شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۱۰

ص ۵۸۹-۶۰۲

تعیین فرمولاسیون کراکر ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و بررسی تغییرات کیفی آن طی سه ماه نگهداری در دمای اتاق

❖ **بهاره شعبانپور:** استاد گروه فراوری محصولات شیلاتی، دانشکدهٔ شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
❖ **معظمه کردجزی*:** استادیار گروه فراوری محصولات شیلاتی، دانشکدهٔ شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
❖ **سمیرا کمری:** کارشناسی ارشد فراوری محصولات شیلاتی، دانشکدهٔ شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

چکیده

هدف از این پژوهش تعیین فرمولاسیون کراکر ماهی از کپور نقره‌ای و بررسی تغییرات کیفی کراکر تهیه‌شده در چهار بازهٔ زمانی (۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز) طی دورهٔ نگهداری در دمای اتاق بود. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق شامل کراکر خشک (زمان خشک کردن ۲ ساعت)، کراکر سرخ‌شده که زمان خشک کردن آن یک ساعت در نظر گرفته شد و تیمار پایانی، کراکر خشکی بود که در پایان هر دورهٔ نگهداری سرخ می‌شد. میزان پروتئین، کربوهیدرات، خاکستر و رطوبت تیمار خشک‌شده بیشتر از دو تیمار دیگر بود ($p>0/05$). بیشترین میزان چربی در تیمار سرخ‌شده مشاهده شد ($p<0/05$). pH در هر سه تیمار روند افزایشی را نشان داد ($p<0/05$). تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید در تیمار خشک‌شده طی دورهٔ نگهداری معنی‌دار نبود ($p>0/05$)، اما در تیمار سرخ‌شده و تیمار خشک و سرخ‌شده تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p<0/05$). در سنجش میزان اسیدهای چرب آزاد، بیشترین تغییر و نوسان در تیمار خشک‌شده مشاهده شد که البته در مجموع، بین میزان اسیدهای چرب آزاد روز صفر و روز ۹۰ در هر سه تیمار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$). شمارش تعداد باکتری کل در همهٔ زمان‌های نمونه‌برداری در این تحقیق صفر بود. نتایج بررسی خصوصیات رنگی نشان داد که روشنایی تیمار خشک و سرخ‌شده از دو تیمار دیگر بیشتر بود ($p<0/05$). در پایان دورهٔ نگهداری، روشنایی هر سه تیمار کاهش یافت ($p<0/05$). ارزیابی حسی بیانگر مقبولیت بیشتر تیمار خشک و سرخ‌شده نسبت به سایر تیمارها بود. به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که در هر سه تیمار مذکور بار باکتریایی وجود نداشت، اما خواص حسی مانند طعم، بو، بافت، رنگ و پذیرش کلی در تیمار پایانی بهتر بودند.

واژگان کلیدی: فرمولاسیون، کپور نقره‌ای، کراکر ماهی، ماندگاری، نگهداری.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۹۱۱۳۷۰۲۱۴۶، دورنگار: ۰۱۷۳۲۴۲۴۱۵۵
Email: kordjazi.m@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

تأمین مواد غذایی از مواردی است که به یکی از دغدغه‌های ذهنی دانشمندان تبدیل شده است. همان طور که جمعیت جهان به‌سرعت در حال افزایش است، منابع غذایی موجود باید به نحو بهتری بهره‌برداری شود (İZCİ et al., 2010). امروزه مصرف‌کنندگان مواد غذایی به فراورده‌های دریایی به‌منزلهٔ مادهٔ غذایی بسیار مهمی در تغذیهٔ خود اهمیت می‌دهند. گوشت ماهی سرشار از پروتئین، ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای چرب مورد نیاز بدن است. پروتئین ماهی به دلیل داشتن تمامی اسیدهای آمینهٔ ضروری و عوامل محرک رشد اثر مهمی در ترمیم بافت‌ها و سلامتی و شادابی انسان و به طور کلی رشد بدن دارد. افزایش آگاهی مردم نسبت به فواید مصرف آبزیان سبب افزایش توجه و مصرف این مواد غذایی شده است (Zakipour Rahimabadi et al., 2011; Neiva et al., 2011). ماهی و محصولات شیلاتی به‌سرعت فاسد می‌شوند، اما روش‌های نگهداری همچون خشک کردن می‌تواند با کاهش میزان آب مانع فعالیت میکروبی، شیمیایی و فسادهای بیوشیمیایی شود و مدت ماندگاری را افزایش دهد (Shaviklo et al., 2011). به طور کلی، ماهیان به صورت تازه، فریزشده، کنسروی، دودی یا خشک‌شده در بازار مصرف عرضه می‌شوند (Hightower and Brown, 2011). ماهی‌ها و سایر آبزیان می‌توانند به شکل غذاهای آمادهٔ مصرف نیز به بازار عرضه شوند. سوپ آمادهٔ ماهی، سوپ آمادهٔ میگو و اسنک‌ها مثال‌هایی از محصولات آمادهٔ مصرف خشک‌شده‌اند (Shaviklo et al., 2011).

روش‌های سنتی تهیهٔ این فراورده‌ها شامل خشک کردن زیر نور آفتاب سپس، سرخ کردن در روغن داغ (برای کراکر میگو) است. این فراورده‌های غذایی در کشورهای آسیایی به دلیل راحتی حمل‌ونقل، ثبات کیفیت و بالا بودن مدت ماندگاری محبوبیت بسیاری دارند (Shaviklo et al., 2011). مطالعات بسیاری دربارهٔ محصولات حجم‌یافتهٔ غلات، مانند اسنک‌ها، با هدف بهبود خصوصیات بافتی و تولید بافت ترد مورد سلیقهٔ مصرف‌کنندگان انجام شده است (Chanvrier et al., 2011). محصولات اسنکی معمولاً شامل کربوهیدرات و چربی‌اند که با پروتئین ترکیب می‌شوند. بیشترین مطالعات دربارهٔ اسنک‌های تهیه‌شده از حبوبات و ریشهٔ غلات انجام گرفته است، اما آن‌ها میزان پروتئین کمی دارند. منابع پروتئینی می‌تواند از پروتئین‌های گیاهی مانند آرد بادام‌زمینی، آرد سویا، آرد لوبیا چشم‌بلبلی و یا از پروتئین‌های حیوانی مانند ماهی، گوشت خوک، گوشت گوساله و مرغ باشد (Suknark et al., 2011).

کراکر ماهی (کراکر)، که در مالزی کروپوک خوانده می‌شود، اسنکی مشهور در تایلند و سایر کشورهای جنوب شرقی آسیاست که در تهیهٔ آن از ماهیانی مانند *Johnius soldado*، *Ictalurus punctatus* استفاده می‌شود (Cheow et al., 1999; Suknark et al., 1999; Tongdang et al., 2008). ماهی فیتوفاگ با نام علمی *Hypophthalmichthys molitrix* یکی از مهم‌ترین ماهیان پرورشی کشور است که به علت استفاده از رژیم غذایی کم‌هزینه و سطوح پایین زنجیرهٔ غذایی به مقدار زیادی پرورش می‌یابد. از آن‌جا که این ماهی در رقابت با ماهیان خوش‌خوراک‌تر ماهی کم‌مصرفی محسوب می‌شود،

Archive of SID

www.SID.ir

تولید فراورده‌های متنوع از این ماهی برای ترویج مصرف آن ضروری به نظر می‌رسد (Shabanpour et al., 2007). بهبود صنعت فراوری به همراه حفظ ارزش تغذیه‌ای ماهی و برآوردن انتظارات مصرف‌کننده عنصری کلیدی در افزایش مصرف ماهی است (Neiva et al., 2011).

در کشور ما در سال‌های اخیر اقداماتی برای تولید خمیر و فراورده‌های خمیر ماهی انجام گرفته، اما این کار به دلیل پاره‌ای مشکلات از جمله نداشتن دانش فنی همچنین، ماشین‌آلات مورد نیاز ناموفق بوده است. هر چند در حال حاضر، بر اساس سیاست‌گذاری کلان مؤسسهٔ تحقیقات شیلات، تولید خمیر ماهی و فراورده‌های نوین آن در جریان است، در مرکز ملی تحقیقات فراوری آبزیان با هدف آموزشی ترویجی تولید انواع برگر ماهی انجام می‌گیرد و از سوی مصرف‌کنندگان استقبال خوبی به عمل آمده است. هم‌اکنون فراوری ماهی در کشورمان متنوع نیست و مصرف آبزیان به شکل تازه و فقط در استان‌های ساحلی است. بنابراین، با توجه به مطالب ذکرشده، تعیین فرمولاسیون کراکر ماهی از کپور نقره‌ای به منظور تحقق بخشیدن به افزایش سرانهٔ مصرف ماهی و تنوع‌بخشی به محصولات شیلاتی در کشور انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. تهیهٔ گوشت چرخ‌شدهٔ ماهی (گوشت چرخ‌شده)

به منظور تعیین فرمولاسیون کراکر ماهی از کپور نقره‌ای و بررسی مدت ماندگاری آن طی نگهداری در دمای اتاق به مدت ۹۰ روز، ماهی فیتوفاگ (*H. molitrix*) از بازارچهٔ محصولات پروتئینی شهر گرگان در زمستان ۹۱ تهیه شد (متوسط وزن ماهیان ۲۰۰±۱۰۰۰ گرم و متوسط طول آن‌ها ۵±۴۰ سانتی‌متر بود) و بلافاصله در یخ قرار داده شد و در کمتر از نیم ساعت به آزمایشگاه فراوری گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. ماهیان در حضور یخ کافی، پس از سرزنی، تخلیهٔ امعا و احشا و پوست‌کنی، با آب سرد شست‌وشو شدند. در نهایت ماهیان فیله و استخوان‌گیری شدند و گوشت چرخ‌شده از آن‌ها تهیه شد.

۲.۲. تهیهٔ کراکر

تعداد چهار فرمولاسیون طبق جدول زیر برای تهیهٔ کراکر ماهی بررسی و تحقیق شدند.

چهار فرمول ذکرشده به دلیل بوی نامطبوع، طعم نامناسب و سفتی بافت از سوی ارزیابان امتیاز کافی را کسب نکردند و رد شدند. بنابراین، فرمولاسیون‌های متعددی (بیش از ۳۰ عدد) با ترکیبات و درصدهای متفاوت آزمون شدند که ده عدد از آن‌ها به شرح زیر است و فرمول‌های دیگر نیز با کم و زیاد کردن درصد ترکیبات ذکرشده در جدول به دست آمدند.

در ادامه از میان فرمول‌ها، فرمولاسیون تهیهٔ کراکر ماهی با ترکیب: ۲۰ درصد گوشت چرخ‌شده، ۷۷/۴ درصد سیب‌زمینی، ۱ درصد نمک، ۰/۳ درصد شکر، ۱/۳ درصد ادویه و ۰/۱ درصد اسید استیک گلاسیال از سوی ارزیابان با کسب بیشترین امتیاز حسی انتخاب شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. ترکیبات چهار فرمولاسیون پیشنهادی

شمارهٔ تیمار	یک	دو	سه*	چهار
ترکیبات مورد استفاده	(Nurul et al., 2009)	(King et al., 2002)	(Shaviklo, 1999)	(İZCİ et al., 2010)
گوشت چرخ‌شده	۳۸/۵	۳۵		۶۰ درصد
آرد	۳۸/۵	۳۵		–
یخ خردشده	۲۰ درصد	۲۰–۳۰ درصد		۲۱ درصد
نمک	۲ درصد	۱/۵ درصد		۱/۸۵ درصد
شکر	۱ درصد	۱ درصد		–
سفیدهٔ تخم‌مرغ	–	–		–
نشاسته	–	–	–	۱۱ درصد
سیب‌زمینی	–	–	–	۵/۵ درصد
مونوسدیم گلوتامات	–	–	–	۰/۶۵ درصد

* در این فرمولاسیون میزان درصد مواد ذکر نشده بود.

جدول ۲. ده فرمولاسیون با ترکیبات متفاوت و درصدهای مختلف

فرمولاسیون مواد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
مینس	۳۸/۵	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
آرد گندم	۳۸/۵	۳۰	۳۰	۳۰	–	–	–	–	–	۷۷/۵
آرد نخود	–	–	–	–	۷/۵	۲۰	–	–	–	–
آرد بادام‌زمینی	–	–	–	–	۳۰	–	–	–	–	–
آرد ذرت	–	–	–	–	–	۱۰	–	–	–	–
سیب‌زمینی	–	–	۸/۲	۸/۳۵	–	۶/۳	۷۷/۶	۷۷/۴	–	–
پورهٔ سیب‌زمینی	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۶/۳	–
نمک	۲	۳	۱/۵	۱/۵	۱/۶	۱/۶	۱	۱	۱/۷	۱/۵
شکر	۱	۱/۵	۱	۱	۱	۱	۰/۳	۰/۳	۱	۰/۵
ادویه	–	–	۰/۳	۰/۳۵	۰/۴	۰/۶	۱/۱	۱/۳	۱	۰/۵
یخ خردشده	۲۰	۱۵	۱۵	۱۵	۱۰	۱۰	–	–	–	–
سفیدهٔ تخم‌مرغ	–	۲۰/۵	۱۰	۸/۵	۱۰	۱۰	–	–	–	–
سیر تازه	–	–	–	۱	۰/۵	۰/۵	–	–	–	–
پیاز تازه	–	–	۴	۴	۴	۵	–	–	–	–
ماست نیم‌چرب	–	–	–	–	۵	۵	–	–	۲	–

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور تولید کراکر ماهی، نخست سیب‌زمینی‌ها خرد شدند، گوشت چرخ‌شدهٔ ماهی با نمک به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط و به همراه سایر طعم‌دهنده‌ها به سیب‌زمینی خردشده اضافه شد. آخرین مادهٔ افزودنی به خمیر کراکر اسید استیک گلاسیال بود.

برای سهولت در پر کردن، پوشش‌ها (دارای قطر ۴ سانتی‌متر و طول ۱۰ سانتی‌متر، از جنس پلی‌اتیلن و دارای ۵ لایه) به مدت ۲۰ دقیقه درون آب گرم قرار می‌گرفتند و با استفاده از پرکن دستی با خمیر پر می‌شدند. سپس، برای فرآیند پخت و حرارت‌دهی در بن‌ماری قرار داده می‌شدند. پخت در دمای ۹۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه انجام گرفت و پس از طی مراحل پخت بلافاصله در معرض جریان آب سرد قرار گرفتند و به منظور سرد شدن، پوشش‌ها به مدت ۲ ساعت در یخچال نگهداری شدند سپس، برش‌هایی به ضخامت ۲ میلی‌متر از خمیر تهیه شد. برش‌های به‌دست‌آمده در آون ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد خشک شدند، و بسته به نحوهٔ نگهداری، در سرخ‌کن سرخ می‌شدند یا به صورت خشک بسته‌بندی می‌شدند.

تیمارهای آزمایشی در این تحقیق کراکرهایی بودند که در دو بازهٔ زمانی ۱ ساعت و ۲ ساعت خشک شدند. تیماری که زمان خشک شدن آن ۱ ساعت ذکر شد، پس از سرخ شدن در دمای ۱۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد (۳۰ ثانیه)، در بسته‌های سلفونی ممزوج با آلومینیوم که در برابر نفوذ نور، رطوبت و اکسیژن مقاوم‌اند بسته‌بندی شد (از این پس با نام تیمار سرخ‌شده ذکر خواهد شد) و در دمای محیط نگهداری شد. تیماری که زمان خشک شدن آن ۲ ساعت ذکر شد (از این پس با نام تیمار خشک‌شده بیان خواهد شد) به همان صورت خشک‌شده در بسته‌های سلفونی ممزوج با آلومینیوم بسته‌بندی شد.

در پایان هر دورهٔ نگهداری، نمونه‌های خشک‌شده سرخ شدند و مورد آزمایش قرار گرفتند. این عمل به منظور تکمیل بررسی و مقایسهٔ بهتر نتایج انجام شد (در ادامه تیمار پایانی با عنوان تیمار خشک و سرخ‌شده بیان خواهد شد). کیفیت مغذی کراکرهای تولیدشده در روز صفر ارزیابی با انجام دادن آزمایش‌های رطوبت کل، پروتئین کل، چربی کل، خاکستر (Parvaneh, 2007)، تیوباربیتوریک اسید (Egan, 1997)، اسیدهای چرب آزاد (Woyewoda, 1986)، pH (Suvanich et al., 2002)، شمارش باکتری کل، ارزیابی حسی به روش هدونیک و رنگ‌سنجی (Lovibond cam-system 500) تعیین شد. به منظور تعیین مدت ماندگاری کراکرها در دمای محیط، آزمایش‌های تعیین کیفیت دربارهٔ تیمارهای نگهداری‌شده در زمان‌های ۰، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از تولید صورت گرفت.

۳.۲. روش آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای مطالعه از طرح فاکتوریل و برای بررسی معنی‌داری در بین ترکیب تقریبی و خواص حسی کراکرها در بین فرمولاسیون‌های مورد نظر و در بین مقادیر حاصل از هر شاخص فسادی و حسی در زمان‌های روز ۰، روز ۳۰، روز ۶۰ و روز ۹۰ از تجزیه واریانس یک‌طرفه و

Archive of SID

www.SID.ir

آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

۳. نتایج

۱.۳. بررسی فرمولاسیون‌های پیشنهادی تولید کراکر ماهی

تعداد چهار فرمولاسیون، که از مقالات استخراج شده بود، برای تولید کراکر ماهی استفاده شد. سپس، کراکرها از نظر ارگانولپتیک، از طریق گروه پانل ۱۰ نفره، ارزیابی شدند که نتایج آن‌ها به شرح زیر است.

طبق جدول ارزیابی حسی که در اختیار گروه پانل قرار گرفت هر چهار فرمولاسیون از نظر ارزیابی حسی مردود اعلام شدند. در نهایت فرمولاسیون‌های متعدد با ترکیبات متفاوت بررسی شدند. در پایان تولید، هر فرمولاسیون از سوی گروه پانل ارزیابی حسی شد که فقط یکی از این فرمول‌ها بیشترین امتیاز را از نظر حسی به خود اختصاص داد. نتیجهٔ ارزیابی حسی فرمول منتخب در جدول زیر مشاهده می‌شود.

جدول ۳. نتایج ارزیابی حسی همراه با نتایج آزمون دانکن (سطح احتمال ۵ درصد) در کراکرهای تولیدشده با فرمولاسیون‌های پیشنهادی

فرمولاسیون	مزه	بو	رنگ	بافت	پذیرش کلی
۱	۱±۰ ^{b}	۱±۰ ^{a}	۳/۶ ±۰/۹۶ ^{a}	۲/۴±۰/۹۶ ^{a}	۱/۴±۰/۸۴ ^{b}
۲	۱/۲۲±۰/۶۶ ^{ab}	۱/۲۲±۰/۶۶ ^{a}	۲/۷۸±۱/۸۵ ^{ab}	۲/۱۱±۱/۰۵ ^{a}	۱±۰ ^{b}
۳	۱/۶±۱/۲۶^{ab}	۱/۵±۱/۰۸ ^{a}	۱/۸±۱/۰۳ ^{b}	۱/۷±۱/۱۶^{a}	۱/۶±۰/۹۶ ^{b}
۴	۲±۱/۰۵ ^{a}	۱/۶±۰/۹۷ ^{a}	۲±۱/۰۵^{b}	۲±۱/۰۵ ^{a}	۲/۴±۰/۹۷ ^{a}

نبود حداقل یک حرف مشابه بر روی ستون‌ها (a < b < c) نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین ستون‌هاست (p< ۰/۰۵).

جدول ۴. نتیجهٔ ارزیابی حسی فرمولاسیون منتخب

فرمولاسیون منتخب*	مزه	بو	رنگ	بافت	پذیرش کلی
	۶/۴±۱/۳	۷±۰	۶/۶±۰/۸۴	۷±۰	۷±۰

* فرمولاسیون منتخب: ۲۰ درصد گوشت چرخ‌شده، ۷۷/۴ درصد سیب‌زمینی، ۱ درصد نمک، ۰/۳ درصد شکر، ۱/۳ درصد ادویه و ۰/۱ درصد اسید استیک گلاسیال.

۲.۳. ترکیبات تقریبی

کراکرهای تهیه‌شده بر اساس سه تیمار ذکرشده (کراکر خشک، کراکر سرخ‌شده و کراکر خشک و سرخ‌شده) از کپور نقره‌ای ترکیباتی تقریبی به شرح زیر دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. ترکیبات تقریبی (درصد) کراکر ماهی خشک، کراکر ماهی سرخ‌شده و کراکر ماهی خشک و سرخ‌شده

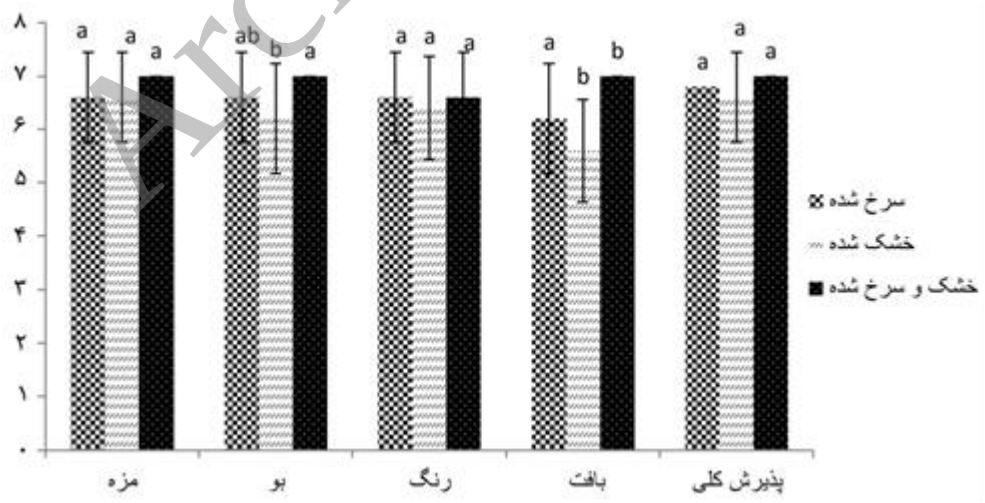
شاخص	کراکر ماهی خشک	کراکر ماهی سرخ‌شده	کراکر ماهی خشک و سرخ‌شده
پروتئین (درصد)	۱۶/۰۶±۰/۸۳ ^{a}	۵/۵۶±۰/۰۹ ^{c}	۹/۵۲±۰/۴۵ ^{b}
چربی (درصد)	۱/۲۱±۰/۲۱ ^{c}	۳۵/۷۴±۱/۰۴ ^{a}	۲۱/۲۴±۲/۳۵ ^{b}
رطوبت (درصد)	۵/۸۴±۰/۱۴ ^{a}	۲/۴۳±۰/۲۱ ^{c}	۳/۴۸±۰/۴۲ ^{b}
خاکستر (درصد)	۹/۳۴±۰/۲۵ ^{a}	۷/۳۵±۰/۰۹ ^{b}	۵/۸۸±۰/۱۱ ^{c}
کربوهیدرات (درصد)	۶۷/۵۴ ±۰/۸۴ ^{a}	۴۸/۶۲±۰/۷۹ ^{c}	۵۹/۸۷±۱/۶۵ ^{b}

نبود حداقل یک حرف مشابه بر روی ستون‌ها (a < b < c) نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین ستون‌هاست (p< ۰/۰۵).

بررسی‌ها نشان داد که بیشترین درصد پروتئین، رطوبت، خاکستر و کربوهیدرات قبل از سرخ کردن کراکرهاست. در مقایسهٔ دو تیمار سرخ‌شده کمترین جذب روغن در تیمار خشک و سرخ‌شده مشاهده شد، شایان ذکر است که کمترین چربی کل متعلق به نمونهٔ خشک بود.

۳.۳. ارزیابی حسی

بررسی مقایسه‌ای نتایج ارزیابی حسی کراکر ماهی در این تحقیق که بین تیمارهای خشک‌شده، سرخ‌شده، خشک و سرخ‌شده انجام گرفت نشان داد که شاخص‌های مزه، رنگ و پذیرش کلی دارای تفاوت معنی‌داری نبودند (p>۰/۰۵)، اگرچه با تفسیر مقایسه‌ای نمودار ۱ می‌توان برتری تیمار خشک و سرخ‌شده را نسبت به دو تیمار دیگر تشخیص داد. شاخص بو بین تیمار خشک‌شده و تیمار سرخ‌شده تفاوت معنی‌داری نشان نداد (p>۰/۰۵)، اما این تفاوت بین تیمار خشک و تیمار سرخ‌شده با تیمار خشک و سرخ‌شده مشهود است (p<۰/۰۵).



نمودار ۱. ارزیابی حسی کراکرهای ماهی کپور نقره‌ای تیمارهای خشک، سرخ و تیمار خشک و سرخ، (a-c) حروف متفاوت در شکل نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها طی زمان است. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

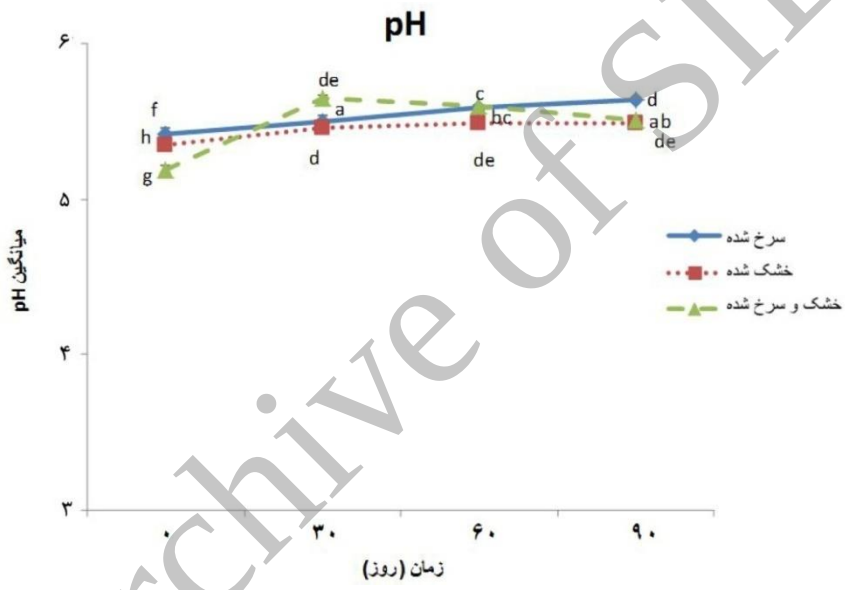
Archive of SID

www.SID.ir

۴.۳. نتایج تغییرات کیفی تیمارهای تولیدی کراکر ماهی طی سه ماه نگهداری در دمای اتاق

۱.۴.۳. میزان pH

نتایج مطالعهٔ تغییرات pH کراکرهای ماهی تهیه‌شده (تیمارهای خشک، سرخ، خشک و سرخ‌شده)، طی زمان نگهداری در دمای اتاق، روند منظمی را نشان دادند (نمودار ۲). بررسی pH محصول میان زمان و تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p<۰/۰۵$). کراکرهای تیمار خشک و تیمار سرخ روند افزایشی را طی دورهٔ نگهداری داشتند ($p<۰/۰۵$). تیمار خشک و سرخ‌شده از روز ۰ تا ۳۰ روند افزایشی ($p<۰/۰۵$) و در روز ۳۰ تا روز ۹۰ روندی کاهشی داشت ($p<۰/۰۵$)؛ البته در مجموع شاهد افزایش معنی‌دار pH در پایان دوره نسبت به روز صفر است ($p<۰/۰۵$).



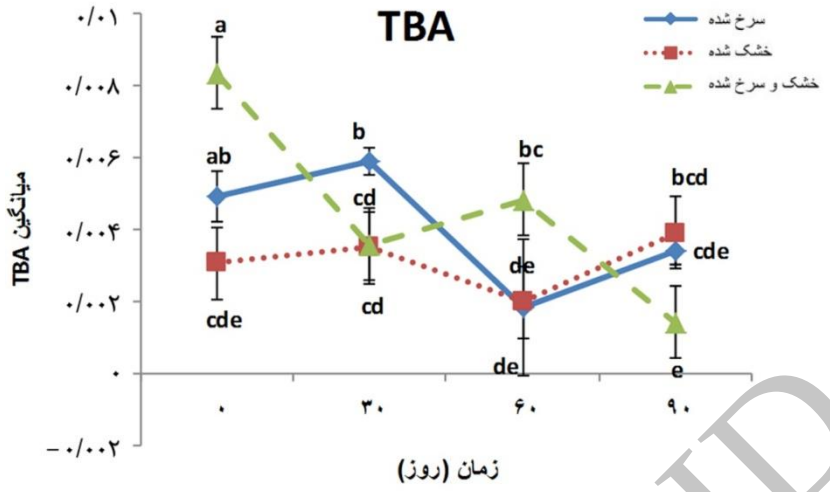
نمودار ۲. تغییرات میزان pH در کراکرهای ماهی کپور نقره‌ای تیمارهای خشک، سرخ و تیمار خشک و سرخ‌شده، نگهداری‌شده در دمای اتاق، (a-c) حروف متفاوت در شکل نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها طی زمان است. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

۲.۴.۳. میزان تیوباربیتوریک اسید

نتایج مقدار تیوباربیتوریک اسید مطابق نمودار ۳ میان تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p<۰/۰۵$). در تیمار خشک‌شده هیچ تفاوت معنی‌داری طی سه ماه نگهداری در دمای اتاق مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). تغییرات اکسیداسیونی در تیمار خشک و سرخ‌شده شدیدتر بود، به طوری که، از روز صفر تا روز ۹۰ از ۰/۰۰۸ به ۰/۰۰۱ گرم مالونالدهید در کیلوگرم رسید. همان طور که در نمودار ۳ پیداست، میزان تیوباربیتوریک اسید در تیمار خشک‌شده و تیمار سرخ‌شده، با توجه به نوساناتی که داشتند، در دورهٔ پایانی (روز ۶۰ تا روز ۹۰) افزایش یافته است ($p>۰/۰۵$). طی دورهٔ نگهداری تیمار خشک و سرخ‌شده افت شدیدی را نشان داد ($p<۰/۰۵$).

Archive of SID

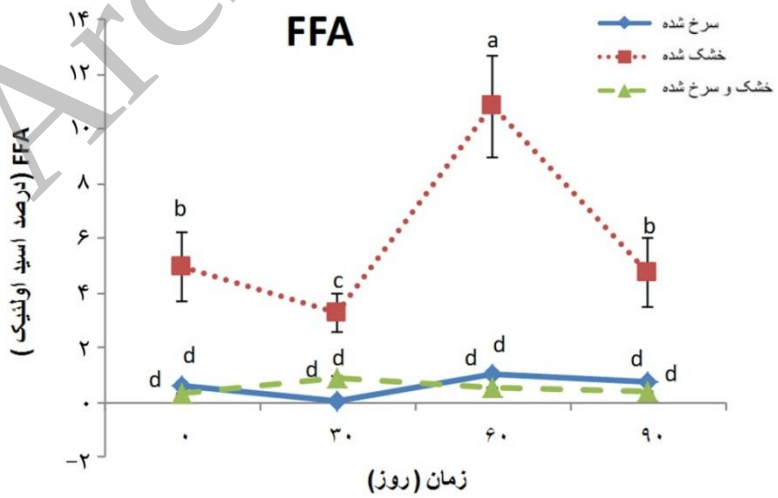
www.SID.ir



نمودار ۳. تغییرات تیوباربیتوریک اسید در کراکرهای ماهی کپور نقره‌ای تیمارهای خشک، سرخ و تیمار خشک و سرخ‌شده، نگهداری‌شده در دمای اتاق، (a-c) حروف متفاوت در شکل نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها طی زمان است. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

۳.۴.۳. میزان اسیدهای چرب آزاد

سنجش میزان اسیدهای چرب آزاد در کراکرهای ماهی نگهداری‌شده در دمای اتاق روند متغیری را به نمایش گذاشت (نمودار ۴). با توجه به نمودار، میان دو تیمار سرخ‌شده طی دورهٔ نگهداری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$)، اما تفاوت دو تیمار ذکرشده در مدت نگهداری با تیمار خشک مشهود بود ($p>0/05$). در همهٔ تیمارها بین روز صفر و روز پایانی (روز ۹۰) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$).



نمودار ۴. تغییرات اسید چرب آزاد در کراکرهای ماهی کپور نقره‌ای تیمارهای خشک، سرخ و تیمار خشک و سرخ‌شده، نگهداری‌شده در دمای اتاق، (a-c) حروف متفاوت در شکل نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها طی زمان است. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

Archive of SID

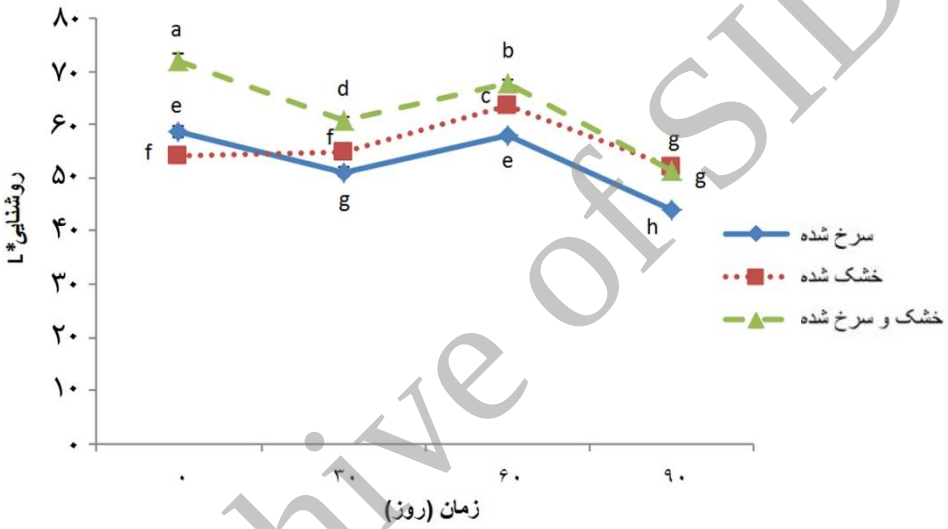
www.SID.ir

۵.۳. شمارش و بررسی میکروبی

آزمایش‌های میکروبی، به منظور شمارش تعداد میکروب‌های موجود در کراکرها، در تمامی زمان‌های نمونه‌برداری و نگهداری در دمای اتاق انجام شدند. نتایج آزمایش‌های میکروبی در همهٔ سطوح و دورهٔ آزمایش بیانگر فقدان هر گونه میکروارگانیسم در تمامی کراکرهای تولیدشده بود.

۶.۳. میزان روشنایی

نتایج بررسی خصوصیات رنگی کراکرهای ماهی در تیمار و زمان تفاوت معنی‌داری را به نمایش گذاشت ($p<۰/۰۵$) (نمودار ۵). روشنایی همهٔ تیمارها در دو بازهٔ زمانی روز ۳۰ و ۶۰ افزایش یافت ($p<۰/۰۵$). به طور کلی، روشنایی تیمار خشک و سرخ‌شده از دو تیمار دیگر بیشتر بود.



نمودار ۵. تغییرات میزان روشنایی در کراکرهای ماهی کپور نقره‌ای تیمارهای خشک، سرخ و تیمار خشک و سرخ‌شده، نگهداری‌شده در دمای اتاق، (a-c) حروف متفاوت در شکل نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها طی زمان است. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق چهار فرمولاسیون، که از منابع مستند علمی مستخرج شده‌اند، بررسی و تحقیق شدند. طبق نتایج تفاوت معنی‌داری از نظر معیار ارزیابی بو، مزه، رنگ و بافت بین فرمول‌های شمارهٔ ۲، ۳ و ۴ در سطح احتمال ۵ درصد دیده نشد. طعم نامطلوب، بوی بد ماهی و سفتی محصول علت مردود اعلام شدن چهار فرمولاسیون پیشنهادی بود. با کاهش درصد ماهی به ۲۰ درصد، استفاده از چاشنی‌ها و جانشینی سیب‌زمینی به جای آرد و نشاسته این مشکل‌ها رفع شد.

در این پژوهش، به منظور ارزیابی کیفیت مغذی کراکرهای ماهی، نخست تیمارهای تولیدی شامل تیمار خشک، تیمار سرخ سپس، تیمار خشک و سرخ‌شده بررسی شدند. در این بررسی تیمار خشک رطوبت، خاکستر و پروتئین بیشتری را نسبت به تیمارهای دیگر دارا بود. ترکیب تقریبی کراکر ماهی

Archive of SID
www.SID.ir

در بررسی İZCİ et al., (2010) گزارش شده است که با نتایج ترکیب تقریبی این تحقیق در برخی فاکتورها، همچون پروتئین، مطابقت داشت؛ علت تطابق نداشتن دیگر فاکتورها را می‌توان متفاوت بودن ترکیبات و روش‌های عمل‌آوری دانست. بیشترین میزان جذب روغن در تیمار سرخ مشاهده شد. میزان جذب روغن به میزان رطوبت موجود در نمونه بستگی دارد. هر چه ضخامت کراکرها بیشتر باشد، جذب روغن کمتری خواهد داشت. در مطالعهٔ Bouchan et al., (2003) تأثیر رطوبت در میزان جذب روغن گزارش شده است و بیان شده که طولانی کردن فرآیند حرارت‌دهی موجب از دست دادن بیشتر رطوبت نمونه‌ها شده است.

pH از عوامل کنترل فساد در مواد غذایی محسوب می‌شود. نتایج تغییرات pH در این تحقیق به صورت افزایشی بود. İZCİ et al., (2010) گزارش کردند که علت افزایش pH اعمال روش‌های فراوری مختلف است؛ به تأیید این مطلب et al., (2008) Baygar میزان pH گوشت قزل‌آلای رنگین‌کمان خام و ماهی پخته را به ترتیب ۰/۱±۶/۲۹ و ۰/۰۱±۶/۳۳ گزارش کردند. از دلایل افزایش pH حضور فرآیندهای پروتئولیتیک و اتولیتیک آنزیمی در گوشت طی نگهداری است (Jamshidi et al., 2011) و چون در این محصول نیز از گوشت استفاده شده است، حصول چنین نتیجه‌ای قابل انتظار بود.

چربی‌ها منابع ارزشمندی از انرژی‌اند که قادرند بیش از دو برابر کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها انرژی تولید کنند. محصولات حاصل از اکسیداسیون اولیهٔ اسیدهای چرب غیر اشباع که طی مراحلی با اکسیژن واکنش می‌دهند مالونالدهید را تولید می‌کنند که مادهٔ مذکور عامل طعم نامطلوب در محصول است و یکی از مهم‌ترین محصولات ثانویهٔ اکسیداسیون به شمار می‌آید. اکسیداسیون چربی در این تحقیق با مطالعهٔ مقدار تیوباربیتوریک اسید انجام پذیرفت. نتیجهٔ این بررسی نشان می‌دهد که بیشترین اکسیداسیون چربی در تیمار خشک و سرخ‌شده رخ داد. کاسته شدن از تیوباربیتوریک اسید احتمالاً نشان‌دهندهٔ واکنش آلدهید با ترکیبات ازت‌دار و تولید ترکیبات دیگری است که خاصیت فلورسانس دارند. طی تحقیقی مشابه İZCİ et al., (2010) میزان تیوباربیتوریک اسید کراکر ماهی را طی شش ماه نگهداری در دمای ۱۸- درجهٔ سانتی‌گراد در روز صفر و روز پایانی به ترتیب ۰/۰۲±۰/۳۳ و ۰/۰۰۶±۰/۳۲ اعلام کردند و تفاوت معنی‌داری در نتایج آن‌ها مشاهده نشد که این نتایج با دستاوردهای این تحقیق مطابقت داشت.

اسیدهای چرب آزاد به خودی خود منجر به افت کیفیت تغذیه‌ای نمی‌شوند، اما هیدرولیز چربی و اکسیداسیون می‌تواند در کیفیت مادهٔ غذایی اثر نامطلوب بگذارد (Rodlan et al., 2011). بنا بر نتایج، بیشترین تغییر در تیمار خشک مشاهده شد. دو تیمار دیگر به غیر از روز ۳۰ تغییراتی مشابه اما معنی‌دار داشتند.

از جمله خصوصیات کیفی که برای نگهداری محصولات فراوری‌شده از ماهی بسیار مهم است آنالیز میکروبی است (Kilinc, 2009). باکتری‌ها حداکثر تا دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد قادر به رشد و فعالیت‌اند، همچنین تغییر ناگهانی شرایط محیط از نظر دما سبب بروز شوک در باکتری‌ها و مانع فعالیت آن‌ها می‌شود (Razavi Shirazi, 2007). در این بررسی میزان بار میکروبی هر سه تیمار صفر بود.

Archive of SID

www.SID.ir

هنگامی کـه مـادهای غـذایی مصـرف مـیشـود، کیفیت آن از طریق خصوصیات حسی یا ارگانولپتیک آن مانند: ظاهر (رنـگ)، بـو، طعـم و بافـت سـنجش میشود (Razavi Shirazi, 2007). شایان ذکـر اسـت که اولین شرط لازم بـرای تولیـد محصـولات غـذایی ارزیـابی حسـی و اطمینـان از پـذیرش آنهاسـت (Rahmani Farah, 2010). اندازهگیـریهـای حسـی اغلب در مراحل پایانی آزمایشهـا یـا مراحـل نهـایی برنامههای کاربردی اعمال میشود.

در تحقیق حاضـر، بـا وجـود امتیـازات مختلـف رنگسنجی بین تیمارها و طی زمان، از طریق دستگاه رنگسـنج، ارزیـابهـا امتیـازات نسـبتاً مشـابهی بـه شاخص کیفی رنگ دادنـد. ایـن مسـئله بـا چشـمگیر نبودن تغییرات رنگ در ارتباط است. هرچنـد کـه در هـر دو بررسـی (رنـگسـنجی و ارزیـابی از سـوی ارزیاب) کاهش کیفی رنگ مشـاهده شـد. در مطالعـهٔ حاضر، در مجموع بیشترین امتیاز کسبشده به تیمـار خشک و سرخ داده شد. خشکی محصول به کوتاهتـر شدن زمان سرخ شدن و تردی بیشتر منجر مـیشـود. این ویژگی سـبب برتـری تیمـار خشـک و سـرخ در دورهٔ نگهداری شد. مصرف بلافاصلهٔ تیمار خشـک و سرخ پس از آماده شدن دلیل دیگری است که توجـه ارزیابان را به خود جلب کرد؛ البته بـا گذشـت زمـان شاهد افت کیفیت ویژگیهای حسی در همهٔ تیمارهـا بودیم، اما ایـن اثـر در تیمـار خشـک و سـرخ کمتـر مشـاهده شـد. نتـایج Kilinc (2009)، Neamati (2009)، Rahmani Farah (2010) کـه بـه ترتیـب دربارهٔ کلوچه ماهی، فیشفینگر و سوسیس ماهی کار کردند با نتایج این بررسی مطابقت داشت.

رنگ یکی از عوامل کلیدی در ارزیابی نهایی مواد غذایی است (Lukinac et al., 2009) که تأثیر بسزایی در پذیرش محصول از سوی مصرفکننده دارد. یکـی از روشهای رنـگسـنجی، روش Lab اسـت. نتـایج حاکی از کـاهش روشـنایی همـهٔ تیمارهـا طـی دورهٔ نگهداری بود. نتایج مطالعات مشـابه (Kilinc, 2009) دربارهٔ رنگ مواد غـذایی، کـاهش روشـنایی در مـادهٔ غذایی را پس از طی مدتی نگهداری گزارش کردند.

تحقیقات انجامگرفته برای تعیین فرمولاسـیون بـا موفقیت انجام گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که کراکر تهیهشده از نمونهای که طی دو ساعت خشـک شـده بـود و پـس از پایـان هـر دورهٔ ۳۰ روزه سـرخ میشد دارای پـذیرش و محبوبیـت بیشـتری در بـین ارزیابان بود. این مهم حتی تـا پایـان مـاه سـوم ادامـه داشت. بنابراین، با توجه به نبـود مشـکلی خـاص در زمینهٔ فسـاد، تهیـهٔ کراکـر بـه روش مـذکور پیشـنهاد میشود. هر چند با نظر به نتایج آزمایشهای شیمیایی ـ فیزیکی و میکروبی برای هیچکدام از تیمارها فسـاد مشاهده نشد.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1]. Baygar, T., Erkan, N., Mol, S., Ozden, D., Uock, D., Yildirim, Y., 2008. Determination of the shelf-life of trout (*Onchorhynchus mykiss*) raw meat ball that packed under modified atmosphere. Pakistan Journal of Nutrition 7, 412-417.

[2]. Bouchan, P., Aguilera, J. M., Pyle, D. L., 2003. Oil-absorption relationships during deep-fat frying. Journal of Food Science 68, 2711-2716.

[3]. Chanvrier, H., Uthayakumaran, S., Lillford, P., 2007. Rheological properties of wheat flour processed at low levels of hydration: Influence of starch and gluten. Journal of Cereal Science 45, 263–274.

[4]. Cheow, C. S., Yu, S. Y., Howell, N. K., Man, Y. C., Muhammad, K., 1999. Effect of fish, starch and salt contents on the microstructure and expansion of fish crackers (‘keropok’). Journal of the Science of Food and Agriculture 79, 879-885.

[5]. Egan, H., Krik, R. S., Sawyer, R., 1997. Pearsons chemical analysis of food. Churchill Livingstone, University of Minnesota, 591 p.

[6]. Hightower, J. M., Brown, D. L., 2011. Mercury concentrations in fish jerky snack food: Marlin, Ahi, and Salmon. Hightower and Brown Environmental Health 10, 90 p.

[7]. İZCİ, L., GÜNLÜ, A., BİLGİN, Ş., 2010. Production of fish chips from sand smelt (*Atherina boyeri*, RISSO 1810) and determination of some quality changes. Iranian Journal of Fisheries Sciences 10, 230 241.

[8]. Jamshidi, A., 2011. Effect of adding hydroxyl propyl methyl cellulose to initial flour and glaze of *Scomberoides commersonnianus* nagget to reduce oil uptake in the final product. M. Sc thesis. Seafood Processing group. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 100 p. (In Persian)

[9]. Kilinc, B., 2009. Microbiological, Sensory and Color Changes of Anchovy (*Engraulis encrasicholus*) Patties During Refrigerated Storage. Journal of Muscle Foods 20, 129-137.

[10]. King, M. A., 2002. Development and sensory acceptability of crackers made from the big-eye fish (*Brachydeuterus auritus*). Food and Nutrition Bulletin 23, 317-321.

[11]. Kyaw, Z. Y., Yu, S. Y., Cheow, C. S., Dzulkiy, M. H., Howell, N. K., 2001. Effect of ®sh to starch ratio on viscoelastic properties and microstructure of ®sh cracker (`keropok') dough. International Journal of Food Science and Technology 36, 741-747.

[12]. Lukinac, J., Jokic, S., Planinic, M., Magdic, D., Bilic, M., Tomas, S., Velic, D., Bucic-Kojic, A., 2009. An application of image analysis and colorimetric methods on color change of dehydrated asparagus *(Asparagus maritimus* L). Agriculturae Conspectus Scientificus 74, 233-237.

[13]. Neamati, M., 2009. Determine the optimal formulation of fish burger from mince and surimi of cultured carps and determination of their shelf life during storage. Seafood Processing group. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 100 p. (In Persian)

[14]. Neiva, C. R. P., Machado, T. M., Tomita, R. Y., Furlan, É. F., Neto, M. J. L., Bastos, D. H. M., 2011. Fish crackers development from minced fish and starch: an innovative approach to a traditional product. Ciência e Tecnologia de Alimentos 31, 973-979.

[15]. Nurul, H., Boni, I., Noryati, I., 2009. The effect of different ratios of Dory fish to tapioca flour on the linear expansion, oil absorption, colour and hardness of fish crackers. International Food Research Journal 16, 159-165.

Archive of SID

www.SID.ir

[16]. Parvaneh, V., 2007. Quality control and chemical experiments of food. Tehran University Press. 332 p.

[17]. Rahmani Farah, K., 2010. Preparation of sausage from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and determination of its nutritional quality and shelf life in refrigerator and freezer. Seafood Processing group. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Ph. D thesis. 110 p. (In Persian)

[18]. Razavi Shirazi, H., 2007. Seafood processing technology. Volume 1. Naghshe Mehr Press. 400 p.

[19]. Rodlan, H. A., Roura, S. I., Montecchia, C. L., Borla, O. P., Crupkin, M., 2005. Lipid changes in frozen stored fillets from pre- and post spawned hake (*Merluccius hubbsi* Marini). Journal of Food Biochemistry 29, 187–204.

[20]. Shabanpour, B., Asgharzadeh Kani, A., Hosseini, H., Abbasi, M., 2007. Lipid quality changes of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during frozen storage. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 15, 1-7. (In persian)

[21]. Shaviklo, Gh., 1999. Handbook of fish paste production and its products. Naghshe Mehr Press. 68 p.

[22]. Shaviklo, G. R., Olafsdottir, A., Sveinsdottir, K., Thorkelsson, G., Rafipour, F., 2011. Quality characteristics and consumer acceptance of a high fish protein puffed corn-fish snack. Journal of Food Science and Technology 48, 668-676.

[23]. Suknark, K., Phillips, R. D., Huang, Y. W., 1999. Tapioca-fish and tapioca-peanut snacks by twin-screw extrusion and deep-fat frying. Journal of Food Science 64, 303-308.

[24]. Suvanich, V., Jahncke, M. L., Marshall, D. L., 2000. Changes in Selected Chemical Quality Characteristics of Channel Catfish Frame Mince During Chill and Frozen Storage. Journal of Food Science 65, 24-29.

[25]. Tongdang, T., Meenun, M., Chainui, J., 2008. Effect of sago starch addition and steaming time on making Cassava cracker (Keropok). Starch/starke 60, 568-576.

[26]. Woyewoda, A. D., Shaw, S. J., Ke, P. J., Burns, B. G., 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality. Canadian technical report of fisheries and aquatic science, No 1448, 151 p.

[27]. Zakipour Rahimabadi, A., Elyasi, A., Sahari, M., Zarea, P., 2011. Effects of frying on chemical properties and fatty acids in fish finger produced by *Cyprinus carpio* minced meat and surimi. Olum va Sanaye Ghazaei Journal 29, 1-9. (In persian)

Archive of SID

www.SID.ir