

اثر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) افزوده شده به آردزنی و لعاب ناگت ماهی سارم (*Scomberoides commersonianus*) بر میزان جذب روغن و کیفیت آن طی نگهداری در فریزر (۱۸°C-)

*انسیسه جمشیدی^۱ و بهاره شعبان پور^۲

^۱دانشجوی دکتری گروه عمل آوری فرآورده های شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،

^۲استاد گروه عمل آوری فرآورده های شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۸

چکیده

در این پژوهش اثر هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) افزوده شده به آردزنی و لعاب ناگت ماهی سارم بر میزان جذب روغن و کیفیت آن طی چهار ماه نگهداری به صورت منجمد بررسی شد. تیمارها شامل شاهد (بدون HPMC در روکش)، A (حاوی ۲ درصد HPMC در آردزنی)، B (حاوی ۲ درصد HPMC در فرمولاسیون لعاب) و C (حاوی ۱ درصد HPMC در آردزنی و ۱ درصد HPMC در فرمولاسیون لعاب) بودند. آزمایش های ترکیب تقریبی متشکله ناگت های سرخ شده مقدماتی و نهایی (رطوبت، چربی، پروتئین، خاکستر و pH) در زمان صفر و آزمایش های شیمیایی (TBA و FFA)، میکروبی (شمارش کل باکتری ها، مزوفیل و سرمادوست)، رنگ سنجی و آنالیز حسی طی چهار ماه نگهداری در فریزر در فواصل زمانی هر ماه یکبار، روی ناگت های تولیدی سرخ شده مقدماتی انجام شد. در تیمارهای مختلف ناگت های سرخ شده مقدماتی و نهایی، مقدار پروتئین، pH و خاکستر بدون اختلاف معنی دار ($P > 0.05$) و میزان رطوبت و چربی میان تیمارها اختلاف معنی داری نشان دادند ($P < 0.05$)، به طوری که تیمار B با ۲ درصد HPMC در لعاب کمترین مقدار چربی و بالاترین مقدار رطوبت را نسبت به سایر تیمارها نشان داد ($P < 0.05$). طی چهار ماه نگهداری ناگت های ماهی، شاخص های رنگ روشنایی و زردی، مقدار باکتری های مزوفیل و شاخص پذیرش کلی کاهش و میزان TBA و FFA افزایش معنی داری نشان دادند ($P < 0.05$). نتایج این پژوهش نشان داد که HPMC افزوده شده در مراحل مختلف روکش بر شاخص های فساد اتری نداشت و افزودن ۲ درصد HPMC در لعاب بر کاهش جذب روغن و حفظ رطوبت در محصول نهایی مؤثرتر بود.

واژه های کلیدی: سرخ کردن عمیق، کاهش جذب روغن، ماهی سارم (*Scomberoides commersonianus*)، ناگت ماهی، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC)

مقدمه

سرخ کردن و افزایش مدت ماندگاری محصولات روکش شده اشاره نمود (Nguyen, 2009؛ Mallikarjunan, 2004). این محصولات غالباً به صورت منجمد نگهداری و به بازار عرضه می گردند. به طور کلی ماهی و محصولات تولیدی از آن طی مدت نگهداری می توانند دستخوش تغییرات نامطلوب و

فرایند لعاب دهی و سوخاری کردن عملکردهای ویژه ای را در محصولات غذایی فراهم می آورد که از جمله آنها می توان به بهبود شکل ظاهری محصولات، افزایش تردی بافت، کاهش جذب روغن حین فرایند

* مسئول مکاتبه: a.jamshidi1382@gmail.com

آردزنی و نقش آن در کیفیت محصولات غذایی مورد بررسی قرار نگرفته است.

برای تولید ناگت از ماهی سارم (*Scomberoides commersonianus*) با نام انگلیسی Talangqueen fish استفاده شد که جزء خانواده گیش ماهیان Carangidae بوده و میانگین طول آن ۹۰ سانتی متر می باشد. مصرف این ماهی بیش تر به صورت تازه، منجمد، خشک و نمکسود شده می باشد و برای وارد کردن هرچه بیش تر آن به سبد غذایی خانوار می توان از آن فراورده های سوخاری شده تهیه کرد (www.australianseafood.com).

در این پژوهش اثر HPMC افزوده شده به آردزنی، لعاب و آردزنی و لعاب به طور هم زمان بر میزان جذب روغن و کیفیت ناگت ماهی سارم سرخ شده مقدماتی طی نگهداری به صورت منجمد بررسی گردید.

مواد و روش ها

تهیه ماهی: برای تولید ناگت، ماهی های سارم ۲/۵ تا ۳ کیلویی با طول متوسط ۹۰ تا ۱۰۰ سانتی متر، به صورت تازه از بازار ماهی فروشان شهر آبادان خریداری شده و پس از انجماد در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد و بسته بندی مناسب در یخ به آزمایشگاه فراوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. ماهی ها با استفاده از آب انجمادزدایی شدند و پس از جدا کردن سر و دم، تخلیه امعاء و احشا، پوست گیری و فیله کردن، به قطعات مستطیلی ۲×۳×۵ سانتی متر و ۳±۲۷ گرمی قطعه قطعه شدند و بعد از بسته بندی در بسته های زیپ کیپ در فریزر ۲۰- درجه سانتی گراد منجمد گردیدند.

مواد مورد استفاده برای روکش: برای آردزنی از مقادیر متفاوت آرد گندم در ترکیب با HPMC

تخریب گردند. این تغییرات که زمان ماندگاری محصولات را کاهش می دهند (Tokur, ۲۰۰۶)، در نتیجه دنا توره شدن پروتئین ها، اکسیداسیون چربی، فعالیت آنزیم های درونی و فعالیت متابولیکی میکروارگانیزم ها رخ می دهند (Benjakul و همکاران، ۱۹۹۸).

به منظور به تاخیر انداختن فرایند فساد در محصولات آماده مصرف، روش های محافظتی مختلفی به کار می رود. روکش های خوراکی حاصل از مواد پلی ساکاریدی، پروتئینی و چربی توانایی افزایش مدت ماندگاری محصولات غذایی را داشته و به عنوان سدی مقابل مواد محلول و گازی عمل می کنند (Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰). سلولز و مشتقات آن از جمله متیل سلولز^۱ (MC) و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز^۲ (HPMC) که در اثر حرارت ساختار ژل مانند تشکیل می دهند، می توانند به عنوان فیلم های خوراکی در ترکیب آردزنی و لعاب محصولات لعاب دهی و سوخاری شده استفاده شوند (Albert و همکاران، ۲۰۰۹). علاوه بر آن، مکانیسم هایی که قادر به ایجاد فیلم های ممانعت کننده از جذب روغن برای حفظ ظرفیت نگهداری آب می باشند، ممکن است مقدار جذب روغن را کاهش دهند. بنابراین صمغ ها، پروتئین ها و نشاسته های اصلاح شده از جمله سلولز و مشتقات آن به عنوان ترکیبات کاهش دهنده جذب روغن در تولید مواد غذایی کم روغن به کار می روند. HPMC هیدروکلئیدی است که در اثر حرارت ژل تشکیل داده و این ویژگی کاربرد آن را در محصولات سرخ شده به عنوان ایجاد سد مقابل نفوذ روغن و کاهش رطوبت مناسب می سازد (Chen و همکاران، ۲۰۰۸). در برخی مطالعات از این ترکیب استفاده شده است، در حالی که کاربرد هم زمان آن در لعاب و

1- Methylcellulose

2- Hydroxypropyl methylcellulose

استفاده شد و فرمول لعاب طبق فرمولاسیون Chen و همکاران (۲۰۰۸) تهیه گردید (جدول ۱). برای روکش نهایی از آرد سوخاری نارنجی رنگ و با اندازه ذرات متوسط (شرکت آمون-ایران) استفاده شد.

جدول ۱- ترکیبات مورد استفاده در آردزنی و ترکیبات تشکیل دهنده لعاب مورد استفاده ناگت ماهی سارم.

تیمار C	تیمار B**	تیمار A*	تیمار شاهد	ترکیبات (درصد)	
۹۹ درصد	۱۰۰ درصد	۹۸ درصد	۱۰۰ درصد	آرد گندم	ترکیبات آردزنی
یک درصد	صفر	دو درصد	صفر	درصد HPMC	
۵۴ درصد	۵۳ درصد	۵۵ درصد	۵۵ درصد	آرد گندم	ترکیبات تشکیل دهنده لعاب
۳۰ درصد	۳۰ درصد	۳۰ درصد	۳۰ درصد	نشاسته	
۱۰ درصد	۱۰ درصد	۱۰ درصد	۱۰ درصد	آرد گلوتمن	
۲ درصد	۲ درصد	۲ درصد	۲ درصد	بیکنینگ پودر	
۱ درصد	۲ درصد	-	-	HPMC	
۳ درصد	۳ درصد	۳ درصد	۳ درصد	نمک	

* در تیمار A، HPMC فقط در آردزنی مورد استفاده قرار گرفت، بنابراین میزان آن در لعاب صفر در نظر گرفته شد.

** در تیمار B، HPMC فقط در لعاب مورد استفاده قرار گرفت، بنابراین میزان آن در آردزنی صفر در نظر گرفته شد.

چربی، پروتئین و خاکستر) در زمان صفر و آزمایش‌های شیمیایی (تیوباریتوریک اسید و اسیدهای چرب آزاد)، میکروبی (شمارش کل باکتری‌ها، مزوفیل و سرمادوست)، مقدار بازده محصول، pH، رنگ‌سنجی و آنالیز حسی طی چهار ماه نگهداری بر ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی انجام شدند. برای انجام آزمایش‌ها مقدار بازده محصول و آنالیز حسی، ناگت‌های ماهی پس از انجمادزایی، در سرخ‌کن به مدت ۳ دقیقه تحت دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به روش سرخ‌کردن عمیق سرخ شدند.

اندازه‌گیری ترکیب تقریبی متشکله: مقادیر رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر براساس روش AOAC (۱۹۹۰) محاسبه شدند.

اندازه‌گیری pH: مقدار pH نمونه‌ها به کمک دستگاه pH متر (Metrohm Lat Stirrer pH 728)، اندازه‌گیری شد (Suvanich و همکاران، ۲۰۰۰).

اندازه‌گیری تیوباریتوریک اسید (TBA): براساس روش Kilinc و همکاران (۲۰۰۷) ۱۰ گرم از نمونه

تولید ناگت ماهی: برای هر تیمار در سه تکرار جداگانه، لعاب تهیه شد و طی آن مواد خشک هر لعاب با آب ۱۰ درجه سانتی‌گراد به نسبت یک مواد خشک و یک و نیم آب، به خوبی مخلوط گردید (Chen و همکاران، ۲۰۰۸). قطعات تکه شده ماهی سارم پس از انجمادزایی در دمای اتاق آردزنی شده، در لعاب غوطه‌ور گردیده و پس از چکیدن لعاب اضافی پس از یک دقیقه، توسط آرد سوخاری پوشانده شدند. ناگت‌های تولیدی، در سرخ‌کن (Moulinex Toucan ADR2) به مدت ۳۰ ثانیه تحت دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد به صورت مقدماتی به روش سرخ‌کردن عمیق در روغن آفتابگردان (شرکت غنچه-ایران) سرخ‌شده و پس از خنک‌شدن در دمای محیط و بسته‌بندی، در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید.

برای انجام آنالیزها در هر دوره، ناگت‌ها پس از خروج از فریزر، در دمای محیط انجمادزایی شده و آزمایش‌های تعیین ترکیب تقریبی متشکله (رطوبت،

آنالیز آماری: برای انجام این پژوهش از طرح آماری اسپیلت پلاتدر زمان به عنوان فاکتور اصلی در پنج سطح (زمان صفر تا ماه چهارم) و تیمارها به عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح (تیمارهای شاهد، A، B و C) استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال $\alpha=0/05$ استفاده شد. برای آنالیز داده‌های حسی از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال والیس (برای مقایسه چند گروه) و من ویتنی (برای مقایسه دو گروه با یکدیگر) استفاده گردید. نمودارهای مربوطه در نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج

گوشت خام ماهی سالم دارای $19/84 \pm 0/34$ پروتئین، $75/92 \pm 0/32$ رطوبت، $2/03 \pm 0/77$ چربی و $5/23 \pm 0/39$ خاکستر بود. فرایند تولید ناگت بر مقدار پروتئین، خاکستر، رطوبت و چربی تأثیر معنی‌داری داشت ($P < 0/05$). مقادیر بیش‌تر پروتئین و چربی در ناگت و مقادیر بالاتر رطوبت و خاکستر در گوشت خام مشاهده شد. در جدول ۲ ترکیب تقریبی متشکله و مقدار pH ناگت سرخ‌شده مقدماتی و سرخ‌شده نهایی ماهی سالم نشان داده شده است. نتایج مطالعه میزان pH ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی، میان تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0/05$). در حالی‌که طی زمان نگهداری، مقدار pH دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0/05$) (جدول ۲). طی زمان نگهداری، مقدار pH دارای روندی افزایشی بود.

هموژن شده همراه با $97/5$ میلی‌لیتر آب مقطر، $2/5$ میلی‌لیتر HCl ۴ مولار، سه قطره ضدکف و چند عدد سنگ‌جوش در بالن حرارت‌دهی شد تا مقدار 50 میلی‌لیتر عصاره طی مدت 10 دقیقه از زمان جوش جمع‌آوری گردد. 5 میلی‌لیتر از عصاره همراه با 4 میلی‌لیتر معرف TBA به مدت 30 دقیقه در حمام آب جوش حرارت‌دهی شد و پس از خنک شدن در مدت 10 دقیقه در آب سرد، توسط اسپکتوفتومتر مقدار جذب آن در طول موج 538 نانومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری اسیدهای چرب آزاد (FFA): مقادیر اسیدهای چرب آزاد نمونه‌ها براساس روش Igan و همکاران (۱۹۹۷) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری بار میکروبی: 10 گرم نمونه ناگت ماهی با 90 میلی‌لیتر آب پیتونه $0/1$ درصد هموژن شد و سریال‌های رقت با استفاده از آب پیتونه تهیه گردید. با استفاده از محیط کشت Plate Count Agar طبق روش Pour plate نمونه‌ها کشت داده شد و انکوباتور شدند (Arashisar و همکاران، ۲۰۰۴). شمارش باکتری‌ها بر حسب $\log \text{cfu/g}$ بیان شد.

رنگ‌سنجی: رنگ ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سالم توسط دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-system, England 500) مورد آنالیز قرار گرفتند (Fagan و همکاران، ۲۰۰۳).

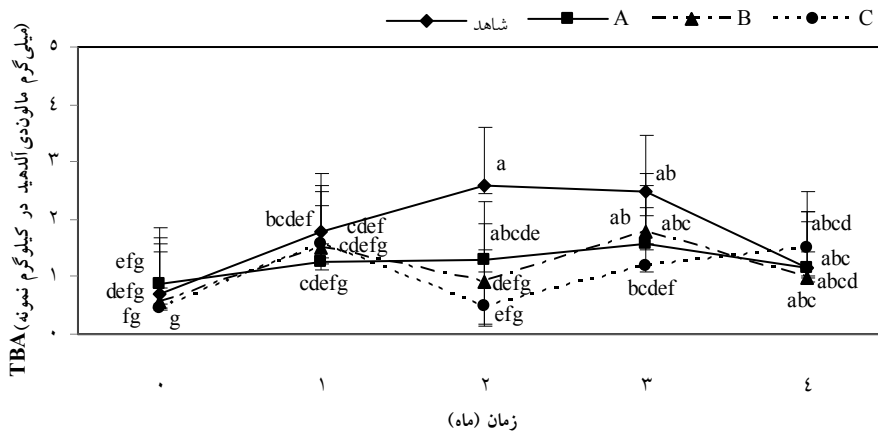
آنالیز حسی: طبق روش Das و همکاران (۲۰۰۸) نمونه‌ها به مدت 3 دقیقه در سرخ‌کن تحت دمای 180 درجه سانتی‌گراد در روغن آفتابگردان سرخ شدند و توسط 10 نفر مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابان به شاخص‌های حسی براساس جدول‌های، از 1 تا 8 امتیاز دادند (بسیار بد: ۱، بسیار عالی: ۸).

جدول ۲- ترکیب تقریبی متشکله و pH ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی و نهایی ماهی سالم.

تیما	پروتئین	خاکستر	رطوبت	چربی	pH
شاهد	۴۶/۸۴±۱/۰۷ ^a	۱/۸۴±۰/۳۰ ^a	۵۴/۳۲±۱/۴۳ ^c	۷/۱۲±۰/۴۶ ^{cd}	۶/۷۳±۰/۱۰ ^a
ناگت سرخ‌شده					
A	۴۴/۳۰±۱/۲۳ ^{ab}	۲/۰۵±۰/۳۵ ^a	۵۶/۶۱±۰/۳۷ ^{ab}	۴/۸۵±۰/۳۲ ^c	۶/۸۰±۰/۱۲ ^a
B	۴۳/۴۷±۲/۱۲ ^{ab}	۲/۰۵±۰/۲۹ ^a	۶۰/۱۵±۰/۸۶ ^a	۳/۵۲±۰/۳۲ ^f	۶/۷۴±۰/۰۱ ^a
C	۴۰/۴۱±۲/۱۶ ^{ab}	۱/۷۹±۰/۱۵ ^a	۵۸/۱۳±۰/۳۲ ^{ab}	۴/۶۲±۰/۳۵ ^{ef}	۶/۸۰±۰/۰۱ ^a
شاهد	۴۰/۱۶±۱/۵۱ ^{ab}	۱/۴۷±۰/۱۳ ^a	۴۷/۹۸±۱/۰۱ ^f	۹/۱۳±۰/۵۹ ^a	۶/۷۷±۰/۱۰ ^a
ناگت سرخ‌شده					
A	۳۸/۲۲±۲/۳۳ ^b	۱/۸۲±۰/۱۰ ^a	۵۳/۳۱±۱/۴۹ ^c	۷/۱۵±۰/۳۷ ^b	۶/۷۳±۰/۰۱ ^a
B	۳۹/۶۰±۳/۳۱ ^{ab}	۱/۸۷±۰/۱۵ ^a	۵۵/۲۲±۰/۶۸ ^d	۵/۴۷±۰/۲۶ ^d	۶/۸۳±۰/۱۷ ^a
C	۴۱/۰۴±۲/۲۵ ^{ab}	۱/۵۹±۰/۱۲ ^a	۵۲/۴۱±۰/۶۴ ^e	۶/۹۴±۰/۴۴ ^{bc}	۶/۸۰±۰/۱۲ ^a

شاهد بدون HPMC، تیمار A حاوی ۲ درصد HPMC در آردزنی، تیمار B حاوی ۲ درصد HPMC در لعاب، تیمار C حاوی ۱ درصد HPMC در آردزنی و ۱ درصد HPMC در لعاب. داده‌ها به صورت میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها می‌باشد.

مقدار تیوباریتوریک اسید میان تیمارهای مختلف،
تأثیر معنی‌داری نشان نداد ($P > 0/05$) (شکل ۱).
حالی که طی زمان نگهداری، افزایش معنی‌داری به
نمایش گذاشت ($P < 0/05$).

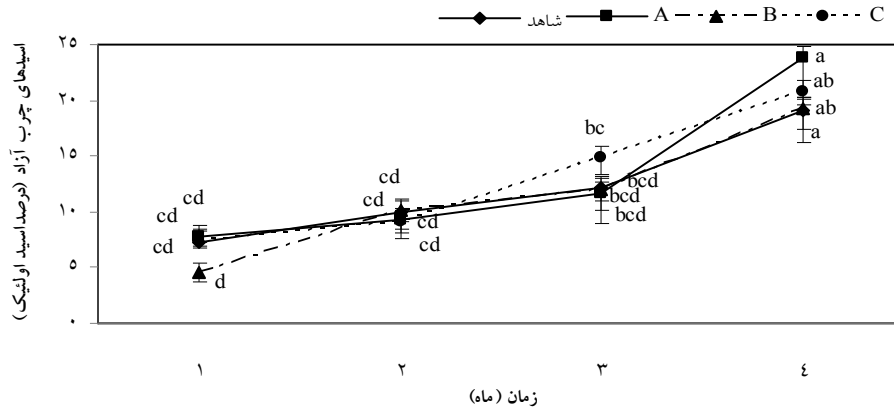


شکل ۱- تغییرات میزان تیوباریتوریک اسید در ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سالم طی چهار ماه نگهداری در فریزر.

شاهد بدون HPMC، تیمار A حاوی ۲ درصد HPMC در آردزنی، تیمار B حاوی ۲ درصد HPMC در لعاب، تیمار C حاوی ۱ درصد HPMC در آردزنی و ۱ درصد HPMC در لعاب. داده‌ها به صورت میانگین ۳ تکرار با \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در شکل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میزان تیوباریتوریک اسید در تیمارها و نیز در طی زمان می‌باشد.

سرخ‌شده مقدماتی تفاوت معنی‌داری میان تیمارها و
زمان نگهداری نشان داد ($P < 0/05$) (شکل ۲).
تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد طی زمان روند
افزایشی را به نمایش گذاشت.

انجام آزمایش‌های شیمیایی مربوط به تعیین میزان
اسیدهای چرب آزاد، در زمان صفر نگهداری
ناگت‌های ماهی سالم انجام نشد. سنجش میزان
اسیدهای چرب آزاد در تیمارهای مختلف ناگت‌های



شکل ۲- تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد در ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سالم طی چهار ماه نگهداری در فریزر.

شاهد بدون HPMC، تیمار A حاوی ۲ درصد HPMC در آردزنی، تیمار B حاوی ۲ درصد HPMC در لعاب، تیمار C حاوی ۱ درصد HPMC در آردزنی و ۱ درصد HPMC در لعاب. داده‌ها به صورت میانگین \pm تکرار با \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در شکل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میزان اسیدهای چرب آزاد در تیمارها و نیز در طی زمان می‌باشد.

تعداد باکتری‌های مزوفیل میان تیمارهای مختلف و طی دوره نگهداری ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P < 0/05$) و با گذشت زمان، تعداد باکتری‌های مزوفیل دچار کاهش شد.

در همه تیمارها طی زمان‌های مختلف نگهداری باکتری‌های سرمادوست مشاهده نشدند. شمارش تعداد کل باکتری‌های ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سالم در میان تیمارها و طی زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری داشتند ($P < 0/05$) (جدول ۳). طبق شکل

جدول ۳- شمارش باکتریایی کل و مزوفیل در ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سالم.

زمان نگهداری (ماه)					تیمار	شمارش باکتریایی
ماه چهارم	ماه سوم	ماه دوم	ماه اول	صفر		
۲/۹۲±۰/۰۳ ^f	۲/۹۱±۰/۰۲ ^f	۲/۹۱±۰/۰۴ ^f	۳/۰۱±۰/۰۸ ^{ef}	۳/۵۶±۰/۰۴ ^a	شاهد	باکتری کل
۳/۲۲±۰/۰۲ ^{cde}	۳/۳۷±۰/۰۱ ^{abcd}	۳/۴۵±۰/۰۶ ^{abc}	۳/۳۱±۰/۱۱ ^{abcd}	۳/۳۹±۰/۰۱ ^{abcd}	A	
۳/۱۹±۰/۰۲ ^{cde}	۳/۱۶±۰/۱۸ ^{def}	۳/۲۴±۰/۱۹ ^{bcde}	۳/۲۱±۰/۰۱ ^{cde}	۳/۵۱±۰/۱۴ ^{ab}	B	
۳/۱۷±۰/۰۲ ^{def}	۳/۱۳±۰/۰۲ ^{def}	۳/۲۵±۰/۰۳ ^{bcde}	۳/۲۲±۰/۰۲ ^{bcde}	۳/۳±۰/۰۲ ^{abcd}	C	
۲/۹۲±۰/۰۱ ^{hij}	۲/۹۷±۰/۰۱ ^{fghi}	۲/۸۷±۰/۰۱ ^j	۳/۱۸±۰/۰۹ ^{defghi}	۳/۷۵±۰/۰۴ ^a	شاهد	باکتری مزوفیل
۳/۰۷±۰/۰۲ ^{cdefgh}	۳/۱۸±۰/۱۳ ^{cdefghi}	۳/۵۱±۰/۰۶ ^{abc}	۳/۴۳±۰/۰۸ ^{bcd}	۳/۵۳±۰/۰۲ ^{ab}	A	
۲/۹±۰/۱۳ ^{ij}	۲/۸۶±۰/۰۳ ^j	۲/۹۳±۰/۱ ^{ghij}	۳/۲۲±۰/۰۵ ^{defghij}	۳/۴۲±۰/۱۸ ^{bcd}	B	
۳/۲۱±۰/۰۲ ^{cdefgh}	۳/۱۵±۰/۰۳ ^{defghij}	۳/۳۱±۰/۰۱ ^{bcde}	۳/۲۵±۰/۰۲ ^{bcdefg}	۳/۲۴±۰/۰۲ ^{bcdefg}	C	

شاهد بدون HPMC، تیمار A حاوی ۲ درصد HPMC در آردزنی، تیمار B حاوی ۲ درصد HPMC در لعاب، تیمار C حاوی ۱ درصد HPMC در آردزنی و ۱ درصد HPMC در لعاب. داده‌ها به صورت میانگین \pm تکرار با \pm انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در شکل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شمارش باکتری‌های کل و مزوفیل در تیمارها و نیز در طی زمان می‌باشد.

داد. طی مدت نگهداری شاخص‌های روشنایی و زردی در همه تیمارها روند کاهشی معنی‌داری نشان دادند ($P < 0/05$)، در حالی‌که شاخص قرمزی تغییرات معنی‌داری به نمایش نگذاشت ($P > 0/05$).

بررسی معنی‌داری خصوصیات رنگی ناگت‌های سرخ شده مقدماتی میان تیمارها نتایج متفاوتی را در شاخص روشنایی، قرمزی و زردی نشان داد (جدول ۴). با توجه به نتایج حاصله تیمار C مقدار روشنایی کم‌تر و قرمزی بالاتری نسبت به سایر تیمارها نشان

جدول ۴- نتایج رنگ‌سنجی در تیمارهای مختلف ناگت‌های ماهی سارم.

شاخص رنگ‌سنجی	تیمار	زمان نگهداری (ماه)			
		ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم
روشنایی	شاهد	۶۷/۶۶±۰/۸۷ ^a	۵۵/۶۴±۰/۷۷ ^{def}	۴۹/۵۸±۰/۴ ^{gh}	۵۷/۳۸±۰/۵۷ ^{cde}
	A	۶۲/۶۸±۱/۵۱ ^{abc}	۵۴/۳۷±۰/۲۲ ^{defg}	۵۱/۰۴±۰/۳۱ ^{fgh}	۵۸/۸۲±۰/۴۶ ^{def}
	B	۶۶/۰۱±۰/۷۳ ^{ab}	۵۳/۹۲±۰/۴۲ ^{efg}	۵۱/۴۵±۰/۷۲ ^{fgh}	۵۹/۱±۱/۱۹ ^{cde}
	C	۵۷/۴۸±۱/۱۷ ^{cde}	۵۴/۷۷±۰/۹۴ ^{defg}	۴۹/۴۹±۰/۳۲ ^h	۵۹/۰۳±۱/۰۲ ^{cde}
قرمزی	شاهد	۱۲/۵۳±۰/۲۲ ^{ab}	۱۲/۰۹±۰/۲۴ ^b	۱۴/۲۳±۰/۳۳ ^a	۱۳/۰۱±۰/۲۷ ^{ab}
	A	۱۳/۰۳±۰/۲۳ ^{ab}	۱۲/۱۷±۰/۲۲ ^{ab}	۱۲/۲۷±۰/۳۴ ^{ab}	۱۲/۶۶±۰/۲۸ ^{ab}
	B	۱۱/۷۳±۰/۳۸ ^b	۱۱/۳±۰/۳ ^b	۱۱/۷۳±۰/۵۱ ^b	۱۱/۷۴±۰/۲۶ ^b
	C	۱۱/۴۱±۰/۶۹ ^b	۱۰/۹۲±۰/۶ ^b	۱۱/۸۱±۰/۴۳ ^b	۱۲/۰۲±۰/۱۲ ^b
زردی	شاهد	۲۰/۰۴±۰/۱۹ ^f	۲۲/۸۸±۰/۶۲ ^{abcdef}	۲۵/۰۴±۰/۵۴ ^{ab}	۲۵/۲۲±۰/۵۹ ^a
	A	۲۲/۷۲±۰/۴۳ ^{abcde}	۲۳/۵۸±۰/۳۱ ^{abcde}	۲۳/۲۲±۰/۴۵ ^{abcde}	۲۴/۸۸±۰/۴۹ ^{abc}
	B	۲۰/۷۸±۰/۵۲ ^{ef}	۲۳/۶۶±۰/۳۴ ^{abcde}	۲۱/۶۸±۰/۳۸ ^{cdef}	۲۱/۶۴±۰/۷۲ ^{def}
	C	۲۱/۲۸±۰/۲۷ ^{def}	۲۲/۴۶±۰/۵۲ ^{abcdef}	۲۲/۶۱±۰/۲۸ ^{abcdef}	۲۴/۴۴±۰/۷۴ ^{abcd}

شاهد بدون HPMC، تیمار A حاوی ۲ درصد HPMC در آردزنی، تیمار B حاوی ۲ درصد HPMC در لعاب، تیمار C حاوی ۱ درصد HPMC در آردزنی و ۱ درصد HPMC در لعاب. داده‌ها به صورت میانگین ۹ تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های رنگ‌سنجی در تیمارها می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش از فیله تکه‌شده ماهی سارم به‌عنوان ماده غذایی زمینه و اصلی استفاده شد. پس از جدا نمودن قسمت‌های تیره گوشت، میزان بازدهی فیله این ماهی ۴۹/۰۸ درصد محاسبه شد. گوشت ماهی سارم نسبت به ناگت‌های تولید شده مقدار پروتئین و چربی کم‌تر و رطوبت و خاکستر بیش‌تری دارا بود. از نظر مقدار pH تفاوتی میان گوشت و ناگت‌های تولید شده مشاهده نشد. افزایش مقدار

بررسی نتایج ارزیابی حسی طی چهار ماه نگهداری ناگت‌های ماهی سارم و سرخ‌کردن نهایی آن‌ها، در خصوصیات کیفی رنگ، بافت و طعم ناگت‌ها میان تیمارها و نیز در طول دوره نگهداری در فریزر، اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0/05$) و تنها فاکتور پذیرش کلی در طی زمان اختلاف معنی‌دار نشان داده و دارای روند کاهشی بود ($P < 0/05$). (داده‌ها نمایش داده نشدند).

پروتئین در ناگت‌های تولیدی به دلیل افزودن مقادیری از پروتئین‌های گیاهی و نشاسته در فرمولاسیون لعاب بود. به دلایل فرایند تولید و مراحل مختلف سرخ کردن مقدماتی و نهایی، گوشت ماهی سارم نسبت به ناگت‌های تولیدی، مقدار رطوبت بیش‌تر و چربی کم‌تری را نشان داد (جدول ۲).

روکش معمول غذایی می‌تواند از ۰/۲۵ تا ۱/۵ درصد وزنی HPMC، ۶۰ تا ۸۰ درصد وزنی آب و تقریباً ۲۰ تا ۴۰ درصد وزنی ترکیبات دیگر در مخلوط لعاب تشکیل شود (Myers و Conklin، ۱۹۹۰). در تیمارهای مختلف ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی و نهایی، مقدار پروتئین، pH و خاکستر یکسان بودند اما رطوبت و چربی میان تیمارها متفاوت بود. تیمار B با ۲ درصد HPMC در لعاب، بالاترین مقدار رطوبت و کم‌ترین مقدار چربی را نشان داد. تیمارهای A و C نیز نسبت به شاهد مقدار رطوبت بالاتر و چربی کم‌تری دارا بودند. پژوهش‌ها نشان داد که مقادیر کمی از هیدروکلئیدها (معمولاً ۱ درصد وزن خشک فرمول لعاب) می‌تواند جذب روغن را کاهش دهد که به دلیل توانایی تشکیل ژل هیدروکلئیدها به همراه ویژگی آبدوستی طبیعی آنها است که آنها را قادر می‌سازد تا روغن کم‌تری را طی مراحل سرخ کردن جذب کرده و رطوبت بیش‌تری را در محصول حفظ نمایند (Fizman و Salvador، ۲۰۰۳؛ Venugopal، ۲۰۰۸).

ژلاتینه شدن HPMC در اثر حرارت ناشی از فرایند پخت، در لعاب تیمار B نقش مؤثرتری نسبت به عملکرد آن در آردزنی و لعاب تیمار C و آردزنی تیمار A دارا بود. احتمالاً در تیمار B، غلظت ۲ درصدی HPMC درون لعاب به خاطر جذب آب افزوده شده به لعاب لایه ژلاتینه و فیلم مستحکم‌تر و قوی‌تری را تشکیل داده که موجب گردید تا کم‌ترین مقدار جذب چربی را به نمایش گذارد، در حالی که

HPMC درون آردزنی در نتیجه قرار گرفتن در کنار گوشت ماهی، به جز رطوبت گوشت ماهی آب دیگری در دسترس نداشته و نتوانسته به خوبی ژلاتینه شده و نقش حفاظتی و ممانعتی خود را ایفا نماید. نتایج مربوط به این قسمت با نتایج Chen و همکاران (۲۰۰۸) و Albert و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی داشت. همچنین در تیمار C در اثر دمای ناشی از سرخ کردن، فیلم‌های HPMC در لایه‌های آردزنی و لعاب تشکیل شده و مانع جذب روغن شدند، اما به علت کم بودن درصد HPMC افزوده شده به لعاب (۱ درصد) نسبت به تیمار B که HPMC تنها در لعاب (۲ درصد) افزوده شده بود عملکرد ضعیف‌تری در حفظ رطوبت و کاهش جذب چربی نشان دادند. مطالعات قبلی نشان داد که رابطه مثبتی میان کاهش رطوبت و جذب روغن طی فرایند سرخ کردن وجود دارد. ماده غذایی با رطوبت بالا مقدار جذب روغن کم‌تری را نشان می‌دهد (Mellema، ۲۰۰۳؛ Dana و Saguy، ۲۰۰۶). طبق پژوهش Chen و همکاران (۲۰۰۸) کاهش رطوبت و جذب روغن به طور عمده در روکش رخ می‌دهد. در مقایسه با لعاب و آرد سوخاری، آردزنی نقش کمی در ساخت روکش ایفا می‌کند و در نتیجه تحت دما و حرارت‌دهی، در تیمار A ژل تشکیل شده توسط HPMC که در آردزنی افزوده شده بود، در منطقه‌ای دور از مرکز و سطح روکش شکل گرفت و از آنجا که قسمت اعظم جذب روغن در روکش رخ می‌دهد، در نتیجه در کاهش جذب روغن یا افزایش حفظ رطوبت نقش مؤثری نداشت. نتایج مربوط به تیمار A با نتایج Nguyen (۲۰۰۹) که گزارش کرده بود متیل سلولز افزوده شده در آردزنی در ناگت مرغ بر جذب روغن اثر معنی‌دار ندارد، همخوانی داشت.

در این پژوهش مقدار pH میان تیمارهای مختلف اختلافی نشان نداد. به‌طور کلی تغییرات مقدار pH در

HPMC در کاهش و به تاخیر انداختن هیدرولیز چربی اثری ندارد. در مطالعه Rezaei و همکاران (۲۰۰۸) در طی مدت ۲۰ روز نگهداری قزل‌آلای رنگین‌کمان، نیز میزان اسیدهای چرب آزاد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

یکی از اثرات انجماد در حفظ کیفیت محصول، توقف رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها است. در این پژوهش، باکتری‌های سرمادوست در ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی مشاهده نشدند. نتایج به‌دست آمده از شمارش تعداد کل باکتری‌ها و باکتری‌های مزوفیل نیز متفاوت بود. تعداد کل باکتری‌ها در در تیمارهای شاهد و B طی زمان کاهش یافت در حالی‌که در تیمارهای A و C بدون تغییر ماند. تعداد باکتری‌های مزوفیل نیز طی زمان روند کاهشی به نمایش گذاشت. انجماد به‌طور طبیعی قادر است ۹۰-۵۰ درصد از باکتری‌های ماهی را نابود سازد. در طول نگهداری ماهی در سردخانه زیر صفر نیز، معمولاً تعدادی از باکتری‌ها به کندی می‌میرند که آهنگ این کاهش به دمای نگهداری و گونه باکتری بستگی خواهد داشت (رضوی‌شیرازی جلد ۱، ۱۳۸۵). همان‌طور‌که در جدول ۳ مشاهده شد بار کل باکتریایی و باکتری‌های مزوفیل در ابتدای دوره کم‌تر از $4 \log \text{ cfu/g}$ بود که این تعداد کلونی ($4 \log \text{ cfu/g}$) نشان‌دهنده کیفیت خوب فیله‌های مورد استفاده بود (Ibrahim Sallam, ۲۰۰۷). در پژوهش Elyaaşi و همکاران (۲۰۱۰) در فینگرهای ماهی سرخ‌شده حاصل از مینس و سوریمی، میزان کلی باکتری‌ها و کلی‌فرم‌ها در اثر سرخ‌کردن کاهش معنی‌داری نشان داد و حرارت ناشی از فرآیند سرخ‌کردن سبب از بین رفتن و مرگ میکروارگانیسم‌های موجود در فینگرهای ماهی حاصله شد. در حالی‌که در این مطالعه دمای سرخ‌کردن مقدماتی بر میزان کلی باکتری‌ها اثری نداشت.

نتیجه افزایش تولید بازهای فرار مانند آمونیاک، تری‌متیل‌آمین و ترکیبات دیگر در نتیجه فعالیت‌های آنزیمی باکتری‌ها و آنزیم‌های درونی می‌باشد (Fan و همکاران، ۲۰۰۹). پژوهش‌های Nguyen (۲۰۰۹) نشان نیز داد که MC افزوده‌شده به آردزنی در ناگت مرغ، طی ۶ ماه نگهداری اثری بر pH نداشت که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت.

فرایند روکش‌دار کردن و HPMC افزوده‌شده به مناطق مختلف روکش بر مقدار تیوباربتوریک اسید ناگت‌ها تأثیری مثبتی به جا گذاشتند، اما به‌طورکلی در طی زمان مقدار تیوباربتوریک اسید افزایش معنی‌دار در همه تیمارها نشان داد و مقدار افزایش آن در تیمار شاهد شدیدتر از سایر تیمارها بود، اما در پایان دوره نگهداری اختلاف معنی‌داری میان همه تیمارها مشاهده نشد. افزایش میزان TBA تیمارها در طول دوره را می‌توان به‌خاطر اکسیداسیون لیپید و تولید متابولیت‌های فرار در حضور اکسیژن دانست (Chidanadaiah و همکاران، ۲۰۰۷). Tokur و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی کیفیت حسی و شیمیایی فینگر ماهی تولید شده از کپور آینه‌ای مشاهده نمودند که میزان TBA طی دوره نگهداری در هر دو تیمار مینس و مینس شسته شده دچار افزایش شد. طبق نتایج به‌دست آمده در پژوهش Nguyen (۲۰۰۹) کاربرد MC در روکش ناگت مرغ در زمان‌های صفر تا سومین ماه نگهداری بر مقدار تیوباربتوریک اسید اثری نداشت اما در ماه ششم نگهداری باعث افزایش مقدار تیوباربتوریک اسید گردید و افزودن MC اثر مثبتی بر مقدار تیوباربتوریک اسید نشان نداد.

مطالعات اسیدهای چرب آزاد طی چهار ماه نگهداری در فریزر در همه تیمارهای ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی روند افزایشی در مقدار اسید چرب آزاد به نمایش گذاشت، اما میان تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و ثابت نمود که افزودن

نشانه گذشت زمان و فعالیت باکتری‌های هوازی اختیاری است (رضوی شیرازی جلد ۱، ۱۳۸۵). در طی چهار ماه نگهداری ناگت‌های ماهی در فریزر، تیمار شاهد و B افت کیفیت از نظر بو و روندی کاهش را در پذیرش کلی نشان دادند. نتایج حاصل از ارزیابی حسی ناگت‌های ماهی با نتایج حاصل از پژوهش Elyasi و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت می‌کند. نتایج پژوهش‌های Elyasi و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد، که میان شاخص‌های ارزیابی حسی، بو، طعم و بافت در فینگرهای ماهی تولید شده از مینس و سوریمی اختلافی وجود ندارد و فقط در شاخص‌های رنگ و پذیرش کلی این اختلاف معنی‌دار بود. مطالعات Tokur و همکاران (۲۰۰۶) بر ارزیابی حسی فینگرهای ماهی حاصل از مینس و سوریمی ماهی کپور آئینه‌ای، عدم وجود اختلاف معنی‌دار را در شاخص‌های رنگ، بو، طعم و پذیرش کلی میان فینگرهای ماهی حاصله گزارش کرد که با نتایج این پژوهش مغایرت داشت.

به‌طور کلی، طبق نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد HPMC در مراحل مختلف روکش‌دار کردن محصولات لعاب‌دهی و سوخاری‌شده در کاهش جذب روغن مؤثر می‌باشد. بالاترین میزان کاهش روغن در ناگت‌هایی مشاهده شد که حاوی ۲ درصد HPMC در لعاب بودند. ناگت‌های دارای ۲ درصد HPMC در آردزنی و ناگت‌های حاوی ۱ درصد HPMC در آردزنی و ۱ درصد HPMC در لعاب از نظر کاهش جذب روغن یکسان بوده و مقدار روغن کم‌تری را نسبت به شاهد جذب کردند. استفاده از HPMC بر حفظ رطوبت محصول نیز تأثیر مثبتی داشت. یافته‌ها نشان داد که طی نگهداری چهار ماه ناگت‌های ماهی تولیدی در فریزر و سپس سرخ کردن نهایی آن‌ها، HPMC افزوده شده بر مدت ماندگاری و شاخص‌های فساد چربی ناگت‌های ماهی تأثیر معنی‌داری نشان نداد.

یکی از مهم‌ترین پارامترهایی که بر میزان بازارپسندی محصولات روکش‌دار مؤثر است، رنگ نهایی این محصولات می‌باشد. تیمار C مقدار روشنایی کم‌تر و قرمزی بالاتری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. طی چهار ماه نگهداری مقدار روشنایی و زردی در ناگت‌های ماهی سارم کاهش یافتند، در حالی که میزان قرمزی تغییری نشان نداد. فرایند سرخ کردن باعث کاهش مقدار روشنایی و زردی و افزایش مقدار قرمزی ناگت‌های ماهی شد. افزایش قرمزی به دلیل قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی و فرایند کاراملاسیون در روکش طی عمل سرخ کردن عمیق بود. لعاب حاوی HPMC روکش با رنگ روشن‌تری را به وجود می‌آورد (Albert و همکاران، ۲۰۰۹)، زیرا در روکش حاوی HPMC ظرفیت نگهداری آب بالاتر بوده و در نتیجه واکنش میلارد کم‌تری را طی سرخ کردن باعث می‌شود (Akdeniz و همکاران، ۲۰۰۶). طی فرایند سرخ کردن محصولات لعاب‌دهی و سوخاری‌شده واکنش‌های شیمیایی مختلفی مانند غیرطبیعی شدن پروتئین‌ها، ژلاتینه شدن نشاسته و واکنش قهوه‌ای شدن لعاب و پوشش آرد سوخاری رخ می‌دهد که همه این واکنش‌ها، باعث ایجاد تغییرات پیچیده در رنگ می‌گردند (Das و همکاران، ۲۰۱۱). رنگ ظاهری ناگت‌ها به میزان کم به مواد داخلی و سطوح میانی روکش بستگی دارد و بیش‌تر متأثر از رنگ و دانه‌بندی آرد سوخاری مورد استفاده است.

طبق ارزیابی حسی انجام گرفته مقدار شاخص‌های حسی رنگ و بافت میان تیمارها و در طی مدت زمان نگهداری یکسان بودند و اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. تیمارهای شاهد و B طی زمان نگهداری از نظر شاخص‌های طعم و پذیرش کلی دچار کاهش شدند. تغییر بو طی دوره نگهداری، ناشی از احیاء اکسیدتری‌متیل‌آمین به تری‌متیل‌آمین است که ظهور آن

منابع

- رضوی شیرازی، ح.، ۱۳۸۵. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، اصول نگهداری و عمل‌آوری (۱). انتشارات پارس نگار. ص. ۳۲۵.
- Akdeniz, N., Sahin, S., and Sumnu, G., 2006. Functionality of batters containing different gums for deep-fat frying of carrot slices. *J. Food Engin.* 75, 522-526.
- Albert, A., Perez-Munuera, I., Quiles, A., Salvador, A., Fiszman, S.M., and Hernando, I., 2009. Adhesion in fried battered nuggets: performance of different hydrocolloids as predest using three cooking procedurers. *J. Food Hydrocol.* 23, 1443-1448.
- AOAC, 1990. Official methods of analysis (14th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M., and Yanik, T., 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Inter. J. Food Microbiol.* 97, 209-214.
- Chidanandaiah, A., Keshri, R.C., and Sanyal, M.K., 2007. Effect of sodium alginate coating with preservatives on the quality of meat patties during refrigerated (4±1 °C) storage. *J. Muscle Foods.* 20, 275-92.
- Chen, C., Li, P., Hu, W., Lan, M., Chen, M., and Chen, H., 2008. Using HPMC to improve crust crispness in microwave-reheated battered mackerel nuggets: water barrier effect of HPMC. *J. Food Hydrocol.* 22, 1334-1344.
- Dana, D., and Saguy, S., 2006. Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. *J. Adv. Coll. Interface Sci.* 128-130, 267-272.
- Das, A.K., Anjaneyulu, A.S.R., Gadekar, Y.P., Singh, R.P., and Pragati, H., 2008. Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. *J. Meat Sci.* 80, 607-614.
- Das, R., Pawar, D.P., and Modi, V.K., 2011. Quality characteristics of battered and fried chicken: comparison of pressure frying and conventional frying. *J. Food Sci. Technol.* DOI 10.1007/s13197-011-0350-z.
- Elyasi, A., Zakipour Rahim Abadi, 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). *Inter. Food Res. J.* 17, 59-64.
- Fagan, J.D., Gormley, T.R., and Mhuirheartaigh, M.U., 2003. Effect of freeze-chilling, in comparison with fresh, chilling and freezing, on some quality parameters of raw whiting, mackerel and salmon portions. *J. Lebensm. -Wiss. u.- Technol.* 36, 647-655.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., and Chi, Y., 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *J. Food Chem.* 115, 66-70.
- Fiszman, S.M., and Salvador, A., 2003. Recent development in coating batters. *J. Food Sci. Technol.* 14, 399-407.
- Ibrahim Sallam, K., 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *J. Food Control.* 18, 566-575.
- Igan, J.O., King, J.A., Pearson, A.M., and Gray, I.I., 1979. Influence of heme pigments, nitric and non-heme iron on development of warmed-over flavore (WOF) in cooked meat. *J. Agric. Food.* 27, 830-842.
- Kilinc, B., Cakli, S., Dincer, T., and Cadun, A., 2007. Effects of phosphates treatment on the quality of frozen-thawed fish species. *J. Muscle Foods.* 20, 377-391.
- Mallikarjunan, P., 2004. Understanding and measuring consumer perception of crispness. pp. 82-103. In *Texture in Food*. Kilcast, D. ed. Woodhead, Cambridge, UK.
- Mellema, M., 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *J. Trends Food Sci. Technol.* 14, 364-373.
- Nguyen, B.E., 2009. Effects of methylcellulose on the quality and shelf-life of deep-fat fried and oven baked chicken nuggets. A Thesis in Food Science.

- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H., and Hosseini, S.M.H., 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *J. Food Chem.* 120, 193-198.
- Rezaei, M., Hosseini, S.F., Ershad Langrudi, H., Safari, R., and Hossein, S.V., 2008. Effect of delayed icing on quality changes of iced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Food Chem.* 106, 1161-1165.
- Suvanich, V., Jahncke, M.L., and Marshall, D.L., 2000. Changes in selected chemical quality characteristic of canned catfish frame mince during chill and frozen storage. *J. Food Sci.* 65, 24-29.
- Tokur, B., Ozkutuk, S., Atici, E., Ozyurt, G., and Ozyurt, C., 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio*) (Linnaeus, 1758), during frozen storage (-18 °C). *J. Food Chem.* 99, 335-341.
- Venugopal, V., 2006. *Seafood Processing*. CRC Press, 485p.
www.australianseafood.com.

Archive of SID