

تأثیر پوشش خوراکی پروتئین آب پنیر - مونوگلیسرید بر کیفیت فیش فینگر کپور نقره‌ای طی نگهداری در یخچال

مصطفی صیاد^۱، ابراهیم علیزاده دوغیکلایی^{۲*}، اسحق زکی پور رحیم آبادی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

۲- دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

۳- دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۶/۱۵)

چکیده

هدف این مطالعه، بررسی تأثیر پوشش خوراکی پروتئین آب پنیر- مونوگلیسرید بر خصوصیات کیفی فیش فینگر کپور نقره‌ای هنگام نگهداری در یخچال می‌باشد. فیش فینگرها به طور جداگانه در محلول‌های پوششی ۵٪ کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و ۱/۵٪ مونوگلیسرید، ۱۰٪ WPC و ۲/۵٪ مونوگلیسرید و ۱۵٪ WPC و ۳/۵٪ مونوگلیسرید غوطه‌ور، بسته‌بندی و در یخچال (۴°C) نگهداری شدند. فراسنجه‌های شیمیایی (pH، TBA، PV، میکروبی (TVC و PTC) و ارزیابی حسی در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری میزان pH کاهش و مقادیر PV و TBA بطور معنی داری ($P < 0/05$) افزایش یافت. میزان بار باکتریایی کل (TVC) و سرما دوست (PTC) فیش فینگرها هنگام نگهداری در یخچال بطور معنی داری افزایش یافت ($P < 0/05$). نتایج ارزیابی حسی بیانگر کاهش معنی‌دار خصوصیات حسی فیش فینگرها طی دوره نگهداری بود. براساس نتایج این مطالعه می‌توان بیان نمود که فیش فینگرهای پوشش داده شده با محلول ۱۰ درصد پروتئین آب پنیر - ۲/۵ درصد مونوگلیسرید نسبت به سایر تیمارها موثرتر بوده و ۳ روز بر ماندگاری فیش فینگرها افزود.

کلید واژگان: پروتئین آب پنیر، پوشش خوراکی، زمان ماندگاری، فیش فینگر

۱- مقدمه

امروزه استفاده از پوشش خوراکی طبیعی مختلف به تنهایی و یا به عنوان حامل مواد فعال در محصولات غذایی مختلف مورد توجه قرار گرفته است. پوشش‌های خوراکی عبارتند از افزودن یک لایه نازک از مواد خوراکی (ماده‌ای که در صورت ورود به بدن بدون عوارض جانبی، قابلیت هضم و جذب دارد) روی مواد غذایی که از طریق پیچیدن، فرو بردن، برس زدن یا اسپری کردن تشکیل می‌شود. به این ترتیب یک سد انتخابی در برابر انتقال گازها، بخارها و مواد حل شده ایجاد می‌گردد. کاربرد این پوشش‌ها سبب افزایش ماندگاری محصول، حفظ کیفیت ماده غذایی، جلوگیری از ایجاد صدمات مکانیکی و میکروبی و در نتیجه جلوگیری از فساد ماده غذایی و زیان‌های اقتصادی می‌شود [۱]. مهم‌ترین ویژگی پوشش خوراکی در بسیاری از مواد غذایی مقابله با انتقال رطوبت است. واکنش‌های مخرب آنزیمی و شیمیایی، به شدت تحت تأثیر فعالیت آبی یا مقدار رطوبت قرار دارند. سرعت انتقال رطوبت بین غذا و محیط با پوشش خوراکی کاهش می‌یابد. علاوه بر انتقال بخار آب، انتقال گازهایی مثل اکسیژن و دی-اکسیدکربن پایداری ماده غذایی را تحت تأثیر می‌گذارد [۲]. استفاده از پوشش‌های خوراکی به عنوان فناوری نوین علاوه بر داشتن فوایدی مانند قابلیت خوردن، شکل ظاهری زیبا، سازگاری با محیط، غیر سمی و ارزان بودن، مواد غذایی را از آسیب‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی حفظ می‌کند و مانند سدی در برابر گازها، رطوبت و میکروارگانیسم‌ها عمل نموده و کیفیت و ماندگاری ماده غذایی را در فاصله تولید تا رسیدن به دست مصرف کننده حفظ می‌نماید [۳ و ۴]. در این بین محصولات تولیدی از گوشت چرخ شده و شسته شده آبزیان، به سبب استفاده بهینه از تولیدات آبی‌پروری و ماهیان صید شده، تبدیل مواد اولیه ارزان قیمت به محصولاتی با ارزش افزوده برای تولید محصولاتی همچون فیش فینگر و سایر فرآورده‌ها با قابلیت نگهداری طولانی مدت از اهمیت خاصی برخوردار است [۵].

ماهیان همچنین در برابر فساد اکسیداتیو بسیار حساس هستند و در طول نگهداری، خصوصیات کیفی آن‌ها در اثر فساد باکتریایی و اکسیداتیو کاهش می‌یابد [۶]. فساد اکسیداتیو باعث

ایجاد بوی نامطبوع، تغییرات نامطلوب در طعم، تغییر در ساختار مواد مغذی و کاهش ارزش غذایی محصول می‌شود. در حالی که فساد و آلودگی میکروبی منجر به ایجاد خطرات جدی در سلامت غذایی مصرف کننده می‌شود [۷]. پوشش‌های پروتئینی در مقایسه با پوشش‌های لیپیدی و پلی ساکاریدی به طور مؤثرتری مانع از نفوذ گازها می‌شوند. همچنین ویژگی‌های مکانیکی پوشش‌های خوراکی پروتئینی (مثل خاصیت الاستیسیته، کشسانی و ضریب شکست) به دلیل اتصال محکم بین مولکولی نسبت به پوشش‌ها با منشأ چربی یا پلی ساکاریدی بهتر است [۸]. لیپیدها معمولاً ویژگی بازدارندگی خوبی نسبت به اکسیژن ندارند که دلیل آن هم وجود سوراخ‌های میکروسکوپی در پوشش حاصل از آن‌ها و قابلیت اکسید شونده‌گی آنها می‌باشد. اما معمولاً در برابر بخار آب به دلیل قطبیت پایینی که دارند، بازدارنده‌های خیلی خوبی محسوب می‌شوند [۹].

بلیسی و همکاران (۱۳۸۷) ارزیابی خواص فیزیکی فیلم خوراکی پروتئین آب پنیر- مونوگلیسرید و اثر پوشش دهی آن بر افت رطوبت و ویژگی‌های حسی گوشت تازه گوسفند را بررسی کردند. نفوذپذیری به بخار آب و نفوذ پذیری به اکسیژن فیلم خوراکی پروتئین آب پنیر- مونوگلیسرید کاهش معنی داری در مقایسه با فیلم پروتئین آب پنیر نشان داد. نمونه های گوشت پوشش دار و بدون پوشش از نظر رطوبت، درصد افت رطوبت، آبدار بودن و رنگ اختلاف معنی داری داشتند ولی از نظر بو اختلافی مشاهده نشد [۱۰]. اثر پوشش خوراکی پروتئین آب پنیر (۳، ۷، ۱۰ و ۱۳ درصد) بر رطوبت و ویژگی‌های حسی ماهی کلیکای شکم خالی نشان داد که ماهیان پوشش داده شده با غلظت ۱۳٪ دارای رنگ بهتر و رطوبت کمتر نسبت به سایر تیمارها بود [۱۱]. در این پژوهش با ترکیب یک ماده پروتئینی (Whey Protein Concentrate) و یک ماده لیپیدی (مونوگلیسرید استئارات) تولید پوششی با خصوصیات مکمل پروتئین و لیپید مد نظر بوده تا از این طریق بتوان هم از نقطه نظر اکسیداسیونی (بخش پروتئینی) و هم از نقطه نظر کیفی (بخش لیپیدی) ماده غذایی را در سطح قابل قبول برای مصرف کننده هنگام نگهداری در یخچال فراهم نمود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه فیش فینگرها

۱۵ عدد ماهی فیتوفاگ نر وحشی با میانگین وزن 100 ± 2500 گرم، و میانگین طول 2 ± 50 سانتی متر از بین ماهی‌های هم اندازه و سالم از بازار ماهی‌فروشان استان سیستان و بلوچستان (شهرستان زابل) خریداری و بلافاصله توسط جعبه‌های یونولیت به همراه پودر یخ به آزمایشگاه فرآوری شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل منتقل گردیدند. ابتدا ماهیان با آب سرد (1 ± 4 درجه سلسیوس) و تمیز شسته و پس از تخلیه شکمی مجدداً شستشو گردیدند. مراحل سرزنی، فیله کردن و جداسازی گوشت‌ها از استخوان‌های ریز و درشت، در حضور مقادیر کافی یخ به صورت دستی صورت گرفت. برای چرخ کردن گوشت از دستگاه چرخ گوشت (مدل M.G.1400، پارس خزر ایران) با قطر منافذ چهار میلی متر استفاده گردید. جهت تولید فیش فینگر، گوشت چرخ شده ماهی با افزودنی‌ها یی چون نمک (یک و نیم درصد)، شکر (یک درصد)، آرد گندم (سه درصد)، آویشن (دو دهم درصد)، پودر زیره، پودر سیر، پودر پیاز و فلفل (بیست و چهار صدم درصد) [۱۲] مخلوط، هموزن و سپس در اندازه‌های $1 \times 2 \times 7$ سانتی متر شکل دهی شد [۱۳]. متوسط وزن فیش فینگرهای حاصل برابر با $1/25 \pm 0.25$ گرم بود.

۲-۲- تهیه پوشش خوراکی

برای تهیه محلول پوششی تیمار B، مقدار ۵۰ گرم از WPC¹ (شرکت پودر ایران) با آب مقطر در یک ارلن یک لیتری حل شد. برای انحلال کامل، محلول WPC به مدت یک ساعت با ۱۸۰ دور در دقیقه روی شیکر در دمای اتاق قرار گرفت. سپس محلول در بن ماری به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. پس از این مرحله ارلن حاوی محلول در ظرف حاوی یخ قرار گرفت تا دمای آن به دمای اتاق برسد. به این محلول مقدار ۱۵ میلی‌لیتر مونوگلیسرید استتارات خوراکی اضافه شد سپس روی شعله مستقیم تا دمای ۷۰ درجه حرارت دید. بعد از طی همه این مراحل ظرف حاوی محلول برای همگن شدن کامل به مدت ۵ دقیقه روی همزن مغناطیسی با ۵۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. در نهایت برای از بین بردن کف و سایر ناخالصی‌ها محلول پوشش دو

بار از پارچه تمظیف عبور داده شد [۱۰]. برای تهیه محلول تیمار ۱۰٪ پروتئین آب پنیر - ۲/۵٪ مونوگلیسرید (تیمار C) مقدار ۱۰۰ گرم WPC و ۲۵ میلی‌لیتر مونوگلیسرید و برای تهیه محلول تیمار ۱۵٪ پروتئین آب پنیر - ۳/۵٪ مونوگلیسرید (تیمار D) نیز ۱۵۰ گرم WPC و ۳۵ میلی‌لیتر مونوگلیسرید در آب مقطر حل شدند. روش تهیه پوشش برای این دو تیمار نیز مانند تیمار B بود. نمونه‌های شاهد (تیمار A) بدون پوشش بودند.

۲-۳- پوشش دهی نمونه‌ها

به منظور نرم شدن و انعطاف پذیر شدن پوشش‌ها، ۰/۷۵٪ (حجمی/حجمی) گلیسرول به عنوان نرم کننده به محلول اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد. برای پوشش دهی، نمونه‌ها در محلول پوشش خوراکی به طور جداگانه به مدت ۱۰ ثانیه غوطه‌ور شدند [۱۱]. پس از آن نمونه‌ها به مدت نیم ساعت در دمای محیط نگهداری تا خشک شده و پوشش به دور فیش فینگرها شکل بگیرد. سپس نمونه‌ها در کیسه‌های زیپ دار پلی اتیلنی بسته بندی و به مدت ۱۵ روز در یخچال (4°C) جهت انجام آزمایش‌های شیمیایی، میکروبی و ارزیابی حسی در فواصل زمانی سه روز یک بار قرار گرفتند. این آزمایش‌ها با ۴ تیمار و هر یک با سه تکرار انجام گرفت.

۲-۴- فراسنجه های شیمیایی

جهت اندازه گیری pH مقدار پنج گرم نمونه با ۴۵ میلی لیتر آب مقطر در یک همزن به مدت ۳۰ ثانیه به خوبی مخلوط شدند [۱۴]. پس از تنظیم pH متر دیجیتال (5500, Cyberscan, Singapore) با استانداردهایی در pH ۴ و ۷ نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. جهت سنجش پراکسید (PV) از روش ایگان و همکاران [۱۵] و تعیین مقادیر تیوباریتوریک اسید (TBA) به روش رنگ سنجی [۱۶] انجام گرفت.

۲-۵- فراسنجه های میکروبی

۱۰ گرم نمونه با ۹۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژی (NaCl ۰/۸۵٪) در یک همزن (Sayona, SB-3565- China) به مدت ۶۰ ثانیه به خوبی مخلوط شد. ۰/۱ میلی لیتر از نمونه تهیه شده بر روی محیط کشت Plate count agar به طور یکنواخت پخش شد. در صورت بالا بودن تعداد باکتری‌ها در یک پلیت رقیق سازی نمونه‌ها تا رقت 10^{-6} در محلول سرم فیزیولوژی

1. Whey Protein Concentrate

خوراکی بر کیفیت فیش فینگر و همینطور تاثیر زمان نگهداری از تجزیه واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و برای بررسی تفاوت بین میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح معنی‌دار ۵ درصد استفاده شد. جهت ارزیابی آماری داده‌های حسی در زمان‌های مختلف از آزمون کروسکال والیس و ارزیابی حسی بین تیمارها از آزمون من ویتنی یو استفاده گردید. انجام آنالیزهای آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

جدول ۱ تاثیر پوشش خوراکی بر pH تیمارهای مختلف فیش فینگر کپور نقره‌ای هنگام نگهداری در یخچال را نشان می‌دهد. کاهش مقدار pH در تمامی تیمارها معنی‌دار ($P < 0.05$) بود. بیشترین میزان کاهش pH در تیمار A (شاهد) و کمترین میزان کاهش در تیمار C (۱۰٪ WP - ۲/۵٪ مونوگلیسرید) مشاهده گردید.

انجام شد. پلیت های کشت داده شده برای شمارش کل باکتری‌ها (Total viable counts) بعد از ۴۸ ساعت گرمخانه گذاری در دمای ۳۵ درجه سلسیوس و پلیت‌های مربوط به باکتری‌های سرما دوست (Psychrophilic total counts) بعد از ۱۰ روز گرمخانه گذاری در دمای ۴ درجه سلسیوس شمارش شدند. همه داده‌ها به صورت Log_{10} cfu/g بیان شد [۱۷].

۲-۶- ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی، ابتدا فیش فینگرها در دستگاه سرخ کن (تفال، فرانسه) با روغن مایع (شرکت لادن) در درجه حرارت ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴ تا ۵ دقیقه سرخ شدند [۱۸]. بدین منظور از یک گروه پانل متشکل از ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده استفاده شد. جهت امتیازدهی به فیش فینگرها پرسش نامه تلفیقی [۱۸ و ۱۹] در اختیار ارزیابان قرار گرفت. این افراد سپس نظرات خود را پس از ارزیابی طعم، بو، رنگ و تردی تیمارها روی پرسشنامه منتقل کردند.

۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا با آزمون کولموگراف-اسمیرنوف از نرمال بودن و همگنی داده‌ها اطمینان حاصل شد. سپس برای بررسی تاثیر پوشش

Table 1 Effect of edible Whey protein-mono glyceride coating on the pH of *Hypophthalmichthys molitrix* fish finger during refrigerated storage.

Storage time (days)	Treatments			
	A	B	C	D
0	6.37±0.45 Aabc	6.18±0.01 Aa	6.11±0.02 Aa	6.13±0.02 Aa
3	6.08±0.01 Ca	6.16±0.01 Aab	6.37±0.45 ABCabc	6.12±0.01 Ba
6	6.04±0.01 Cb	6.14±0.01 Ab	6.10±0.00 Ba	6.11±0.01 Ba
9	5.96±0.02 Bc	5.83±0.05 Cc	6.04±0.01 Ab	6.09±0.00 Aa
12	5.05±0.12 Bd	5.15±0.02 Bd	6.01±0.01 Ac	5.85±0.05 Ab
15	5.06±0.05 Cd	5.11±0.01 Ce	5.72±0.07 Ad	5.51±0.09 Bc

Values are mean ± standard deviation of three determinations.

Capital letters (A, B, C) in the same line indicate significant differences ($p < 0.05$) of treatment.

Small letters (a, b, c, d, e) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) of storage.

A: Control, B: 5% WPC - 1.5% Monoglyceride, C: 10% WPC - 2.5% Monoglyceride, D: 15% WPC - 3.5% Monoglyceride.

که کاهش زیاد شاخص pH در تیمار A (شاهد) باعث ایجاد حالت ترشیدگی در فیش فینگرها گردید. میزان PV در همه تیمارها با گذشت زمان افزایش معنی‌دار ($P < 0.05$) نشان داده است (جدول ۲).

کاهش نسبتاً کم pH در تیمارهای پوشش‌دار می‌تواند بازدارندگی میکروبی را افزایش داده و حفاظت فیش فینگرهای پوشش‌دار را در برابر پروتئازهای داخلی بالا ببرد و در نتیجه باعث بازدارندگی از شکسته شدن پروتئین‌ها گردد. در حالی

Table 2 Effect of edible Whey protein-mono glyceride coating on the PV (meq O₂/kg lipid) of *Hypophthalmichthys molitrix* fish finger during refrigerated storage.

Storage time (days)	Treatments			
	A	B	C	D
0	1.33±0.03 Be	1.75±0.03 Ae	1.09±0.07 Ce	1.70±0.17 Ae
3	3.34±0.07 Ad	2.63±0.00 Bd	2.07±0.06 Cd	1.37±0.03 Df
6	3.73±0.12 Aac	3.05±0.08 Bc	2.24±0.04 Cd	2.11±0.01 Cd
9	4.37±0.14 Ab	3.85±0.09 Bb	2.66±0.04 Dc	2.98±0.05 Cc
12	5.70±0.19 Aa	5.71±0.18 Aa	3.32±0.11 Bb	3.02±0.08 Cb
15	3.52±0.39 Ccd	3.71±0.17 Cb	6.36±0.04 Ba	7.21±0.04 Aa

Values are mean ± standard deviation of three determinations.

Capital letters (A, B, C, D) in the same line indicate significant differences ($p < 0.05$) of treatment.

Small letters (a, b, c, d, e) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) of storage.

A: Control, B: 5% WPC - 1.5% Monoglyceride, C: 10% WPC - 2.5% Monoglyceride, D: 15% WPC - 3.5% Monoglyceride.

مشاهده گردید. افزایش TBA می‌تواند نشان دهنده وجود آلدئیدها باشد. آلدئیدها به عنوان محصولات ثانویه اکسیداسیون از شکستن هیدروپراکسیدها ایجاد می‌شوند [۲۱ و ۲۲]. فرایند پوشش دهی بوسیله محلول پوششی، سطح مرطوب محصول را درگیر می‌کند و احتمال نفوذ محلول پوششی را به داخل محصول افزایش می‌دهد [۲۳]. این فرایند یک فاکتور خوب برای افزایش ممانعت کنندگی در مقابل نفوذ گازها است [۲۴]. بر طبق گزارشات Connell (۱۹۹۰) میزان ۱-۲ میلی گرم مالون آلدئید در کیلوگرم گوشت ماهی به عنوان حداقل مقداری که ماهی طعم قابل قبول داشته باشد در نظر گرفته شده است [۲۵]. که هیچ کدام از تیمارها تا انتهای دوره نگهداری به این میزان نرسیدند. در تحقیق حاضر بیشترین مقدار TBA مربوط به نمونه شاهد در انتهای دوره بود (میلی گرم مالون آلدئید بر کیلوگرم ۰/۹۶) و کمترین مقدار TBA مربوط به تیمار C (۱۰٪ WPC-۱/۵٪ مونوگلیسرید) در روز صفر بود.

نتایج نشان دهنده افزایش معنی دار ($P < 0/05$) شاخص TVC در طول دوره نگهداری می‌باشد (جدول ۴). تیمار A (شاهد) و تیمار B (۱۰٪ WP-۱/۵٪ مونوگلیسرید) بعد از روز ششم دارای تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) با تیمار C (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید) و D (۱۵٪ WP-۳/۵٪ مونوگلیسرید) بودند. کمترین افزایش مربوط به تیمار C (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید) نسبت به سایر تیمارها تا روز پانزدهم نگهداری می‌باشد.

میزان PV در تیمار A (شاهد) و تیمار B (۱۰٪ WP-۱/۵٪ مونوگلیسرید) تا روز ۱۲ افزایش و سپس کاهش یافت. بیشترین مقدار شاخص PV برای تیمارهای C (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید) و D (۱۵٪ WP-۳/۵٪ مونوگلیسرید) در انتهای دوره مشاهده گردید. شاخص PV در تیمارهای حاوی پوشش نسبت به گروه شاهد از افزایش کمتری برخوردار بودند و نقش مثبت پوشش پروتئین آب پنیر-مونوگلیسرید در کاهش میزان اکسیداسیون چربی قابل مشاهده است. وجود پوشش بر سطح فیش فینگرها از افت رطوبت (که باعث کاهش وزن و نفوذ اکسیژن به داخل بافت فیش فینگر می‌گردد) جلوگیری کرده و اکسیداسیون چربی را کاهش می‌دهد. سطح بالای ۵ میلی اکسیژن و والان O₂ بر کیلوگرم چربی ماهی حداکثر میزان قابل قبول PV برای مصرف انسان در نظر گرفته شده است [۲۰]. افزایش میزان شاخص PV در روز ۱۲ و سپس کاهش میزان آن در روز ۱۵ برای تیمار A (شاهد) و تیمار B (۱۰٪ WP-۱/۵٪ مونوگلیسرید) را می‌توان به تبدیل شدن پراکسیدها به محصولات ثانویه اکسیداسیون مثل آلدئید، کتون و اکسید شدن چربی‌های غیر اشباع نسبت داد. میزان PV در تیمار A (شاهد) و تیمار B (۱۰٪ WP-۱/۵٪ مونوگلیسرید) در روز ۱۲ و برای تیمارهای C (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید) و D (۱۵٪ WP-۳/۵٪ مونوگلیسرید) در روز ۱۵ از حد قابل قبول گذشت.

جدول ۳ نشان می‌دهد که میزان افزایش TBA در همه تیمارها با گذشت زمان معنی دار بود ($P < 0/05$). کمترین مقدار TBA در تیمار C (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید)

Table 3 Effect of edible Whey protein-mono-glyceride coating on the TBA (mg malonaldehyde/kg) of *Hypophthalmichthys molitrix* fish finger during refrigerated storage.

Storage time (days)	Treatments			
	A	B	C	D
0	0.17±0.01 Ae	0.15±0.01 Af	0.08±0.01 Bf	0.12±0.01 Af
3	0.19±0.01 Ae	0.19±0.02 Ae	0.13±0.01 Be	0.23±0.03 Ae
6	0.40±0.02 Ad	0.24±0.02 Bd	0.24±0.01 Bd	0.43±0.03 Ad
9	0.65±0.03 Ac	0.36±0.02 Bc	0.32±0.02 Bc	0.62±0.02 Ac
12	0.77±0.01 Bb	0.73±0.02 Bb	0.49±0.02 Cb	0.88±0.03 Ab
15	0.96±0.01 Aa	0.95±0.02 Aa	0.81±0.02 Ba	0.94±0.02 Aa

Values are mean ± standard deviation of three determinations.

Capital letters (A, B, C) in the same line indicate significant differences ($p < 0.05$) of treatment.

Small letters (a, b, c, d, e, f) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) of storage.

A: Control, B: 5% WPC - 1.5% Monoglyceride, C: 10% WPC - 2.5% Monoglyceride, D: 15% WPC - 3.5% Monoglyceride.

روز دوازدهم از مرز فساد گذشت. کاهش در شمارش کلی باکتری‌ها تحت تأثیر افزایش در ترکیبات مترشحه از باکتری‌های پروبیوتیک می‌باشد. میکروارگانیزم‌های پروبیوتیک پروتئین آب پنیر قادر به تولید اسیدهای آلی مانند لاکتیک و استیک، باکتریسین نایزین، پراکسید هیدروژن، اتانول، استالیدی، آمونیاک، دی استیل، کاهش پتانسیل اکسید و احیا و pH می‌باشند. این عوامل دارای خاصیت آنتی میکروبی بوده و از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کنند [۲۶ و ۲۷].

توانایی پوشش خوراکی پروتئین آب پنیر - مونوگلیسرید در جلوگیری از رشد میکروارگانیزم‌ها سبب کاهش تعداد میکروارگانیزم‌ها در نمونه‌های پوشش دار با گذشت زمان در مقایسه با تیمار A (شاهد) شده است. شاخص TVC تیمار A (شاهد) و تیمار B (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید) در روز نهم از مرز فساد باکتریایی (\log_{10} CFU/g) گذشت. تیمار C (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید) در روز دوازدهم همچنان نزدیک به مرز فساد قرار داشت و در روز پانزدهم این تیمار نیز دچار فساد شد. تیمار D (۱۵٪ WP-۳/۵٪ مونوگلیسرید) در

Table 4 Effect of edible Whey protein-mono-glyceride coating on the TVC (\log_{10} cfu/g) of *Hypophthalmichthys molitrix* fish finger during refrigerated storage.

Storage time (days)	Treatments			
	A	B	C	D
0	3.60±0.07 Aa	3.50±0.07 Aa	3.70±0.07 Aa	3.60±0.07 Aa
3	4.50±0.07 Ab	4.50±0.07 Ab	4.60±0.07 Ab	4.30±0.07 Ab
6	6.70±0.07 Ac	6.60±0.07 Ac	5.60±0.07 Bc	4.45±0.07 Cc
9	7.55±0.14 Ad	7.40±0.07 Ad	6.50±0.07 Bd	6.60±0.07 Bd
12	8.40±0.07 Ae	8.50±0.07 Ae	6.90±0.07 Be	7.10±0.07 Be
15	9.60±0.07 Af	9.40±0.07 Af	7.50±0.07 Cf	8.20±0.07 Bf

Values are mean ± standard deviation of three determinations.

Capital letters (A, B, C) in the same line indicate significant differences ($p < 0.05$) of treatment.

Small letters (a, b, c, d, e, f) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) of storage.

A: Control, B: 5% WPC - 1.5% Monoglyceride, C: 10% WPC - 2.5% Monoglyceride, D: 15% WPC - 3.5% Monoglyceride.

شاخص PTC برای تیمارهای A (شاهد) و B (۵٪ WP-۱/۵٪ مونوگلیسرید) در روز نهم از مرز بیشترین حد پیشنهاد شده (\log_{10} CFU/g) عبور کرد و در واقع دچار فساد شدند در حالی که میزان این شاخص برای تیمارهای C (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید) و D (۱۵٪ WP-۳/۵٪ مونوگلیسرید) در روز ۱۲ از بیشترین حد پیشنهاد شده گذشت.

نتایج جدول ۵ افزایش معنی‌دار ($P < 0.05$) شاخص PTC همه تیمارها را هنگام نگهداری در یخچال نشان می‌دهد. شاخص PTC برای تیمارهای A (شاهد) و B (۵٪ WP-۱/۵٪ مونوگلیسرید) در روز ششم دارای تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) تا انتهای دوره با تیمارهای C (۱۰٪ WP-۲/۵٪ مونوگلیسرید) و D (۱۵٪ WP-۳/۵٪ مونوگلیسرید) بودند.

Table 5 Effect of edible Whey protein-monoglyceride coating on the PTC (\log_{10} cfu/g) of *Hypophthalmichthys molitrix* fish finger during refrigerated storage.

Storage time (days)	Treatments			
	A	B	C	D
0	3.70±0.07 Aa	3.60±0.07 Ba	3.60±0.07 Ba	3.50±0.07 Ba
3	4.90±0.07 Ab	4.60±0.07 Bb	4.70±0.07 Bb	4.60±0.07 Bb
6	6.80±0.04 Ac	6.71±0.03 Ac	5.48±0.04 Bc	5.59±0.02 Bc
9	7.50±0.03 Ad	7.50±0.03 Ad	6.59±0.03 Bd	6.16±0.02 Cd
12	8.50±0.07 Ae	8.40±0.07 Ae	7.10±0.07 Ce	7.60±0.07 Be
15	9.30±0.07 Af	9.20±0.07 Af	7.50±0.07 Cf	8.70±0.07 Bf

Values are mean \pm standard deviation of three determinations.

Capital letters (A, B, C) in the same line indicate significant differences ($p < 0.05$) of treatment.

Small letters (a, b, c, d, e, f) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) of storage.

A: Control, B: 5% WPC - 1.5% Monoglyceride, C: 10% WPC - 2.5% Monoglyceride, D: 15% WPC - 3.5% Monoglyceride.

تیمارها بود. کاهش میزان شاخص طعم در تیمار A (شاهد) می‌تواند نشان دهنده افت رطوبت باشد. که این افت به علت نداشتن روکش در تیمار A (شاهد) می‌باشد. افت شاخص طعم در تیمار D (۱۵٪ WP - ۳/۵٪ مونوگلیسرید) نیز به علت غلظت بالای WP و ایجاد ترشیدگی حاصل از فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک در این پوشش بود.

جدول ۶ نتایج ارزیابی حسی فیش فینگرها هنگام نگهداری در یخچال را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بیانگر کاهش معنی‌دار ($P < 0.05$) صفات حسی نمونه‌ها هنگام نگهداری در یخچال می‌باشد. تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) بین طعم (بجز روز اول)، بو و تردی فیش فینگرها هنگام نگهداری در یخچال مشاهده نگردید. نتایج حاصل از ارزیابی صفت رنگ بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمار شاهد و سایر

Table 6 Sensory analysis of coated *Hypophthalmichthys molitrix* fish finger with edible Whey protein-monoglyceride during refrigerated storage.

Storage time (days)	Treatments			
	A	B	C	D
Flavour				
0	9.67 Ba	11 Aa	11 Aa	11 Aa
3	8.6 Aa	8 Ab	8 Ab	8 Ab
6	5.3 Ab	5 Ac	5 Ac	5 Ac
9	2.33 Ac	2 Ad	2 Ad	2 Ad
Odour				
0	11 Aa	11 Aa	11 Aa	11 Aa
3	8 Ab	8 Ab	8 Ab	8 Ab
6	5 Ac	5 Ac	5 Ac	5 Ac
9	2 Ad	2 Ad	2 Ad	2 Ad
Colour				
0	8.5 Ba	9.5 Aa	9.33 Aa	9.5 Aa
3	8.5 Ba	7.67 BCb	7.33 Cb	9.5 Aa
6	6.67 Ab	6.5 Ac	5.83 Bc	3.5 Cb
9	2.33 Bc	2.33 Bd	3.5 Ad	3.5 Ab
Fragility				
0	11 Aa	11 Aa	11 Aa	11 Aa
3	8 Ab	8 Ab	8 Ab	8 Ab
6	5 Ac	5 Ac	5 Ac	5 Ac
9	2 Ad	2 Ad	2 Ad	2 Ad

Values are mean \pm standard deviation of three determinations.

Capital letters (A, B, C) in the same line indicate significant differences ($p < 0.05$) of treatment.

Small letters (a, b, c, d) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) of storage.

A: Control, B: 5% WPC - 1.5% Monoglyceride, C: 10% WPC - 2.5% Monoglyceride, D: 15% WPC - 3.5% Monoglyceride.

۵- منابع

- [1] Luna-Guzmán, I. and Barrett, D.M. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology*, 19(1): 61-72.
- [2] Kester, J. J. and Fennema, O. R. 1986. Edible films and coatings: A review. *Food Technology*, 40(12): 47-59.
- [3] Vásconez, M.B., Flores, S.K., Campos, C.A., Alvarado, Juan., Gerschenson, L.N. 2009. Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, 42(7): 762-769.
- [4] Kerry, J.P., O'Grady, M.N., Hogan, S.A. 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science*, 74(1):113-130.
- [5] Zakipour Rahimabadi, E., Elyasi, A., Sahari, M. A., Zare, P. 2011. Effects of frying on proximate and fatty acid characteristics of fish fingers made from mince and surimi of common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Food Sciences and Technology*, 8(29): 1-9 [in Persian].
- [6] Ackman, R.G. and McLeod, C. 1988. Total lipids and nutritionally important fatty acids of some Nova Scotia fish and shellfish food products. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 21 (4): 390-398.
- [7] Yin, M.C. and Cheng, W.S. 2003. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Science*, 63(1): 23-28.
- [8] Seydim, A.C. and Sarikus, G. 2006. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International*, 39(5): 639-644.
- [9] Guilbert, S. 1986. Technology and application of edible protective films. In: Mathlouthi M (ed), *Food packaging and preservation. Theory and practice*. Elsevier Applied Science Publishing Co, London, UK. pp. 371-394.
- [10] Belgheisi, S., Azizi, M., Zohourian, G., Hadian, Z. 2008. Assessment of physical properties of whey protein-mono-glyceride edible film and its coating effect on the moisture loss and sensory properties of fresh mutton. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 3 (3): 83-93 [in Persian].
- [11] Motallebi, A.A., Hassanzati Rostami, A., Khanipour, A.A., Soltani, M. 2012. Effect of edible whey protein coating on the moisture

در کل وجود لاکتوز و دی استیل در این پوشش باعث خوش طعم شدن آن می‌گردد ولی وجود مقادیر بیشتر دی استیل در تیمار D (۱۵٪ WP-۳/۵٪ مونوگلیسرید) افزایش زمان ماندن در محلول پوشش سبب ایجاد طعم تندی در فیش فینگرها می‌گردد [۲۸]. در کل نمونه‌های پوشش شده نسبت به نمونه‌های شاهد دارای طعم و مزه بهتری است.

افزایش ویسکوزیته که در اثر ترکیب آب با WPC در فرمولاسیون تهیه پوشش ایجاد می‌شود، به همراه کیفیت بافت باعث بهبود طعم و مزه نمونه‌ها می‌شود [۲۹]. حفظ رطوبت و جلوگیری از اکسیداسیون به علت وجود مونوگلیسرید استئارات در فرمول پوشش عامل حفظ بوی تازگی در فیش فینگرهای پوشش دار است. شاخص یو در محصولات شیلاتی از عوامل بازدارنده مصرف این محصولات نسبت سایر فرآورده‌های گوشتی است [۳۰].

نتایج نشان دهنده تأثیر خوب پوشش پروتئین آب پنیر - مونوگلیسرید بر فاکتور رنگ فیش فینگرهاست. نمونه‌های پوشش دار از رنگ شفاف‌تری در مقایسه با نمونه‌های شاهد برخوردار بود [۳۱]. شفاف‌تر شدن رنگ در نمونه‌های آزمایشی در مقایسه با نمونه شاهد را می‌توان به دلیل وجود مولکول‌های هیدروفیلیک در ساختمان WPC دانست که می‌تواند با آب محلول و ژل شفاف‌ی را ایجاد نماید. استفاده از این پوشش می‌تواند رنگ و حالت تازگی مواد را حفظ کرده و سبب افزایش زمان ماندگاری محصول در مقایسه با نمونه شاهد شود [۳۲].

۴- نتیجه گیری

نتایج فراسنجه‌های شیمیایی، میکروبی و حسی عملکرد بهتر فیش فینگرهای پوشش شده با تیمار ۱۰٪ پروتئین آب پنیر - ۲/۵٪ مونوگلیسرید (تیمار C) را در مقایسه با سایر تیمارها تأیید می‌کند. به طوریکه کاهش مقادیر pH و افزایش TBA و PV در این تیمار کمتر از سایر تیمارها بود. نتایج ارزیابی میکروبی و حسی نشان از ماندگاری بیشتر این تیمار نسبت به سایر تیمارها دارد. بنابراین تیمار ۱۰٪ پروتئین آب پنیر - ۲/۵٪ مونوگلیسرید (تیمار C) به عنوان پوشش خوراکی فیش فینگرهای تولیدی در کارخانه‌های صنایع غذایی توصیه می‌گردد.

- tissues: A review. *Meat Science*, 35(2): 145-169.
- [22] Gomes, H.A., Silva, E.N., Nascimanto M.R.L., Fukuma H.T. 2003. Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food Chemistry*, 80(3): 433-437.
- [23] Hershko, V., Klein, E., Nussinovitch, A. 1996. Relationships between edible coatings and garlic skin. *Journal of Food Science*, 61(4): 769-777.
- [24] Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y. 2009. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115(1): 66-70.
- [25] Connell, J.J. 1990. Methods of assessing and selecting for quality. In control of fish quality (3rd ed.). Berlin: Springer. 240 pp.
- [26] Seifzadeh, M., Motallebi, A.A., Mazloumi, M.T. 2011. Assessment of chemical, bacterial and sensory properties and food nutritives of Kilka fish covered with whey protein at times 0, 2 and 4 hour. *Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch*, 5(3):1-16 [in Persian].
- [27] Zinoviadou, K.G., Koutsoumanis, K.P., Biliaderis, C.G. 2009. Physico-chemical properties of Whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Sciences*, 82(3): 338-345.
- [28] Stringer, M., Dennis, C. 2000. Chilled foods market. Woodhead Publishing in Food Science and Technology, pp. 123-153.
- [29] Hiroshi, S. 2006. Effect of sodium alginate on change in the state of water and protein denaturation accompanied with dehydration of fish myofibrils. *Nihon suisan cagashi*, 67(2): 274-279.
- [30] Adeli, A. 2008. Principal of marketing and aquatic packaging. entesharat binahayat, 204pp.
- [31] Ben-Gigirey, B., De Sousa, J.M., Villa, T.G., Barros-velazquez, J. 1999. Chemical changes and visual appearance of albacore tuna as related to frozen storage. *Journal of Food Science*, 64: 20-24.
- [32] Rockwer, R.K., Deng, J.C., Otwell, W.S., Cornell, A.J. 2006. Effect of soy flour, soy protein cocentrate and sodiom alginate on the texture attributes of minced fish patties. *Journal of Food Science*, 1048-1052.
- and sensory properties of Kilka fish. *Journal of Food Technology and Nutrition*, 9(4): 39-48 [in Persian].
- [12] Tangestani, R., Alizadeh doughikolae, E., Elyasi, A. 2010. An analysis of the Organoleptic properties of three types of fish fingers produced from silver carp flesh. *Journal of Fisheries, Iranian Journal of Natural Resources*, 63(1): 1-10 [in Persian].
- [13] Hasani, Sh., Alizadeh doughikollae, E., Hayati jafar beygi, E., Kamyab yeghaneh, M. 2012. Quality of Fish Finger Produced from Common carp (*Cyprinus carpio*) During Storage time at 4 °C. *Journal of Fisheries, Iranian Journal of Natural Resources*, 65(2): 169-181 [in Persian].
- [14] Tsironi, T., Dermesonlouoglou, E., Giannakourou, M., Taoukis, P. 2009. Shelf life modeling of frozen shrimp at variable temperature conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 42(2): 664-671.
- [15] Egan, H., Kirk, R.S., Sawyer, T.R. 1997. Pearson's chemical Analysis of Foods. 9th edition. Churchill Livingtone, Edingburgh, Scotland, UK. pp. 609-643.
- [16] Namulema, A., Muyonga, J.H., Kaaya, A.N. 1999. Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C. *Food Research International*, 32(2): 151-156.
- [17] Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M., Yanik, T. 2004. Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *International Journal of Food Microbiology*, 97(2): 209-214.
- [18] Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T. 1991. Sensory evaluation techniques (2nd ed.). Boca Ratón, 1073-1079.
- [19] Elyasi, A. 2009. Quality comparative study of chemical, microbial and sensory analysis of fish fingers made from mince and surimi of common carp (*Cyprinus carpio*). Master Science Project, Faculty of Natural Resources, University of Zabol [in Persian].
- [20] Sikorski, Z.E., Kolakowska, A., Pan, B.S. 1990. The nutritive composition of the major groups of marine food organisms. In: *Seafood: Resources, Nutritional Composition and Preservation*, Sikorski, Z. E. (Ed.) CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. pp. 29-54.
- [21] Raharjo, S. and Sofos J.N. 1993. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle

Effect of edible Whey protein-monoglyceride coating on the quality of *Hypophthalmichthys molitrix* fish finger during refrigerated storage

Sayad, M.¹, Alizadeh Doughikollaee, E.^{2*}, Zakipour Rahimabadi, E.³

1. MSc. in Fish product processing, Faculty of Natural Resources, University of Zabol

2. Associate Prof, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Zabol

3. Associate Prof, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Gilan

(Received: 2015/04/11 Accepted: 2015/09/06)

The aim of this study was to evaluate the effect of edible Whey protein-monoglyceride coating on the quality characteristics of fish finger of *Hypophthalmichthys molitrix* during refrigerated storage. Fish fingers were immersed separately in coating solutions of 5% whey protein concentrate (WPC) - 1.5% Monoglyceride, 10% WPC - 2.5% Monoglyceride and 15% WPC -3.5% Monoglyceride then packed and stored in refrigerator (4°C). Chemical (pH, PV, TBA), microbial parameters (TVC, PTC) and sensory analysis were measured at 0, 3, 6, 9, 12 and 15 days. The results showed that the pH content decreased and peroxide value and thiobarbitoric acid were significantly increased ($P < 0.05$) with increase of storage time. The total viable count (TVC) and psychrotrophic count (PTC) of fish fingers were significantly increased ($P < 0.05$) during refrigerated storage. Results of sensory analysis indicated significant reduction in sensory characteristics of fish fingers during storage. According to results of this study, it can be considered that fish fingers coated with 10% WPC - 2.5% Monoglyceride solution was more effective than the other treatments and increased the shelf life of fish fingers for 3 days.

Keywords: Whey protein, Edible coating, Shelf life, Fish finger

*Corresponding Author E-Mail Address: alizadeh@uoz.ac.ir