مجله شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزادشهر / ISSN: 2008-0026 سال نهم، شماره سوم، پاییز ۹٤ / صفحات: ۸۲-۷۰

اثر هیدروکسی‌پروپیل‌متیل‌سلولز (HPMC) افزوده‌شده به آردزنی و لعاب ناگت ماهی سارم (*Scomberoides commersonnianus*) بر میزان جذب روغن و کیفیت آن طی نگهداری در فریزر (۱۸ °C-)

*انیسه جمشیدی[۱] و بهاره شعبان‌پور[۲]

[۱]دانشجوی دکتری گروه عمل‌آوری فرآورده‌های شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،

[۲]استاد گروه عمل‌آوری فرآورده‌های شیلاتی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/٦/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۸

چکیده

در این پژوهش اثر هیدروکسی‌پروپیل‌متیل‌سلولز (HPMC) افزوده‌شده به آردزنی و لعاب ناگت ماهی سارم بر میزان جذب روغن و کیفیت آن طی چهار ماه نگهداری به‌صورت 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. آزمایش‌های ترکیب تقریبی متشکله ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی و نهایی (رطوبت، چربی، پروتئین، خاکستر و pH) در زمان صفر و آزمایش‌های شیمیایی (TBA و FFA)، میکروبی (شمارش کل باکتری‌ها، مزوفیل و سرمادوست)، رنگ‌سنجی و آنالیز حسی طی چهار ماه نگهداری در فریزر در فواصل زمانی هر ماه یک‌بار، روی ناگت‌های تولیدی سرخ شده مقدماتی انجام شد. در تیمارهای مختلف ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی و نهایی، مقدار پروتئین، pH و خاکستر بدون اختلاف معنی‌دار ($P>0/05$) و میزان رطوبت و چربی میان تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P<0/05$)، به‌طوری‌که 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 ناگت‌های ماهی، شاخص‌های رنگ روشنایی و زردی، مقدار باکتری‌های مزوفیل و شاخص پذیرش کلی کاهش و میزان TBA و FFA افزایش معنی‌داری نشان دادند ($P<0/05$). نتایج این پژوهش نشان داد که HPMC افزوده‌شده در مراحل مختلف روکش بر شاخص‌های فسادی اثری نداشت و افزودن ۲ درصد HPMC در لعاب بر کاهش جذب روغن و حفظ رطوبت در محصول نهایی مؤثرتر بود.

واژه‌های کلیدی: سرخ‌کردن عمیق، کاهش جذب روغن، ماهی سارم (*Scomberoides commersonniantus*)، ناگت ماهی، هیدروکسی‌پروپیل‌متیل‌سلولز (HPMC)

مقدمه

فرایند لعاب‌دهی و سوخاری‌کردن عملکردهای ویژه‌ای را در محصولات غذایی فراهم می‌آورد که از جمله آن‌ها می‌توان به بهبود شکل ظاهری محصولات، افزایش تردی بافت، کاهش جذب روغن حین فرایند سرخ‌کردن و افزایش مدت ماندگاری محصولات روکش شده اشاره نمود (Nguyen، ۲۰۰۹؛ Mallikarjunan، ۲۰۰٤). این محصولات غالباً به‌صورت منجمد نگهداری و به بازار عرضه می‌گردند. به‌طورکلی ماهی و محصولات تولیدی از آن طی مدت نگهداری می‌توانند دستخوش تغییرات نامطلوب و

* مسئول مکاتبه: a.jamshidi1382@gmail.com

تخریب گردند. این تغییرات که زمان ماندگاری محصولات را کاهش می‌دهند (Tokur، ۲۰۰۶)، در نتیجه دناتوره‌شدن پروتئین‌ها، اکسیداسیون چربی، فعالیت آنزیم‌های درونی و فعالیت متابولیکی میکروارگانیسم‌ها رخ می‌دهند (Benjakul و همکاران، ۱۹۹۸).

به‌منظور به تاخیر انداختن فرایند فساد در محصولات آماده مصرف، روش‌های محافظتی مختلفی به‌کار می‌رود. روکش‌های خوراکی حاصل از مواد پلی‌ساکاریدی، پروتئینی و چربی توانایی افزایش مدت ماندگاری محصولات غذایی را داشته و به‌عنوان سدی مقابل مواد محلول و گازی عمل می‌کنند (Ojagh و همکاران، ۲۰۱۰). سلولز و مشتقات آن از جمله متیل‌سلولز[1] (MC) و هیدروکسی‌پروپیل‌متیل‌سلولز[2] (HPMC) که در اثر حرارت ساختار ژل مانند تشکیل می‌دهند، می‌توانند به‌عنوان فیلم‌های خوراکی در ترکیب آردزنی و لعاب محصولات لعاب‌دهی و سوخاری شده استفاده شوند (Albert و همکاران، ۲۰۰۹). علاوه بر آن، مکانیسم‌هایی که قادر به ایجاد فیلم‌های ممانعت‌کننده از جذب روغن برای حفظ ظرفیت نگهداری آب می‌باشند، ممکن است مقدار جذب روغن را کاهش دهند. بنابراین صمغ‌ها، پروتئین‌ها و نشاسته‌های اصلاح‌شده از جمله سلولز و مشتقات آن به‌عنوان ترکیبات کاهش‌دهنده جذب روغن در تولید مواد غذایی کم روغن به‌کار می‌روند. HPMC هیدروکلوئیدی است که در اثر حرارت ژل تشکیل داده و این ویژگی کاربرد آن را در محصولات سرخ شده به‌عنوان ایجاد سد مقابل نفوذ روغن و کاهش رطوبت مناسب می‌سازد (Chen و همکاران، ۲۰۰۸). در برخی مطالعات از این ترکیب استفاده شده است، در حالی‌که کاربرد همزمان آن در لعاب و آردزنی و نقش آن در کیفیت محصولات غذایی مورد بررسی قرار نگرفته است.

برای تولید ناگت از ماهی سارم (*Scomberoides commersonnianus*) با نام انگلیسی Talangqueen fish استفاده شد که جزء خانواده گیش‌ماهیان Carangidae بوده و میانگین طول آن ۹۰ سانتی‌متر می‌باشد. مصرف این ماهی بیش‌تر به‌صورت تازه، منجمد، خشک و نمک‌سود شده می‌باشد و برای وارد کردن هرچه بیش‌تر آن به سبد غذایی خانوار می‌توان از آن فراورده‌های سوخاری شده تهیه کرد (www.australianseafood.com).

در این پژوهش اثر HPMC افزوده‌شده به آردزنی، لعاب و آردزنی و لعاب به‌طور همزمان بر میزان جذب روغن و کیفیت ناگت ماهی سارم سرخ شده مقدماتی طی نگهداری به‌صورت منجمد بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

تهیه ماهی: برای تولید ناگت، ماهی‌های سارم ۲/۵ تا ۳ کیلویی با طول متوسط ۹۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، به‌صورت تازه از بازار ماهی‌فروشان شهر آبادان خریداری شده و پس از انجماد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد و بسته‌بندی مناسب در یخ به آزمایشگاه فراوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. ماهی‌ها با استفاده از آب انجمادزدایی شدند و پس از جداکردن سر و دم، تخلیه امعاء و احشا، پوست‌گیری و فیله‌کردن، به قطعات مستطیلی ۲×۳×۵ سانتی‌متر و ۳±۲۷ گرمی قطعه‌قطعه شدند و بعد از بسته‌بندی در بسته‌های زیپ‌کیپ در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردیدند.

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

1- Methylcellulose
2- Hydroxypropyl methylcellulose

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 تشکیل‌دهنده لعاب مورد استفاده ناگت ماهی سارم.

	ترکیبات (درصد)	تیمار شاهد	تیمار A*	تیمار B**	تیمار C
ترکیبات آردزنی	آرد گندم	۱۰۰ درصد	۹۸ درصد	۱۰۰ درصد	۹۹ درصد
	درصد HPMC	صفر	دو درصد	صفر	یک درصد
ترکیبات تشکیل‌دهنده لعاب	آرد گندم	۵۵ درصد	۵۵ درصد	۵۳ درصد	۵٤ درصد
	نشاسته	۳۰ درصد	۳۰ درصد	۳۰ درصد	۳۰ درصد
	آرد گلوتن	۱۰ درصد	۱۰ درصد	۱۰ درصد	۱۰ درصد
	بیکینگ‌پودر	۲ درصد	۲ درصد	۲ درصد	۲ درصد
	HPMC	-	-	۲ درصد	۱ درصد
	نمک	۳ درصد	۳ درصد	۳ درصد	۳ درصد

* 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.

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 انجمادزدایی 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) به‌مدت ۳۰ ثانیه تحت دمای ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت 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 انجمادزدایی شده و آزمایش‌های تعیین ترکیب تقریبی متشکله (رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر) در زمان صفر و آزمایش‌های شیمیایی (تیوباربیتوریک 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 انجمادزدایی، در سرخ‌کن به‌مدت 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 (728 pH Lat Stirrer Metrohm)، اندازه‌گیری شد (Suvanich و همکاران، ۲۰۰۰).

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

هموژن شده همراه با ۹۷/۵ میلی‌لیتر آب مقطر، ۲/۵ میلی‌لیتر HCl ٤ مولار، سه قطره ضدکف و چند عدد سنگ‌جوش در بالن حرارت‌دهی شد تا مقدار ۵۰ میلی‌لیتر عصاره طی مدت ۱۰ دقیقه از زمان جوش جمع‌آوری گردد. ۵ میلی‌لیتر از عصاره همراه با ٤ میلی‌لیتر معرف TBA به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب جوش حرارت‌دهی شد و پس از خنک شدن در مدت ۱۰ دقیقه در آب سرد، توسط اسپکتوفتومتر مقدار جذب آن در طول موج ۵۳۸ نانومتر خوانده شد.

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

اندازه‌گیری بار میکروبی: ۱۰ گرم نمونه ناگت ماهی با ۹۰ میلی‌لیتر آب پپتونه ۰/۱ درصد هموژن شد و سریال‌های رقت با استفاده از آب پپتونه تهیه گردید. با استفاده از محیط کشت Plate Count Agar طبق روش Pour plate نمونه‌ها کشت داده شد و انکوباتور شدند (Arashisar و همکاران، ۲۰۰٤). شمارش باکتری‌ها بر حسب log cfu/g بیان شد.

رنگ‌سنجی: رنگ ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سارم 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 به‌مدت ۳ دقیقه در سرخ‌کن تحت دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در روغن آفتابگردان سرخ شدند و توسط ۱۰ نفر مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابان به شاخص‌های حسی براساس جدول‌های، از ۱ تا ۸ امتیاز دادند (بسیار بد: ۱، بسیار عالی: ۸).

آنالیز آماری: برای انجام این پژوهش از طرح آماری اسپیلت پلاتدر زمان به‌عنوان فاکتور اصلی در پنج سطح (زمان صفر تا ماه چهارم) و تیمارها به‌عنوان 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 α=۰/۰۵ استفاده شد. برای آنالیز داده‌های حسی از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال‌والیس (برای مقایسه چند گروه) و من‌ویتنی (برای مقایسه دو گروه با یکدیگر) استفاده گردید. نمودارهای مربوطه در نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج

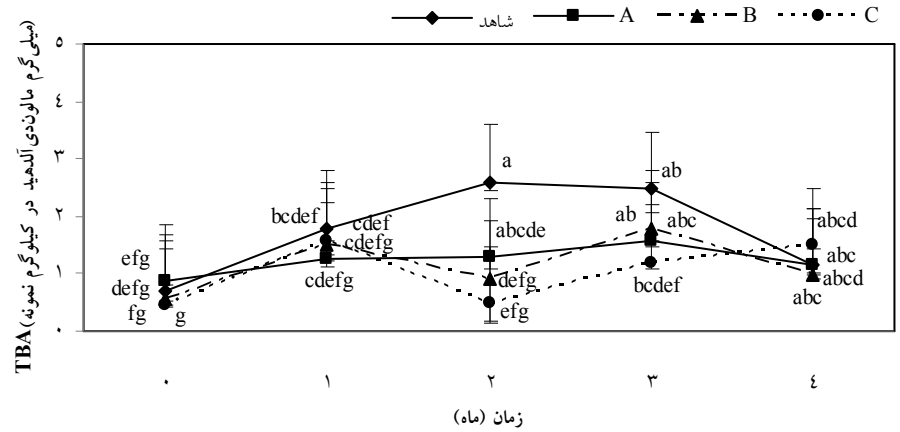
گوشت خام ماهی سارم دارای ۱۹/۸٤±۰/۳٤ پروتئین، ۷۵/۹۲±۰/۳۲ رطوبت، ۲/۰۳±۰/۷۷ چربی و ۵/۲۳±۰/۳۹ خاکستر بود. فرایند تولید ناگت بر مقدار پروتئین، خاکستر، رطوبت و چربی تأثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). مقادیر بیش‌تر پروتئین و چربی در ناگت و مقادیر بالاتر رطوبت و خاکستر در گوشت خام مشاهده شد. در جدول ۲ ترکیب تقریبی متشکله و مقدار pH ناگت سرخ‌شده مقدماتی و سرخ شده نهایی ماهی سارم نشان داده شده است. نتایج مطالعه میزان pH ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی، میان تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). در حالی‌که طی زمان نگهداری، مقدار pH دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۲). طی زمان نگهداری، مقدار pH دارای روندی افزایشی بود.

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

	تیمار	پروتئین	خاکستر	رطوبت	چربی	pH
	شاهد	٤٦/٨٤±١/٠٧^{a}	١/٨٤±٠/٣٠^{a}	٥٤/٣٢±١/٤٣^{c}	٧/١٢±٠/٤٦^{cd}	٦/٧٣±٠/١٠^{a}
ناگت سرخ‌شده مقدماتی	A	٤٤/٣٠±١/٢٣^{ab}	٢/٠٥±٠/٣٥^{a}	٥٦/٦١±٠/٣٧^{ab}	٤/٨٥±٠/٣٢^{e}	٦/٨٠±٠/١٢^{a}
	B	٤٣/٤٧±٢/١٢^{ab}	٢/٠٥±٠/٢٩^{a}	٦٠/١٥±٠/٨٦^{a}	٣/٥٢±٠/٣٢^{f}	٦/٧٤±٠/٠١^{a}
	C	٤٠/٤١±٢/١٦^{ab}	١/٧٩±٠/١٥^{a}	٥٨/١٣±٠/٣٢^{ab}	٤/٦٢±٠/٣٥^{ef}	٦/٨٠±٠/٠١^{a}
	شاهد	٤٠/١٦±١/٥١^{ab}	١/٤٧±٠/١٣^{a}	٤٧/٩٨±١/٠١^{f}	٩/١٣±٠/٥٩^{a}	٦/٧٧±٠/١٠^{a}
ناگت سرخ‌شده نهایی	A	٣٨/٢٢±٢/٣٣^{b}	١/٨٢±٠/١٠^{a}	٥٣/٣١±١/٤٩^{e}	٧/١٥±٠/٣٧^{b}	٦/٧٣±٠/٠^{a}
	B	٣٩/٦٠±٣/٣١^{ab}	١/٨٧±٠/١٥^{a}	٥٥/٢٢±٠/٦٨^{d}	٥/٤٧±٠/٢٦^{d}	٦/٨٣±٠/١٧^{a}
	C	٤١/٠٤±٢/٢٥^{ab}	١/٥٩±٠/١٢^{a}	٥٢/٤١±٠/٦٤^{e}	٦/٩٤±٠/٤٤^{bc}	٦/٨٠±٠/١٢^{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 به‌صورت میانگین ۳ تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها می‌باشد.

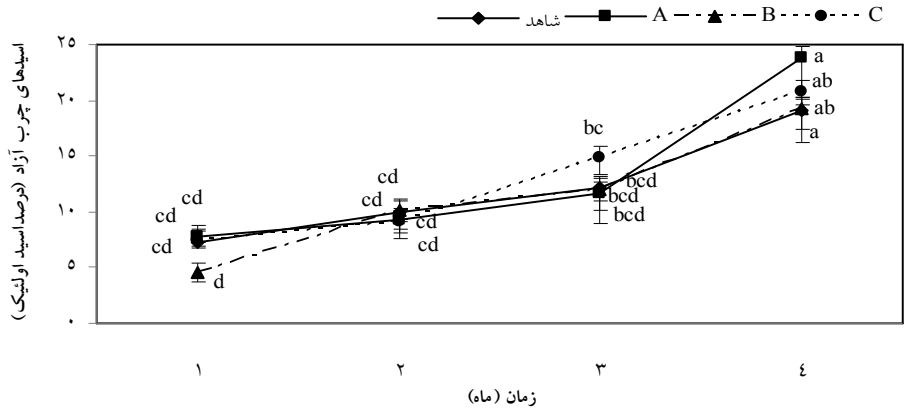
مقدار تیوباربیتوریک اسید میان تیمارهای مختلف، تأثیر معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵) (شکل ۱). در حالی‌که طی زمان نگهداری، افزایش معنی‌داری به نمایش گذاشت (P<۰/۰۵).



شکل ۱- تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید در ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سارم 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 به‌صورت میانگین ۳ تکرار با ± انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در شکل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میزان تیوباربیتوریک اسید در تیمارها و نیز در طی زمان می‌باشد.

انجام آزمایش‌های شیمیایی مربوط به تعیین میزان اسیدهای چرب آزاد، در زمان صفر نگهداری ناگت‌های ماهی سارم انجام نشد. سنجش میزان اسیدهای چرب آزاد در تیمارهای مختلف ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی تفاوت معنی‌داری میان تیمارها و زمان نگهداری نشان داد (P<۰/۰۵) (شکل ۲). تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد طی زمان روند افزایشی را به نمایش گذاشت.



شکل ۲- تغییرات میزان اسیدهای چرب آزاد در ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سارم 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 به‌صورت میانگین ۳ تکرار با ± انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در شکل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار میزان اسیدهای چرب آزاد در تیمارها و نیز در طی زمان می‌باشد.

در همه تیمارها طی زمان‌های مختلف نگهداری باکتری‌های سرمادوست مشاهده نشدند. شمارش تعداد کل باکتری‌های ناگت‌های سرخ‌شده مقدماتی ماهی سارم در میان تیمارها و طی زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$) (جدول ۳). طبق شکل تعداد باکتری‌های مزوفیل میان تیمارهای مختلف و طی دوره نگهداری ناگت‌های سرخ شده مقدماتی اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($P<۰/۰۵$) و با گذشت زمان، تعداد باکتری‌های مزوفیل دچار کاهش شد.

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

شمارش باکتریایی	تیمار	زمان نگهداری (ماه)				
		صفر	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم
باکتری کل	شاهد	۳/۵٦±۰/۰٤^{a}	۳/۰۱±۰/۰۸^{ef}	۲/۹۱±۰/۰٤^{f}	۲/۹۱±۰/۰۲^{f}	۲/۹۲±۰/۰۳^{f}
	A	۳/۳۹±۰/۱^{abcd}	۳/۳۱±۰/۱۱^{abcd}	۳/٤۵±۰/۰٦^{abc}	۳/۳۷±۰/۰۱^{abcd}	۳/۲۲±۰/۰۲^{cde}
	B	۳/۵۱±۰/۱٤^{ab}	۳/۲۱±۰/۰۱^{cde}	۳/۲٤±۰/۱۹^{bcde}	۳/۱٦±۰/۱۸^{def}	۳/۱۹±۰/۰۲^{cde}
	C	۳/۳±۰/۰۳^{abcd}	۳/۲۲±۰/۰۲^{bcde}	۳/۲۵±۰/۰۳^{bcde}	۳/۱۳±۰/۰۲^{def}	۳/۱۷±۰/۰۳^{def}
باکتری مزوفیل	شاهد	۳/۷۵±۰/۰٤^{a}	۳/۱۸±۰/۰۹^{cdefghi}	۲/۸۷±۰/۰۱^{j}	۲/۹۷±۰/۰۱^{fghi}	۲/۹۲±۰/۰۱^{hij}
	A	۳/۵۳±۰/۰۲^{ab}	۳/٤۳±۰/۰۸^{bcd}	۳/۵۱±۰/۰٦^{abc}	۳/۱۸±۰/۱۳^{cdefghi}	۳/۰۷±۰/۲٤^{cdefgh}
	B	۳/٤۲±۰/۱۸^{bcd}	۳/۲۲±۰/۰۵^{defghij}	۲/۹۳±۰/۱^{ghij}	۲/۸٦±۰/۰۳^{j}	۲/۹±۰/۱۳^{ij}
	C	۳/۲٤±۰/۰۲^{bcdefg}	۳/۲۵±۰/۰۲^{bcdefg}	۳/۳۱±۰/۰۱^{bcde}	۳/۱۵±۰/۰۳^{defghij}	۳/۲۱±۰/۰۳^{cdefgh}

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 به‌صورت میانگین ۳ تکرار با ± انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در شکل نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شمارش باکتری‌های کل و مزوفیل در تیمارها و نیز در طی زمان می‌باشد.

بررسی معنی‌داری خصوصیات رنگی ناگت‌های سرخ شده مقدماتی میان تیمارها نتایج متفاوتی را در شاخص روشنایی، قرمزی و زردی نشان داد (جدول ٤). با توجه به نتایج حاصله تیمار C مقدار روشنایی کم‌تر و قرمزی بالاتری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. طی مدت نگهداری شاخص‌های روشنایی و زردی در همه تیمارها روند کاهشی معنی‌داری نشان دادند (P<۰/۰۵)، در حالی‌که شاخص قرمزی تغییرات معنی‌داری به نمایش نگذاشت (P>۰/۰۵).

جدول ٤- نتایج رنگ‌سنجی در تیمارهای مختلف ناگت‌های ماهی سارم.

شاخص رنگ‌سنجی	تیمار	زمان نگهداری (ماه)				
		صفر	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم
روشنایی	شاهد	۵۸/۸±۰/۷۱^{cde}	٦٧/٦٦±۰/۸٧^{a}	۵۵/٦٤±۰/۷٧^{def}	٤٩/۵۸±۰/٤^{gh}	۵٧/۳۸±۰/۵٧^{cde}
	A	۵۹/٤٧±۱/۰۲^{cdef}	٦٢/٦۸±۱/۵۱^{abc}	۵٤/۳٧±۰/۲۲^{defg}	۵۱/۰٤±۰/۳۱^{fgh}	۵۸/۸۲±۰/٤٦^{def}
	B	٦۱/۵٧±۰/۹۲^{bc}	٦٦/۰۱±۰/۷۳^{ab}	۵۳/۹۲±۰/٤۲^{efg}	۵۱/٤۵±۰/۷۲^{fgh}	۵۹/۱±۱/۱۹^{cde}
	C	۵۹/۹±۰/۵۸^{cd}	۵٧/٤۸±۱/۱٧^{cde}	۵٤/٧٧±۰/۹٤^{defg}	٤٩/٤٩±۰/۳۲^{h}	۵۹/۰۳±۱/۰۲^{cde}
قرمزی	شاهد	۱۲/۸۹±۰/۵٤^{ab}	۱۲/۵۳±۰/۲۲^{ab}	۱۲/۰۹±۰/۲٤^{b}	۱٤/۲۳±۰/۳۳^{a}	۱۳/۰۱±۰/۲٧^{ab}
	A	۱۲/۸۸±۰/۲۹^{ab}	۱۳/۰۳±۰/۲۳^{ab}	۱۲/۱٧±۰/۲۲^{ab}	۱۲/۲٧±۰/۳٤^{ab}	۱۲/٦٦±۰/۲۸^{ab}
	B	۱۱/۷۹±۰/۱۲^{b}	۱۱/۷۳±۰/۳۸^{b}	۱۱/۳±۰/۳^{b}	۱۱/۷۳±۰/۵۱^{b}	۱۱/۷٤±۰/۲٦^{b}
	C	۱۱/۷۸±۰/۱۸^{b}	۱۱/٤۱±۰/٦۹^{b}	۱۰/۹۲±۰/٦^{b}	۱۱/۸۱±۰/٤۳^{b}	۱۲/۰۲±۰/۱۲^{b}
زردی	شاهد	۲۳/۰۹±۰/٦۲^{abcdef}	۲۰/۰٤±۰/۱۹^{f}	۲۲/۸۸±۰/٦۲^{abcdef}	۲۵/۰٤±۰/۵٤^{ab}	۲۵/۲۲±۰/۵۹^{a}
	A	۲۳/٤٤±۰/۷٧^{abcde}	۲۲/۷۲±۰/٤۳^{abcde}	۲۳/۵۸±۰/۳۱^{abcde}	۲۳/۲۲±۰/٤۵^{abcde}	۲٤/۸۸±۰/٤۹^{abc}
	B	۲۲/۹۱±۰/٤٦^{abcdef}	۲۰/۷۸±۰/۵۲^{ef}	۲۳/٦٦±۰/۳٤^{abcde}	۲۱/٦۸±۰/۳۸^{cdef}	۲۱/٦٤±۰/۷۲^{def}
	C	۲۱/۸۷±۰/۵۱^{bcdef}	۲۱/۲۸±۰/۲۷^{def}	۲۲/٤٦±۰/۵۲^{abcdef}	۲۲/٦۱±۰/۲۸^{abcdef}	۲٤/٤٤±۰/۷٤^{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 به‌صورت میانگین ۹ تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های رنگ‌سنجی در تیمارها می‌باشد.

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>۰/۰۵) و تنها فاکتور پذیرش کلی در طی زمان اختلاف معنی‌دار نشان داده و دارای روند کاهشی بود (P<۰/۰۵). (داده‌ها نمایش داده نشدند).

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 ٤۹/۰۸ 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

پروتئین در ناگت‌های تولیدی به‌دلیل افزودن مقادیری از پروتئین‌های گیاهی و نشاسته در فرمولاسیون لعاب بود. به دلایل فرایند تولید و مراحل مختلف سرخ‌کردن 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، ٦۰ تا ۸۰ درصد وزنی آب و تقریباً ۲۰ تا ٤۰ 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 هیدروکلوئیدها (معمولاً ۱ درصد وزن خشک فرمول لعاب) می‌تواند جذب روغن را کاهش دهد که به‌دلیل توانایی تشکیل ژل هیدروکلوئیدها به همراه ویژگی آبدوستی طبیعی آن‌ها است که آن‌ها را قادر می‌سازد تا روغن کم‌تری را طی مراحل سرخ‌کردن جذب کرده و رطوبت بیش‌تری را در محصول حفظ نمایند (Fiszman 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 به‌خاطر جذب آب افزوده‌شده 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 حالی‌که HPMC درون آردزنی در نتیجه قرار گرفتن در کنار گوشت ماهی، به‌جز 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 سرخ‌کردن، فیلم‌های HPMC در لایه‌های آردزنی و لعاب تشکیل شده و مانع جذب روغن شدند، اما به‌علت کم بودن درصد HPMC افزوده‌شده به لعاب (۱ درصد) نسبت به تیمار B که HPMC تنها در لعاب (۲ درصد) افزوده‌شده 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 سرخ‌کردن وجود دارد. ماده غذایی با رطوبت بالا مقدار جذب روغن کم‌تری را نشان می‌دهد (Mellema، ۲۰۰۳؛ Dana و Saguy، ۲۰۰٦). طبق پژوهش Chen و همکاران (۲۰۰۸) کاهش رطوبت و جذب روغن به‌طور 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 افزوده‌شده 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 متیل‌سلولز افزوده‌شده در آردزنی در ناگت مرغ بر جذب روغن اثر معنی‌دار ندارد، همخوانی داشت.

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

نتیجه افزایش تولید بازهای فرار مانند آمونیاک، تری‌متیل آمین 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 ٦ 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 تیوباربیتوریک اسید ناگت‌ها تأثیری مثبتی به جا گذاشتند، اما به‌طورکلی در طی زمان مقدار تیوباربیتوریک 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 (۲۰۰٦) با بررسی کیفیت حسی و شیمیایی فینگر ماهی تولید شده از کپور آیینه‌ای 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 تیوباربیتوریک اسید اثری نداشت اما در ماه ششم نگهداری باعث افزایش مقدار تیوباربیتوریک اسید گردید و افزودن MC اثر مثبتی بر مقدار تیوباربیتوریک اسید نشان نداد.

مطالعات اسیدهای چرب آزاد طی چهار ماه نگهداری در فریزر در همه تیمارهای ناگت‌های سرخ شده مقدماتی روند افزایشی در مقدار اسید چرب آزاد به نمایش گذاشت، اما میان تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و ثابت نمود که افزودن 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 $^{\log\ cfu/g}$ ٤ بود که این تعداد کلونی ($^{\log\ cfu/g}$ ٤ >) نشان‌دهنده کیفیت خوب فیله‌های مورد استفاده بود (Ibrahim Sallam، ۲۰۰۷). در پژوهش Elyaasi 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.

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 حالی‌که میزان قرمزی تغییری نشان نداد. فرایند سرخ‌کردن باعث کاهش مقدار روشنایی و زردی و افزایش مقدار قرمزی ناگت‌های ماهی شد. افزایش قرمزی به‌دلیل قهواه‌ای شدن غیرآنزیمی و فرایند کاراملاسیون در روکش طی عمل سرخ‌کردن عمیق بود. لعاب حاوی HPMC روکش با رنگ روشن‌تری را به‌وجود می‌آورد (Albert و همکاران، ۲۰۰۹)، زیرا در روکش حاوی HPMC ظرفیت نگهداری آب بالاتر بوده و در نتیجه واکنش میلارد کم‌تری را طی سرخ‌کردن باعث می‌شود (Akdeniz و همکاران، ۲۰۰۶). طی فرایند سرخ‌کردن محصولات لعاب‌دهی و سوخاری‌شده واکنش‌های شیمیایی مختلفی مانند غیرطبیعی شدن پروتئین‌ها، ژلاتینه‌شدن 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 به‌میزان 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 نشانه گذشت زمان و فعالیت باکتری‌های هوازی اختیاری است (رضوی‌شیرازی جلد ۱، ۱۳۸۵). در طی چهار ماه نگهداری ناگت‌های ماهی در فریزر، تیمار شاهد و B افت کیفیت از نظر بو و روندی کاهشی 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.

به‌طورکلی، 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 سرخ‌کردن نهایی آن‌ها، HPMC افزوده‌شده بر مدت ماندگاری و شاخص‌های فساد چربی ناگت‌های ماهی تأثیر معنی‌داری نشان نداد.

منابع

رضوی‌شیرازی، ح.، ۱۳۸۵. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، اصول نگهداری و عمل‌آوری (۱). انتشارات پارس نگار. ۳۲۵ ص.

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 predust 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 (*Oncorhynchusmykiss*) 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 chiken: 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 (*Cyprinuscarpio* L., 1758). Inter. Food Res. J. 17, 59-64.

Fagan, J.D., Gormley, T.R., and Mhuircheartaigh, 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 cannel 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.

Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch
Vol. 9, No. 3, November 2015

Effect of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) added pre-dust and batters of talangqueen fish (*Scomberoides commersonniantus*) nugget on quality and shelf life during frozen storage (-18 °C)

***A. Jamshidi[1] and B. Shabanpour[2]**
[1]Ph.D. Student, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran,
[2]Professor, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

In this study the effect of Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) added to pre-dust and batters of talangqueen fish (*Scomberoides commersonniantus*) nugget on the amount of oil uptake and its quality during four month of frozen storage was evaluated. The treatments consist of control (without HPMC in coating), A (with 2% HPMC in Pre-dust), B (with 2% HPMC in batter) and C (with 1% HPMC in pre-dust and 1% HPMC in batter). The par-and post frying of the fish nuggets were analyzed from viewpoint of proximate composition (moisture, lipid content, total crude protein, ash and pH) at first time and the par-frying nuggets from viewpoint of chemical parameters (thiobarbituric acid and free fatty acid), microbial (total count, mesophilic and psychrotrophic), color and sensory analysis periodically (each month). The amount of total crude protein, ash and pH were the same as in various treatments of pre- and post frying fish nuggets ($P<0.05$), whereas the amount of moisture and lipid showed significant different, thus sample B with 2% HPMC in batter, showed highest moisture retention and lowest lipid content ($P<0.05$) rather than other samples. After four months storage lightness and yellowness, mesophilic count and overall acceptability were reduced and thiobarbituric acid and free fatty acid were increased significantly ($P<0.05$). This work indicated that use of HPMC in coated products didn't effect on the shelf life and the best result for moisture retention and reduced oil uptake was shown in sample B with 2% HPMC in batter.

Keywords: Deep-fat frying; Oil barrier; Talangqueen fish (*Scomberoides commersonniantus*); Fish nugget; Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)

* Corresponding Authors; Email: a.jamshidi1382@gmail.com