده ماهی توسط Taskaya و همکاران (۲۰۰۳)، Ihm و همکاران (۱۹۹۲)، الیاسی و همکاران (۲۰۱۰)، مرادی و همکاران (۲۰۰۹) و نیز مرادی و همکاران (۲۰۱۰) ارائه شد. افزایش چربی در نمونه پخته تحت تأثیر نفوذ چربی از محیط به درون محصول، طی فرآیند سرخ کردن می‌باشد. طی فرآیند حرارتی، ساختار کریستالی دانه‌های نشاسته باز شده، آب جذب کرده و متورم می‌شود. سپس دانه‌های نشاسته فیلمی را تولید می‌کنند که مانند یک سد از نفوذ روغن به درون ماده غذایی جلوگیری کرده و مانع کاهش رطوبت ماده غذایی می‌شود (Taskaya و همکاران ۲۰۰۳؛ Ihm و همکاران، ۱۹۹۲؛ Elyasi و همکاران، ۲۰۱۰؛ Moradi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Moradi و همکاران، ۲۰۱۰).

پروتئین در کیلکاهای روکش شده خام و پخته در مقایسه با ماهی تازه اختلاف معنی دار نشان داد. محتوای پروتئین در کیلکاهای روکش شده خام و پخته بالاتر از ماهی تازه بود. دلیل این امر را می‌توان به ترکیبات پروتئینی در لعاب مانند گلوتن گندم، آلبومین سفیده تخم مرغ و پروتئین شیر خشک و نیز کاهش رطوبت در کیلکاهای روکش شده پخته و افزایش سهم پروتئین نسبت داد (Loewe, ۱۹۹۳).

مقدار خاکستر در تیمارهای خام و پخته و ماهی تازه تفاوت معنی داری نداشت و فرآیند حرارتی و

pH در تیمارهای خام و پخته طی ۳ ماه نگهداری در سردخانه روند کاهشی داشت. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط دقیق روحی (۱۳۸۶) مطابقت داشت (دقیق روحی، ۱۳۸۶). روند کاهش pH ممکن است در نتیجه کاهش و یا توقف رشد میکروبی در محصول باشد (Widayaka و همکاران، ۲۰۰۱).

در تیمار پخته در مقایسه با تیمار خام شمارش کلی باکتری‌ها کاهش نشان داد. در تیمار پخته در مقایسه با تیمار خام باکتری‌های استافیلوکوک و کلی فرم مشاهده نشد. باکتری‌های سرمدوست و کپک و مخمر در تیمارهای خام و پخته مشاهده نشد. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط الیاسی و همکاران (۲۰۱۰) و Tokur و همکاران (۲۰۰۶) و IZCI و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت (Elyasi و همکاران، ۲۰۱۰؛ IZCI و همکاران، ۲۰۱۱؛ ۲۰۱۱؛ مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۸). با توجه به وجود پروسه حرارتی در طی مراحل عمل‌آوری، دما و مدت زمان تأثیر این پروسه سبب از بین رفتن یا کاهش میکرواورگانسیم‌ها شد (Elyasi و همکاران، ۲۰۱۰).

شاخص چسبندگی در تیمارهای خام و پخته از کیفیت خوبی برخوردار بود. ویسکوزیته یکی از ویژگی‌های مهم لعاب است، که تحت تأثیر اجزای اصلی موجود در ترکیب لعاب تمپورا مانند صمغ‌ها و پلی‌ساکاریدها، گلوتن، آرد گندم، آرد ذرت و نشاسته می‌باشد (Venugopal، ۲۰۰۶). علاوه بر این، اجزا پروتئینی لعاب مانند پودر شیر و آلبومین تخم‌مرغ از طریق افزایش ظرفیت جذب آب به وسیله آرد می‌توانند سبب افزایش ویسکوزیته لعاب شوند (Venugopal، ۲۰۰۶). با توجه به تأثیر ویسکوزیته لعاب روی میزان چسبندگی، درصد پوشش‌دهی، ظاهر و بافت محصول

کیلکای معمولی طی فصول مختلف سال (۱۱-۵/۵ درصد) (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۸) و وجود چربی نسبتاً بالای (۵ درصد) این ماهی به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع در فصل زمستان محصولات تهیه شده از این ماهی بسیار مستعد اکسیداسیون چربی طی مدت نگهداری به صورت منجمد می‌باشند. پیشرفت اکسیداسیون چربی سبب کاهش ویژگی‌های حسی و مقدار مواد مغذی و تولید محصولات سمی اکسیداسیون می‌شود (Tokur و همکاران، ۲۰۰۶).

اسیدهای چرب آزاد طی مرحله سرخ کردن کیلکای روکش شده کاهش معنی‌داری یافت. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط Baker و همکاران (۱۹۷۹) و زکی‌پور و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت داشت (Darfler و Baker، ۱۹۷۹؛ زکی‌پور رحیم‌آبادی و بکر، ۱۳۹۰). در پدیده هیدرولیز، تری‌گلیسرید به اسید چرب آزاد و گلیسرول تجزیه می‌گردد. از دست رفتن اسیدهای چرب آزاد فرار در حین پروسه حرارتی در دماهای بالا و همچنین غیرفعال شدن آنزیم‌ها می‌تواند دلیل کاهش اسیدهای چرب آزاد باشد (زکی‌پور رحیم‌آبادی و بکر، ۱۳۹۰). افزایش اسید چرب آزاد در تیمار خام ناشی از تأثیر لیپازهای داخلی و میکروبی می‌باشد. افزایش هیدرولیز چربی و تجمع FFA منجر به کاهش شاخص‌های حسی محصول شده، روی ثبات پروتئین‌ها تأثیر داشته و موجب تخریب بافت به وسیله کاهش واکنش با پروتئین می‌گردد (Rodriguez و همکاران، ۲۰۰۸).

TVB-N طی دوره نگهداری در تیمارهای خام و پخته افزایش یافت. در این تیمارها کاهش رطوبت در طی دوره و تأثیر آن بر ساختار پروتئین و آنزیم‌های پروتئولیتیک ترشح شده از باکتری‌ها سبب افزایش TVB-N شد (پزشک و همکاران، ۱۳۹۰).

از قابلیت انتقال حرارتی بالا و پایداری مناسب برخوردار هستند. این مواد سبب اتصال ذرات معلق موجود در لعاب شده و با چسبیدن ذرات به یکدیگر، تردی محصول را افزایش می‌دهند (Chen و همکاران، ۲۰۰۹). علاوه بر این مواد، آرد برنج، آرد ذرت از طریق کاهش مقدار رطوبت (Xue و Ngadi، ۲۰۰۶) آرد سویا، ژلاتینه شدن و تشکیل فیلم توسط نشاسته (Xue و Ngadi، ۲۰۰۶)، آلومین (سفیده تخم مرغ) (Loewe، ۱۹۹۳)، اوآلبومین و گلوتن موجود در ترکیبات تشکیل‌دهنده لعاب تمپورا نیز سبب افزایش تردی فرآورده می‌شوند. گلوتن موجود در آردها با استفاده از ساختار پروتئینی و خاصیت الاستیکی همانند یک تور، حباب‌های هوای درون لعاب را به دام انداخته و آن‌ها را حفظ می‌کند. این عمل علاوه بر بهبود کیفیت بافت سبب تردی بافت نیز می‌شود (Mohamed و همکاران، ۱۹۹۸).

بر اساس نتایج به‌دست آمده از آزمایش‌های حسی تیمارهای خام و پخته، تیمار پخته از کیفیت بهتری برخوردار بود. کیفیت حسی کیلکای روکش‌شده در سردخانه طی مدت زمان نگهداری در سردخانه ۱۸- درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. با توجه به چربی بالای ماهی کیلکا و اکسیداسیون سریع چربی در آن، در پایان ماه چهارم به‌دلیل فساد شدید ایجاد شده در نمونه‌ها، ارزیابی حسی نمونه‌ها امکان‌پذیر نبود. بر اساس آزمایش‌های شیمیایی، میکروبی و حسی مدت ماندگاری کیلکای روکش‌شده خام و پخته طی نگهداری در سردخانه (۱۸- درجه سانتی‌گراد) ۳ ماه ارزیابی گردید.

فرآورده‌های روکش‌شده با لعاب تمپورا، از چسبندگی بالایی برخوردار بوده که می‌توان آن را عاملی برای افزایش چسبندگی پوشش سوخاری به سطح محصول دانست. لعاب تمپورا سبب ایجاد یک لایه همگن و بدون فضای خالی بر سطح ماده غذایی می‌شود (Venugopal، ۲۰۰۶). این لایه بعد از فرایند حرارتی تثبیت شده و سبب افزایش کیفیت ظاهر محصول می‌شود. با توجه به عدم تأثیر پروتئین موجود در آرد برنج و آرد ذرت بر خاصیت ویسکوزیته لعاب تمپورا و ساختار جذب‌کننده گازهای موجود در لعاب استفاده از چند نوع ترکیب آردی مختلف در ترکیب این لعاب سبب بهبود خصوصیات حسی فرآورده شد (Tarte و Fizman، ۲۰۰۸).

شاخص بافت در تیمارهای خام و پخته اختلاف معنی‌دار نداشت. در ترکیب لعاب تمپورا علاوه بر آرد گندم، آرد سویا و آرد ذرت ترکیباتی مانند بکینگ‌پودر نیز وجود دارد که می‌توانند سبب بهبود کیفیت بافت فرآورده شوند (Venugopal، ۲۰۰۶؛ Fizman و Tarte، ۲۰۰۸) پروتئین موجود در شیر نیز سبب بهبود بافت محصول می‌شود (Loewe، ۱۹۹۳). در لعاب تمپورا پروتئین موجود در گلوتن گندم سبب جذب گازهای دی‌اکسیدکربن می‌شود که در طی عمل ورامدن لعاب حاصل شده‌اند. ورامدن لعاب سبب یکنواخت شدن لعاب روی محصول می‌شود (Loewe، ۱۹۹۳).

شاخص تردی در تیمارهای خام و پخته تفاوت معنی‌دار نداشت. این شاخص در تیمار پخته نسبت به تیمار خام از کیفیت بهتری برخوردار بوده است. این فاکتور تحت تأثیر مواد غیرمحلول در آب می‌باشد که

منابع

- پزشک، س.، رضائی، م.، و حسینی، ه.، ۱۳۹۰. اثر ضدباکتریایی و ضداکسیداسیونی عصاره موسیر بر زمان ماندگاری ماهی قزل‌آلا در شرایط نگهداری سرد ۴ درجه سانتی‌گراد. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره ۶، شماره ۲، ص ۱۱-۱۹.
- جرجانی، س.، ۱۳۹۱. تعیین ارزش غذایی و زمان ماندگاری و پروفایل اسید چرب کیلکای نانی شده طی دوره نگهداری در سردخانه. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
- حسینی، ه.، فراگوزلو، س.، تاج‌زاده، م.، معینی، س.، محمودزاده، م.، و خاکسار، ر.، ۱۳۸۸. بررسی تعیین تغییرات شیمیایی و حسی ایجاد شده در خمیر ماهیان فیتوفاگ و بیگ‌هد پس از شستشو با آب نمک و فرمولاسیون بهینه آن در طی نگهداری در شرایط انجماد ۱۸- درجه سانتی‌گراد؛ مجله علمی شیلات ایران.
- خانی‌پور، ع.ا.، ۱۳۹۰. بررسی تولید برگر تلفیقی از گوشت ماهی کیلکا و کپور نقره‌ای. گزارش پروژه تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان.
- دقیق‌روحي، ج.، ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مواد نگهدارنده بر عمر ماندگاری برگر ماهی فیتوفاگ. گزارش نهائی طرح تحقیقاتی. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران، ۸۱ ص.
- زکی‌پور رحیم‌آبادی، ا.، و بکر، ج.، ۱۳۹۰. تأثیر چهار شیوه طبخ (مایکروویو، کباب کردن، بخارپز و سرخ کردن) روی اکسیداسیون چربی و ترکیب اسیدهای چرب در ماهی شیر. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، دوره ۸، شماره ۳۱، ص ۶۱-۵۳.
- مالک، ف.، ۱۳۸۴. چربی‌ها و روغن‌های سرخ‌کردنی و تکنولوژی سرخ کردن. انتشارات مرز دانش. ۳۰۳ ص.
- مهندسین مشاور یکم، ۱۳۶۸. مجتمع فرآورده‌های کیلکا. صندوق مطالعاتی شیلات و آبزیان. ۱۴۶ صفحه.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۴. آزمون حسی، روش‌شناسی و روش‌های نمونه‌برداری. تشخیص عطر و طعم. استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۸۰، چاپ اول.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۹. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها. استاندارد ملی ایران شماره ۵۲۷۲.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۰. ماهی کیلکای پاک شده به صورت منجمد. استاندارد ملی ایران شماره ۵۶۲۵، چاپ اول.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۴. شمارش استافیلوکوک‌های کوآگولاز مثبت (اورئوس و سایر گونه‌ها). استاندارد ملی ایران شماره ۶۸۰۶-۱.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۲. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- شمارش کلی میکروارگانیزم‌ها. استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۲۹، چاپ اول.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶. روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی- اندازه‌گیری عدد ۲- تیوباریتوریک اسید به روش مستقیم. استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۹۴، چاپ اول.
- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام- روش جامع برای شمارش کلی فرم‌ها- روش شمارش کلنی، استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۱۶۶، چاپ اول.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷. روش شناسایی آلودگی‌های قارچی (کپک‌ها و مخمرها) در مواد غذایی. استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰۸۹۹.

ناصری، م.، ۱۳۹۰. تاثیر تیمارهای مختلف حرارتی و نوع محیط پرکننده بر میزان برخی عناصر معدنی (آهن، روی، مس، کلسیم و سدیم) بافت ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی فرآیند کنسروسازی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. مرکز ملی تحقیقات فرآوری آبزیان.

- A.O.A.C., 2002. Official method of analysis. (17th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Baker, R.C., and Darfler, J., editors, 1979. Battered and Breaded Smelt. 1 ed. Albany: New York Sea Grant Institute.
- Chen, S.D., Chen, H.H., Chao, Y.C., and Lin, R.S., 2009. Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets. J. Food Eng. 95, 359-364.
- Connell, J.J., 1990. Control of Fish Quality. London: Fishing News Book. 3rd ed., pp. 122-150.
- Elyasi, A., Zakipour Rahimabadi, E., Sahari, M.A., and Zare, P., 2010. Chemical and microbial changes of fish fingers made from mince and surimi of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). Int. Food Res. J. 17, 915-920.
- Fiszman, S.M., Editor, and Tarte, R., 2008. Coating ingredients. 1th ed. in Ingredients in Meat Products. New York Springer, pp. 253-290.
- Ihm, C.W., Kim, J.S., Joo, D.S., and Lee, H.E., 1992. Processing and quality stability of precooked frozen fish foods: (I) Processing of sardine burger. Hanquk Nonghwakak Hoechi. J. Korea. Agr. Chem. Soc. 35, 254-259.
- Izci, L., Bilgin, S., and Günlü, A., 2011. Production of fish finger from sand smelt (*Atherina boyeri*, RISSO 1810) and determination of quality changes. Afr. J. Biotechnol. 10 (21), 4464-4469.
- Loewe, R., 1993. Role of ingredients in batter systems. Cereal Foods World, 38, 673-677.
- Mohamed, S., Hamid, N.A., and Hamid, M.A., 1998. Food components affecting the oil absorption and crispness of fried batter. J. Sci. Food Agr. 78, 39-45.
- Moradi, Y., Bakar, J., Man, Y.C., and Kharidah, S., 2009. Moisture, fat content and fatty acid composition in breaded and non-breaded deep-fried black pomfret (*Parastromatens niger*) fillets. Int. Food Res. J., 16, 225-231.
- Moradi, Y., Bakar, J., Man, Y.C., and Kharidah, S., 2010. Fat uptake evaluation in fried fish fillet by using Scanning Electron Microscopy (SEM). Iran. J. Fish. Sci. 9 (2), 327-336.
- Peralta, E., Hatate, H., Watanabe, D., Kawabe, D., Murata, H., Hama, Y., et al., 2005. Antioxidative activity of Philippine salt-fermented shrimp paste and variation of its contents during fermentation. J. Oleo. Sci. 54, 553-558.
- Rodriguez, A., Carriles, N., Cruz, M., and Aubourg, J.P., 2008. Changes in the farmed salmon (*Oncorhynchus kisutch*) with previous storage in slurry ice (-1.5 °C). LWT-Food Sci. Technol. 41, 1726-1732.
- Taşkaya, L., Çakli, S., Kişla, D., and Kiliç, B., 2003. Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. J. Fish Aqua. Sci. 20, 147-154.
- Tokur, B., Ozkütük, S., Atici, E., Ozyurt, G., and Ozyurt, C.E., 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio*), during frozen storage (-18 °C). Food Chem. 99, 335-341.
- Venugopal, V., editor, 2006. Seafood Processing. 6th ed. Boca Raton, Fla: Taylor & Francis, 485p.
- Wanstedt, K.G., Seideman, S.C., and Donnelly, L.S., 1981. Sensory attributes of precooked, calcium alginate-coated pork patties. J. Food Prot. 44, 732-735.

- Widayaka, K., Setyawardani, T., and Sumarmono, J., 2001. The effect of storage and cooking on lipid oxidation of raw and cooked beef and goat meat. APJCN 10 (Suppl). S48.
- Xue, J., and Ngadi, M., 2006. Rheological properties of batter systems formulated using different flour combination. J. Food Eng. 77, 334-341.
- Yanar, Y., 2007. Quality Changes of Hot Smoked Catfish (*Clarias Gariepinus*) During Refrigerated storage. J. Muscle Food. 18, 391-400.

Variation on chemical, microbial and sensory factors of raw and fried tempura coated Kilka (*Clupeonella cultriventris*) during storage at -18 °C

*M. Rahnama Sangachini¹, M. Seifzadeh¹, Gh. Zare Gashti¹ and F. Khodabandeh¹

¹Fish Processing Research Department- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

Abstract

The objective of this study was determining the effect of frying on chemical, microbial and sensory properties and shelf-life of tempura coated Caspian Sea Kilka (*Clupeonella cultriventris*) during frozen storage. 2 different treatments, Kilka with tempura coating and without coating, were used. Samples were stored at -18 °C for 4 months. Moisture of fried samples (48.65%) decreased significantly compared with raw samples (62.02%) in time=0 but fat in fried samples, 21.9%, increased significantly in compare with raw samples, 5.65%, ($P \leq 0.05$). There were significant increase in Peroxide, (1.47 and 1 meq/kg oil), Thiobarbitoric Acid, (1.25 and 1.18 mg/kg oil), free fatty acid, (0.59 and 0.53 g/100) and TVB-N, (15.69 and 15.32 mg/100g meat) of fried samples in compared with raw samples, respectively ($P \leq 0.05$). There were significant decrees in total bacterial counts (2.42 and 4.40 logCFU/g), *Staphylococcus* (lower ten CFU/g and 2.38 logCFU/g) and *Coli form* (lower ten CFU/g and 0.80 logCFU/g) bacteria counts of fried samples in compared with raw samples ($P \leq 0.05$). Sensory factors of fried samples had better quality than raw samples. Durability of raw and fried samples was evaluated based on chemical, microbial and sensory indexes for 3 months.

Keywords: Caspian sea Kilka, Tempura coating; Chemical quality; Microbial quality; Sensory quality

* Corresponding author; rahnama_sangachin@yahoo.com