

(مقاله پژوهشی)

افزایش عمر ماندگاری فیله ماهی قزل آلا پوشش داده شده با فیلم کازئینات سدیم همراه با عصاره بذر چای

حکیمه طباطبایی^۱، تکتیم مستقیم^{۲*}، علیرضا رحمن^۲

۱- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۵

چکیده

در این مطالعه فیلم‌های خوراکی برپایه کازئینات سدیم حاوی غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد عصاره بذر چای (به عنوان نگهدارنده طبیعی) تهیه شدند و خصوصیات فیزیکی (ضخامت، شفافیت، حلالیت در آب و قابلیت نفوذ بخار آب) و مکانیکی (مقاومت کششی) فیلم‌ها و همچنین کیفیت میکروبی و حسی فیله‌های ماهی قزل آلا پوشش داده شده با آن (نگهداری شده در دمای یخچال) مورد ارزیابی قرار گرفت. اسکن میکروسکوپ الکترونی پوششی به منظور بررسی رابطه ساختار-خصوصیات انجام شد. خصوصیات فیزیکی و مکانیکی مختلف فیلم‌ها تحت تاثیر افزودن عصاره بذر چای قرار گرفت. بکارگیری عصاره بذر چای در فیلم‌های برپایه کازئینات سدیم به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) شاخص‌های ضخامت، قابلیت نفوذ بخار آب و حلالیت در آب را افزایش داد. عصاره بذر چای به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) شفافیت و مقاومت کششی فیلم‌های فعال کازئینات سدیم را کاهش داد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی پوششی نتایج به دست آمده در این مطالعه را تایید نمود. افزایش سطح عصاره بذر چای باعث افزایش ناهمواری و تخلخل و همچنین کاهش فشردگی فیلم‌های کازئینات سدیم شد. نتایج شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها نشان داد که شمارش میکروبی وابسته به غلظت عصاره بذر چای مورد استفاده برای تهیه فیلم‌ها بود. افزایش غلظت عصاره بذر چای منجر به کاهش معنی‌دار ($\log(p < 0.05)$) تعداد میکروارگانیسم‌های موجود در فیله‌های ماهی پوشش داده شده، گردید. بر مبنای نتایج به دست آمده از ارزیابی حسی، فیله‌های پوشش داده شده با فیلم‌های خوراکی برپایه کازئینات سدیم حاوی ۰/۵ و ۱ درصد عصاره بذر چای دارای بالاترین امتیاز، اما فیله‌های پوشش داده شده با فیلم‌های کازئینات سدیم حاوی ۲ درصد عصاره بذر چای از کمترین امتیاز حسی از لحاظ قابلیت پذیرش کلی برخوردار بودند.

واژه های کلیدی: فیلم کازئینات سدیم، نگهدارنده طبیعی، فیله ماهی قزل آلا، مقاومت کششی، اسکن میکروسکوپ الکترونی

پوششی

۱- مقدمه

نگهداری ماهی کلیکا در یخچال پرداختند. بر اساس نتایج این محققین نمونه‌های پوشش‌دار تا پایان مدت زمان سردخانه گذاری از کیفیت خوبی برخوردار بودند اما بر اساس آزمایش‌های حسی، نمونه‌های شاهد پس از سه ماه کیفیت خود را از دست دادند. در تحقیق دیگر یزرگر و همکاران با استفاده از پوشش کازئینات سدیم، به بررسی ماندگاری در یخچال ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان را پرداختند که به نتیجه مشابه رسیدند. تحقیقات چشمگیری در مورد اثر فیلم‌های ساخته شده از پروتئین‌های شیر بر میوه‌ها، سبزیجات و سایر غذاهای لبنی صورت گرفته است؛ درحالی‌که تحقیقات در زمینه به‌کارگیری این فیلم‌ها با غذاهای گوشتی بسیار محدود است بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تأثیر پوشش خوراکی کازئینات سدیم و عصاره بذر چای بر بهبود ماندگاری قزل‌آلای می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- استخراج عصاره بذر چای

ابتدا بذر چای در آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس خشک شد و سپس آن را با آسیابی که اندازه الک‌های آن در محدوده مش ۴۰ بود، به صورت پودر یکنواخت گردید. در مرحله بعد، پودر بذر چای و اتانول ۸۰ درصد با یکدیگر مخلوط شده و به مدت ۴ ساعت در دمای ۳۵ درجه سلسیوس با استفاده از همزن مغناطیسی عصاره آن استخراج گردید. در نهایت عصاره بذر چای به دست آمده تحت شرایط خلا و در دمای ۳۸ درجه سلسیوس به مدت ۱۲ ساعت تغلیظ شد (۶).

۲-۲- تهیه محلول فیلم بر پایه کازئینات سدیم

به طور خلاصه، مقدار ۵ گرم پودر کازئینات سدیم به آرامی به ۱۰۰ گرم آب مقطر اضافه و در دمای ۶۰ درجه سلسیوس تحت شرایط همزدن ثابت نگاه داشته شد. بعد از آنکه کازئینات سدیم به طور کامل حل شد، دما تا ۸۰ درجه سلسیوس بالا برده شد و مخلوط حاصل در همزن با ۵۰۰ دور بر دقیقه به مدت یک ساعت در همین دما نگاه داشته شد. در

فیلم و پوشش‌های خوراکی از بیوپلیمرها تولید می‌شوند. بیوپلیمرهای تشکیل‌دهنده فیلم شامل پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها (کربوهیدرات و صمغ) و لیپیدها می‌باشند. روان‌کننده‌ها و سایر افزودنی‌ها به همراه بیوپلیمرهای تشکیل‌دهنده فیلم، برای تغییر خواص فیزیکی و کاربردی فیلم‌ها استفاده می‌شوند (۸). محصولات غذایی امروزه تنها در منطقه‌ای که تولید می‌شوند، مصرف نمی‌گردد بلکه به مناطق دورتر انتقال می‌یابد و به فروش می‌رسد که لازم است که عمر ماندگاری این محصولات افزایش یابد (۳). قزل‌آلای دارای ارزش غذایی بالایی بوده و تولید آن از دهه ۱۹۵۰ به‌طور تصاعدی در سراسر دنیا، افزایش یافته است؛ هرچند نگهداری در سرما و عمل انجماد روش مناسبی برای نگهداری ماهیان است، اما از واکنش‌های میکروبی و شیمیایی که منجر به کاهش کیفیت ماهی می‌شوند، ممانعت کاملی به عمل نمی‌آورد (۷). کازئینات سدیم پایداری حرارتی مناسبی دارد به‌راحتی می‌توان از آن در تهیه فیلم‌های محلول در آب به دلیل ماهیت کوپل تصادفی و توانایی تشکیل پیوند بین مولکولی هیدروژن، الکترواستاتیک و آب‌دوست استفاده کرد. جنبه‌های مختلف این پلیمر به‌عنوان یک ماتریس از فیلم‌های خوراکی و زیست‌تخریب‌پذیر به‌صورت گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۷). علاوه بر برگ، بذر چای یکی دیگر از محصولات گیاه چای می‌باشد که منبع مناسبی از روغن‌های خوراکی است. روغن بذر چای غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و محتوای اولئیک و لینولئیک به اندازه ۸۰ درصد است که قابل مقایسه با روغن‌زیتون بوده و علاوه بر این، برخی دیگر از ترکیبات زیست‌فعال مهم مانند پلی‌فنول‌ها، توکوفرول‌ها، فیتواسترول‌ها و بتا-کاروتن‌ها نیز در عصاره بذر چای گزارش شده است (۱۹). سیف زاده و همکاران به بررسی تأثیر پوشش سدیم آلژینات جهت

۲-۵- بررسی قابلیت نفوذ بخار آب^۲ فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای

به منظور بررسی قابلیت نفوذ بخار آب، به طور خلاصه ظروف شیشه‌ای حاوی کلرید کلسیم بدون آب را به وسیله فیلم‌های مورد نظر پوشانده و سپس این ظروف را با پارافیلیم درزبندی و در ظرف حاوی آب نمک اشباع (رطوبت نسبی ۷۵) قرار گرفت. با توجه به اختلاف وزن ظرف‌ها، میزان قابلیت نفوذ به بخار آب سنجیده شد (۹).

۲-۶- بررسی حلالیت فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای

ابتدا فیلم‌ها با ابعاد ۴×۴ سانتی‌متر مربع در آون با دمای ۵۰ درجه سلسیوس به منظور رسیدن به وزن ثابت خشک و سپس وزن آن با ترازو سنجیده شدند. نمونه‌های خشک شده در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر با دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت تحت شرایط همزنی ثابت قرار داده شدند. بعد از این مدت قطعات فیلم به وسیله کاغذ صافی از آب جدا و پس از خشک کردن در آون با دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس، توزین گردیدند (۲۱).

۲-۷- بررسی شفافیت فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای

ابتدا نمونه‌های فیلم مستطیل شکل (۲۰×۴۰ میلی‌متر مربع) در داخل ظرف حاوی نیترات منیزیم (رطوبت نسبی ۵۳ درصد) قرار گرفته و پس از تعادل رطوبت، نمونه‌های فیلم بر روی سل دستگاه اسپکتروفتومتر (Sigma، آلمان) با چسب نواری شفاف چسبانده و در داخل دستگاه اسپکتروفتومتر قرار گرفته و مقدار جذب نور در ۵۶۰ نانومتر قرائت شد (۲۲).

نهایت عصاره بذر چای با سطوح مختلف (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) به مخلوط به دست آمده در حین سرد کردن، اضافه شد و در ادامه به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی فیلم‌ها، ۳۵ میلی‌لیتر از محلول حاصل در ظرف سیلیکونی ریخته شد و در ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید. از این محلول پایه فیلم نیز برای پوشش دادن فیله ماهی قزل‌آلا نیز استفاده شد (۸).

۲-۳- پوشش دادن سطح فیله ماهی با استفاده از محلول فیلم کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای

پس از تهیه شدن محلول فیلم حاوی عصاره بذر چای (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد)، به منظور پوشش دادن فیله‌های، نمونه‌ها به مدت سه دقیقه در محلول فیلم (به دست آمده از تیمارهای مختلف که در بالا بیان شد) خوابانده شدند و در نهایت آن‌ها از محلول خارج و به مدت ۱ ساعت تحت شرایط اسپتیک در دمای ۳۰ درجه سلسیوس خشک گردیدند و در بسته‌بندهای استریل تحت شرایط یخچال به مدت ۱۲ روز نگهداری شدند (۱۲).

۲-۴- بررسی خصوصیات بافتی فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای

خصوصیات مکانیکی فیلم‌ها از جمله مقاومت در مقابل کشش و درصد کشش فیلم‌ها با استفاده از دستگاه بافت سنج (Farnell انگلستان) طبق دستورالعمل AACC (۲۰۰۱)، مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمون‌های مقاومت در مقابل کشش و درصد کشش فیلم‌ها با استفاده از لود سل ۵۰ کیلوگرمی انجام شد. نمونه‌های مستطیلی شکل و دارای ۱۰ میلی‌متر پهنا و ۱۰۰ میلی‌متر طول در نظر گرفته شدند. فاصله فک‌ها از یکدیگر ۵۰ میلی‌متر و سرعت فک‌ها ۳۰ میلی‌متر بر دقیقه تا نقطه شکست فیلم ثبت شد

صفحه‌ای انجام گردید. نمونه‌ها در ۳۵ درجه سلسیوس و به مدت ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری و شمارش کلی بر مبنای \log CFU/g بیان شدند (۱۲).

۲-۱۱- ارزیابی حسی

جهت ارزیابی حسی فیله‌های خام ماهی پوشش داده شده، شاخص‌هایی نظیر (بافت، رنگ، بو و پذیرش کلی) از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده شد و امتیاز بندی کلی حاصل مجموع امتیازات داده شده به شاخص‌های حسی (در سطوح ارزیابی ۱ تا ۵؛ ۱: غیر قابل مصرف یا خیلی ضعیف؛ ۲: غیر قابل قبول یا ضعیف؛ ۳: قابل قبول یا متوسط؛ ۴: رضایت بخش یا خوب و ۵: بسیار رضایت بخش یا خیلی خوب) بود (۱۱).

۲-۱۲- تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به این که این پژوهش بر اساس ۴ سطح استفاده از عصاره بذریچای در ساختار فیلم خوراکی کازئینات سدیم (۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) و نمونه شاهد بود و آزمایشات در سه تکرار انجام شد، لذا حجم نمونه‌های مورد بررسی برابر با ۱۵ بود. تیمارهای حاصل از این طرح در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شدند. نتایج حاصل از آزمایشات فیزیکی و شیمیایی و میکروبی به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها از طریق تحلیل واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS.22 انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد ($p < 0.05$) استفاده گردید. جهت رسم نمودارهای حاصل نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

۲-۸- بررسی ضخامت فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات

سدیم حاوی عصاره بذریچای

ضخامت هریک از فیلم‌ها با میکرومتر دیجیتالی در ۵ نقطه گوناگون از فیلم به طور تصادفی انتخاب و تعیین شد. میانگین این نقاط به صورت ضخامت بیان شدند (۸).

۲-۹- بررسی خصوصیات ریزساختاری فیلم‌های خوراکی

بر پایه کازئینات سدیم حاوی عصاره بذریچای

به منظور بررسی تاثیر افزودن عصاره بذریچای (۰/۵ و ۱ درصد) بر خصوصیات ریزساختاری فیلم‌های تولید شده، از تصاویر میکروسکوپ الکترونی پوششی^۱ (Philips XL 30، هلند) از سطح فیلم‌ها استفاده شد. فیلم‌ها قبل از تصویر برداری با ابعاد 5×1 میلی‌متر مربع بریده و با لایه‌ای از طلا پوشانده شدند (۸).

۲-۱۰- بررسی خصوصیات ضد میکروبی پوشش کازئینات

سدیم حاوی عصاره بذریچای

پس از ۱۲ روز نگهداری شمارش کلی سلول‌های زنده و شمارش باکتری‌های سرمادوست به منظور بررسی خواص ضد میکروبی پوشش‌های ایجاد شده روی نمونه‌های فیله ماهی قزل آلا طبق روش (۱۲)، به صورت زیر انجام شد. ۲۵ گرم از هر نمونه پوشش داده شده با ۲۲۵ میلی‌لیتر بافر فسفات به مدت ۲ دقیقه در مخلوط کن استریل هم زده شد تا غلظت 0.1 گرم در میلی‌لیتر حاصل شود، سپس مخلوط حاصل تا ۱۰ برابر رقیق شد تا غلظت 10^{-2} تا 10^{-8} گرم در میلی‌لیتر حاصل شدند. شمارش کلی سلول‌های زنده و شمارش باکتری‌های سرما دوست به وسیله روش اختلاطی^۲ و با استفاده از شمارش

1- Scanning Electron Microscopy

2- Pour Plate

جدول ۱- تیمارهای مورد مطالعه در این پژوهش

شماره نمونه	درصد استفاده از عصاره بذر چای در ساختار فیلم خوراکی برپایه کازئینات سدیم
تیمار ۱ (شاهد)	۰
تیمار ۲	۰/۵
تیمار ۳	۱
تیمار ۴	۱/۵
تیمار ۵	۲

۳- نتیجه و بحث

۳-۱- تاثیر درصدهای مختلف عصاره بذر چای روی ضخامت فیلم کازئینات سدیم

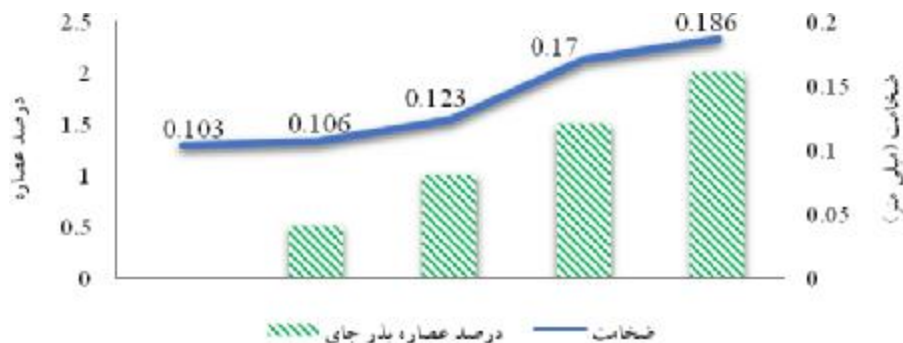
نتایج حاصل از تحلیل واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن به منظور بررسی تاثیر درصدهای مختلف عصاره بذر چای روی ضخامت فیلم‌های برپایه کازئینات سدیم در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد با افزایش درصد عصاره بذر چای میزان ضخامت نمونه‌های فیلم افزایش می‌یابد (شکل ۱). به طوری که تیمارهای حاوی ۱/۵ و ۲ درصد عصاره بذر چای به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) دارای ضخامت بالاتری نسبت به نمونه شاهد و سایر تیمارها می‌باشند. البته غلظت‌های پایین عصاره باعث ایجاد تغییرات معنی‌دار در ضخامت فیلم‌ها نشد

($p > 0.05$)، به طوری که کمترین ضخامت (۰/۱۰۳ میلی‌متر) و بیشترین ضخامت (۰/۱۸۶ میلی‌متر) به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و نمونه‌های ۲ درصد عصاره بذر چای بود. با توجه به عکس‌های میکروسکوپ الکترونی، با افزودن عصاره بذر چای، فیلم‌های تولیدی بافتی اسفنجی پیدا کردند که چنین ساختاری می‌تواند به افزایش ضخامت فیلم‌های خوراکی بیانجامد. همچنین این منافذ می‌توانند با محبوس کردن مولکول‌های آب منجر به افزایش رطوبت و تورم فیلم‌ها و افزایش ضخامت آن‌ها گردند. دیگر محققان تغییرات ضخامت فیلم‌های خوراکی را در اثر افزودن ترکیبات ضد میکروبی تأیید می‌کنند. به عنوان نمونه (۹)، گزارش دادند که افزودن دارچین، میخک و آویشن به فیلم کازئینات سدیم به افزایش ضخامت فیلم ضد میکروبی حاصل می‌انجامد.

جدول ۲- نتایج تاثیر عصاره بذر چای روی خصوصیات فیزیکی (ضخامت، شفافیت و حلالیت) فیلم خوراکی کازئینات سدیم

ویژگی فیزیکی	ضخامت (میلی‌متر)	شفافیت فیلم	حلالیت فیلم در آب
صفر (نمونه شاهد)	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۰۵ ^b	۲/۹۸ ± ۰/۰۴ ^a	۳۲/۶۲ ± ۰/۴۷ ^d
۰/۵	۰/۱۰۶ ± ۰/۰۱۵ ^b	۲/۸۰ ± ۰/۰۵ ^b	۵۶/۷۶ ± ۰/۳۴ ^c
۱	۰/۱۲۳ ± ۰/۰۰۵ ^b	۲/۵۶ ± ۰/۱۲ ^c	۶۱/۸۱ ± ۰/۳۴ ^b
۱/۵	۰/۱۷۰ ± ۰/۰۱۰ ^a	۲/۱۹ ± ۰/۱۱ ^d	۶۲/۶۷ ± ۰/۳۵ ^b
۲	۰/۱۸۶ ± ۰/۰۱۵ ^a	۱/۷۷ ± ۰/۰۹ ^c	۶۶/۸۶ ± ۱/۵۵ ^a

* حروف متفاوت a-e نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

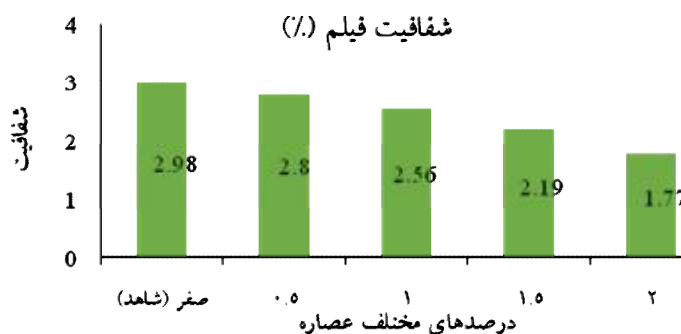


شکل ۱- تاثیر افزودن غلظت‌های مختلف عصاره بذر چای روی ضخامت فیلم خوراکی کازئینات سدیم

۲-۳- تاثیر افزودن عصاره بذر چای روی شفافیت فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم

نتایج حاصل از تاثیر افزودن درصدهای مختلف عصاره بذر چای روی شفافیت فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است، با افزایش درصد عصاره بذر چای در تهیه فیلم بر پایه نشاسته، میزان شفافیت نمونه‌ها به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) کاهش می‌یابد. به طوری که بالاترین شفافیت (۲/۹۸ درصد) مربوط به تیمار شاهد و کمترین شفافیت (۱/۷۷ درصد) مربوط به نمونه فیلم کازئینات سدیم حاوی ۲ درصد عصاره بذر چای بود. شفافیت فیلم یکی از خصوصیات مطلوب آن می‌باشد که سبب می‌شود مصرف‌کننده به طور

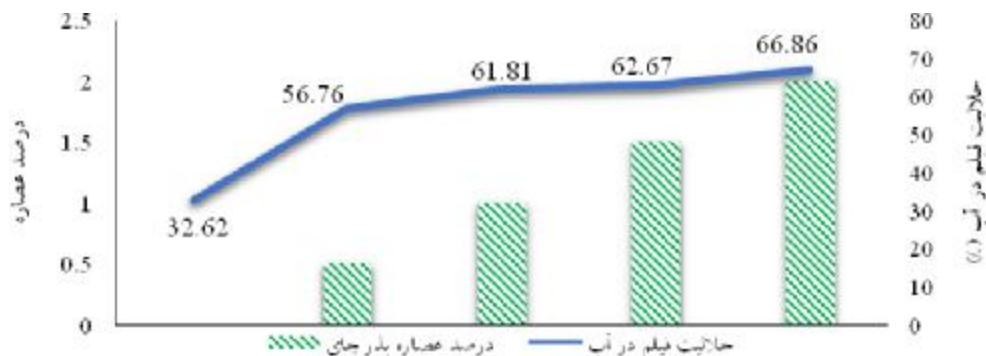
واضح محصول داخل بسته‌بندی را ببیند. آزمون کدورت سنجی به منظور بررسی شفافیت فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان بالاتر کدورت به معنی شفافیت کمتر فیلم می‌باشد (۲۰). با توجه به رنگ قهوه‌ای تیره‌ای که عصاره بذر چای داشت کاهش شفافیت فیلم‌های خوراکی کازئینات سدیم در غلظت‌های بالاتر عصاره دور از انتظار نبود. البته افزایش منافذ ناشی از افزودن عصاره بذر چای موجب تسهیل عبور نور از ساختار فیلم می‌گردد که این امر از کاهش بیش از حد شفافیت فیلم‌ها کازئینات سدیم جلوگیری می‌نماید. (۲۱) گزارش دادند که افزایش غلظت روغن زیتون و اسید اولئیک در ساختار فیلم خوراکی تهیه شده از آلومین سفیده تخم مرغ موجب افزایش کدورت و کاهش شفافیت فیلم حاصل شد (۲۱).



شکل ۲- تغییرات میزان شفافیت فیلم‌های کازئینات سدیم حاوی درصدهای مختلف عصاره بذر چای

افزودن عصاره، تاثیر بیشتری در مقایسه با ترکیبات آب‌گریز موجود در این عصاره داشته است چون انتظار می‌رفت به واسطه حضور ترکیبات آب‌گریز کاهش یابد. فیلم‌های خوراکی برپایه پروتئین‌ها بخصوص پروتئین‌های شیر دارای خصوصیات مکانیکی و ممانعت‌کنندگی مناسبی نسبت به فیلم‌های برپایه پلی‌ساکاریدها می‌باشند. علاوه بر خصوصیات تغذیه‌ای فیلم‌های تهیه شده از پروتئین‌های شیر مانند کازئین، این فیلم‌ها دارای چندین خصوصیت فیزیکی مهم می‌باشند مثل حلالیت آن‌ها در آب و توانایی عمل کردن به عنوان امولسیفایر که در کارآیی فیلم نقش مهمی دارند (۱۰). Orliac و همکاران (۲۰۰۲)، افزایش حلالیت فیلم‌های تهیه شده از ایزوله پروتئین آفتابگردان حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و پلی‌فنولی را گزارش دادند (۱۶).

۳-۳- تاثیر عصاره بذر چای بر روی میزان حلالیت در آب فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم
 نتایج مقایسه میانگین داده‌ها از لحاظ تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره بذر چای روی میزان حلالیت در آب فیلم‌های خوراکی برپایه کازئینات سدیم در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد که به موازات افزایش درصد عصاره بذر چای در فرمولاسیون فیلم خوراکی برپایه کازئینات سدیم میزان حلالیت آن‌ها به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) افزایش یافت، به طوری که کمترین حلالیت (۳۲/۶۲) مربوطه تیمار شاهد و بیشترین حلالیت (۶۶/۸۶) مربوط به نمونه فیلم حاوی ۲ درصد عصاره بذر چای بود. در غلظت‌های بالاتر عصاره به دلیل افزایش منافذ و حفرات ایجاد شده در ساختار فیلم حلالیت به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) افزایش می‌یابد. پس بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تخریب ساختار فیلم‌ها به علت



شکل ۳- تاثیر افزودن درصدهای مختلف عصاره بذر چای روی میزان حلالیت فیلم‌های کازئینات سدیم در آب

۳-۴- تاثیر عصاره بذر چای روی میزان مقاومت کششی فیلم های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم

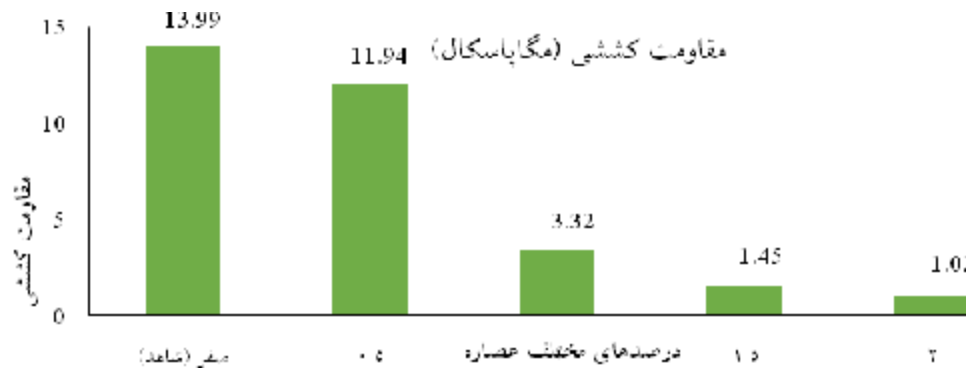
نتایج حاصل از تحلیل واریانس داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در مورد تاثیر استفاده از درصد های مختلف عصاره بذر چای روی مقاومت کششی فیلم های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طور که در شکل ۴ نشان داده شده افزایش درصد عصاره بذر چای از ۰/۵ به ۲ درصد به طور معنی داری ($p < 0.05$) سبب کاهش مقاومت کششی نمونه ها شد. همچنین نتایج نشان داد که بین مقاومت کششی تیمار شاهد و نمونه فیلم کازئینات سدیم حاوی ۰/۵ درصد عصاره بذر چای از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود ندارد ($p > 0.05$) ولی این دو نمونه اختلاف معنی داری ($p < 0.05$) از لحاظ مقاومت کششی نسبت به سایر تیمارها نشان دادند. با توجه به

آن که یکی از ترکیبات اصلی موجود در عصاره های گیاهی ترکیبات فنولی می باشد لذا دلیل این رفتار کاهش مقاومت کششی احتمالا به این خاطر است که گاهی اوقات ترکیبات فنولی در غلظت های بسیار کم منجر به افزایش اتصالات عرضی بین پروتئین ها و در نتیجه باعث افزایش مقاومت فیلم های خوراکی می شوند، اما با افزایش غلظت این ترکیبات، پیوندهای آب گریز منجر به تخریب پیوندهای پروتئین- پروتئین می گردند که این عمل به نوبه خود منجر به تضعیف ساختار و کاهش مقاومت کششی فیلم های خوراکی می گردد (۱۴). همچنین به طور مشابهی Lim و همکاران (۲۰۱۰)، کاهش مقاومت کششی ناشی از افزودن عصاره دانه گریپ فروت برای فیلم کامپوزیتی بر پایه Gelidium corneum (نوعی جلبک قرمز حاوی آگار) و نانوذرات رس، را گزارش دادند (۱۳).

جدول ۳- نتایج تاثیر عصاره بذر چای روی خصوصیات فیزیکی (مقاومت کششی و قابلیت نفوذ بخار آب) و میکروبی فیلم خوراکی بر پایه کازئینات سدیم

ویژگی	مقاومت کششی (مگاپاسکال)	قابلیت نفوذ بخار آب	شمارش کلی میکروارگانیسم ها
درصد عصاره		$\times 10^{-10}$ (g/smPa)	(log CFU/g)
صفر (نمونه شاهد)	$13/99 \pm 4/12^a$	$2/22 \pm 0/01^d$	$9/312 \pm 0/063^a$
۰/۵	$11/94 \pm 2/22^a$	$3/93 \pm 0/01^c$	$8/874 \pm 0/015^b$
۱	$3/32 \pm 0/66^b$	$3/95 \pm 0/01^c$	$8/782 \pm 0/011^b$
۱/۵	$1/45 \pm 0/56^b$	$4/21 \pm 0/01^b$	$8/269 \pm 0/014^c$
۲	$1/02 \pm 0/46^b$	$4/32 \pm 0/01^a$	$7/149 \pm 0/095^d$

* حروف متفاوت a-e نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

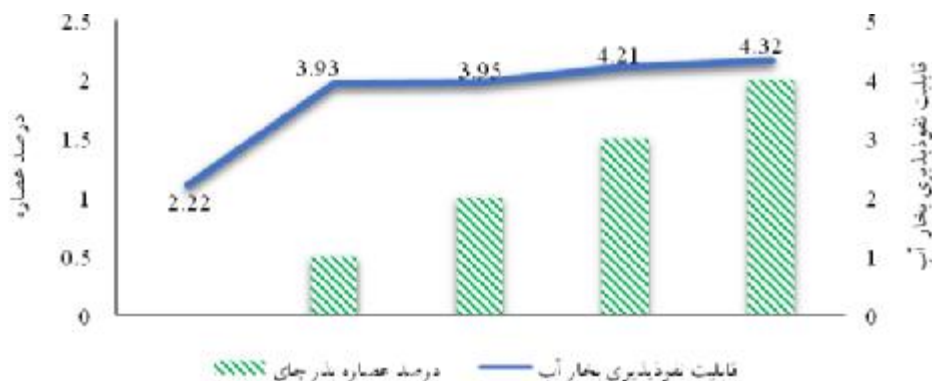


شکل ۴- مقاومت کششی فیلم‌های برپایه کازئینات سدیم حاوی درصدهای مختلف عصاره بذر چای

در ماتریس فیلم می‌باشد (۱۵). احتمالاً به دلیل حضور مقدار قابل توجهی ترکیبات آب‌دوست مانند ترکیبات فنولی در عصاره بذر چای، قابلیت نفوذپذیری فیلم‌های کازئینات سدیم افزایش می‌یابد. همان‌طور که قبل بیان شد عصاره بذر چای ساختار متخلخل مانند و غیریکنواختی را در فیلم‌ها ایجاد می‌نماید که حالت فشردگی و یکپارچگی آن را به هم می‌زند که این امر منجر به تسهیل عبور مولکول‌های آب از لابلای ماتریس فیلم خواهد شد. Pruneda و همکاران (۲۰۰۸)، گزارش دادند که با بکارگیری عصاره پونه کوهی در تهیه فیلم خوراکی برپایه ایزوله پروتئین سویا قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم‌های حاصل افزایش می‌یابد. این محققین بیان کردند که افزایش قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم‌های خوراکی ناشی از وجود ترکیبات آب‌دوست مثل ترکیبات پلی‌فنولی و فلاونوئیدی می‌باشد (۱۸).

۳-۵- قابلیت نفوذپذیری فیلم‌های کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها از لحاظ قابلیت نفوذپذیری فیلم‌های خوراکی برپایه کازئینات سدیم حاوی درصدهای مختلف عصاره بذر چای در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که در شکل ۵ نشان داده شده، واضح است که با افزایش درصد عصاره بذر چای در فرمولاسیون فیلم خوراکی برپایه کازئینات سدیم، میزان نفوذپذیری فیلم‌ها به بخار آب به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) افزایش می‌یابد. با این وجود بین قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم‌های کازئینات سدیم حاوی ۱ و ۱/۵ درصد عصاره بذر چای تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نشد ($p > 0.05$). قابلیت نفوذپذیری به بخار آب فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی وابسته به وجود ترکیبات آب‌دوست و آب‌گریز و برهم‌کنش آن‌ها



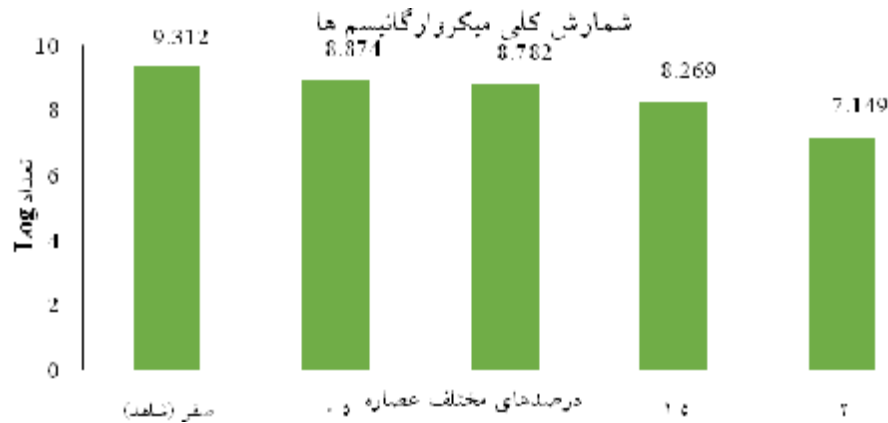
شکل ۵- تاثیر افزودن درصدهای مختلف عصاره بذر چای روی قابلیت نفوذپذیری بخار آب فیلم کازئینات سدیم

درصد عصاره بذر چای از لحاظ آماری تفاوت معنی داری وجود نداد ($p > 0.05$). معمولاً ترکیبات با گروه های فنولی در این ارتباط موثرتر هستند. در این میان گزارش شده که اسانس های میخک، آویشن، دارچین، رزماری و وانیل فعالیت ضد میکروبی قابل ضد میکروبی قابل توجهی دارند. این اسانس ها و عصاره ها معمولاً فعالیت بازدارندگی علیه باکتری های گرم مثبت و گرم منفی را دارا می باشند (۵). بر این اساس می توان نتیجه گرفت که احتمالاً به دلیل وجود ترکیبات زیست فعالی مثل ترکیبات فنولی که در عصاره بذر چای وجود دارند (۱۳). جمعیت میکروارگانیسم های موجود در فیله های ماهی پوشش داده شده با پوشش های فعال کازئینات سدیم کاهش می یابد. Broumand و همکاران (۲۰۱۱)، فعالیت ضد میکروبی فیلم خوراکی بر پایه کازئینات سدیم حاوی عصاره آویشن شیرازی را گزارش دادند (۴).

۳-۶- نتایج شمارش کلی میکروارگانیسم های موجود در

فیله ماهی قزل آلا ی پوشش داده شده

نتایج حاصل از شمارش کلی میکروارگانیسم های موجود در فیله ماهی قزل آلا ی پوشش داده شده با پوشش خوراکی بر پایه کازئینات سدیم حاوی درصدهای مختلف عصاره بذر چای در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طور که در شکل ۶ مشاهده می شود، افزایش درصد عصاره بذر چای بکار رفته در تهیه پوشش خوراکی جهت روکش نمودن فیله های ماهی قزل آلا موجب کاهش معنی دار ($p < 0.05$) شمارش کلی میکروارگانیسم ها در محصول می شود. بر این اساس نتایج نشان می دهد که تعداد میکروارگانیسم ها وابسته به غلظت عصاره بذر چای مورد استفاده در تهیه پوشش کازئینات سدیم است، با این وجود بین تعداد باکتری های موجود در نمونه پوشش داده شده با فیلم های کازئینات سدیم حاوی ۱/۵ و ۱



شکل ۶- شمارش کلی میکروارگانیسم‌های موجود در فیله ماهی قزل آلا پوشش داده شده با کازئینات سدیم

۳-۲- نتایج خصوصیات حسی ناشی از بکارگیری پوشش خوراکی حاوی عصاره بذر چای

نتایج حاصل از بررسی تاثیر استفاده از پوشش خوراکی کازئینات سدیم حاوی درصدهای مختلف از عصاره بذر چای جهت پوشش دادن فیله ماهی قزل آلا در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است، استفاده از پوشش خوراکی برپایه کازئینات سدیم حاوی درصدهای مختلف عصاره بذر چای از لحاظ آماری روی خصوصیات بافتی و بوی فیله‌های ماهی قزل آلا پوشش داده شده تاثیر معنی‌داری از لحاظ آماری نگذاشت ($p > 0.05$). از طرف دیگر استفاده از ۲ درصد عصاره بذر چای در فیله‌های ماهی پوشش داده شده با پوشش خوراکی برپایه کازئینات سدیم

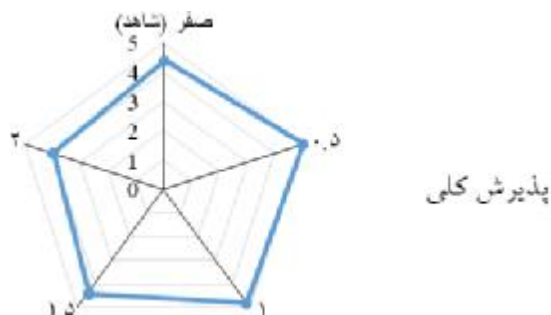
سبب کمترین امتیاز حسی از لحاظ رنگ نسبت به بقیه نمونه‌ها و نمونه شاهد شد. همچنین همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده، بالاترین امتیاز حسی از لحاظ پذیرش کلی محصول به ترتیب مربوط به نمونه پوشش‌های حاوی ۰/۵ و ۱ درصد عصاره بذر چای بود، با این وجود از لحاظ آماری امتیاز حسی مربوط به پذیرش کلی تیمار شاهد و تیمار حاوی ۲ درصد عصاره بذر چای تفاوت معنی‌داری بایکدیگر نداشت ($p > 0.05$). همان‌طور که انتظار می‌رفت ترکیب عصاره بذر چای و فیلم کازئینات سدیم سبب ایجاد تغییرات مطلوب از لحاظ خصوصیات حسی خواهد شد، که سبب افزایش ماندگاری محصول پوشش داده گردید.

جدول ۴- نتایج خصوصیات حسی ماهی قزل آلا پوشش داده شده با پوشش خوراکی کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای

ویژگی حسی	بافت	رنگ	بو	پذیرش کلی
صفر (نمونه شاهد)	$4/40 \pm 0/54^a$	$5/00 \pm 0/00^a$	$5/00 \pm 0/00^a$	$4/40 \pm 0/54^{bc}$
۰/۵	$4/60 \pm 0/54^a$	$5/00 \pm 0/00^a$	$5/00 \pm 0/00^a$	$5/00 \pm 0/00^a$
۱	$4/60 \pm 0/54^a$	$4/80 \pm 0/44^a$	$5/00 \pm 0/00^a$	$4/80 \pm 0/44^{ab}$
۱/۵	$4/60 \pm 0/54^a$	$5/00 \pm 0/54^a$	$5/00 \pm 0/00^a$	$4/40 \pm 0/54^{bc}$
۲	$4/00 \pm 0/00^a$	$4/00 \pm 0/00^b$	$5/00 \pm 0/00^a$	$4/00 \pm 0/00^c$

* حروف متفاوت a-c نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌داری در سطح

احتمال ۵ درصد می‌باشد.

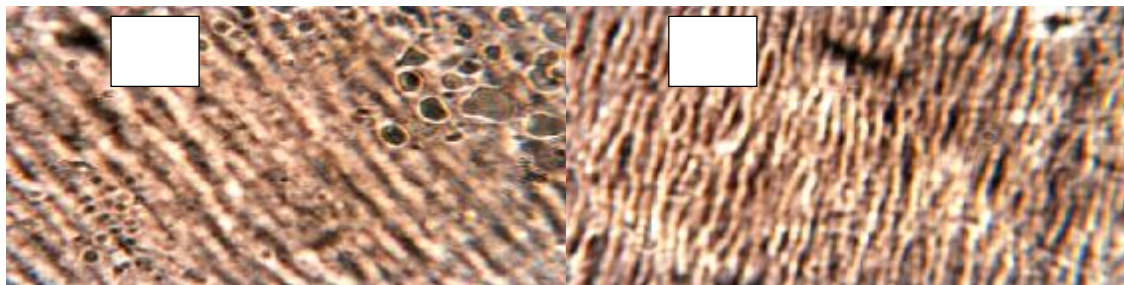


شکل ۷- مقایسه پذیرش کلی فیله‌های ماهی قزل آلا ی پوشش داده شده با پوشش فعال کازئینات سدیم

۰/۵ درصد (شکل ۵-۱ ب) آن منجر به ایجاد حفرات و ناهمواری‌های مختلفی روی سطح فیلم می‌شود که منجر به تخریب ساختار یکپارچه فیلم خواهد شد. همان طور که قبلاً بیان شد این تخریب ساختار و ایجاد گسیختگی در آن خصوصیات فیزیکی فیلم از قبیل قابلیت نفوذ بخار آب، حلالیت در آب و خصوصیات مکانیکی فیلم را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین نتایج حاصل از تصاویر میکروسکوپ الکترونی نتایج این پژوهش را تایید می‌نمایند. چنین نتایجی با نتایج (۸)، نیز مطابقت داشت.

۳-۸- بررسی ریزساختار و خصوصیات مورفولوژیکی فیلم‌های خوراکی

شکل ۸ بررسی ریزساختار فیلم های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم حاوی درصد‌های مختلف عصاره بذر چای (۰/۵ و ۱ درصد) با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) را نشان می‌دهد. همان‌طور که بیان شد استفاده از عصاره بذر چای در تهیه فیلم‌های خوراکی فعال سبب افزایش حالت متخلخل و کاهش فشردگی و یکپارچگی فیلم‌ها خواهد شد. با توجه به تصاویر به خوبی مشخص است که استفاده از غلظت ۱ درصد عصاره بذر چای (شکل ۵-۱ الف) در مقایسه با غلظت



شکل ۸- تصاویر میکروسکوپ الکترونی (بزرگ‌نمایی ۱۰x) از ریزساختار فیلم‌های خوراکی بر پایه کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای. (الف) فیلم کازئینات سدیم حاوی ۱ درصد عصاره بذر چای و (ب) فیلم کازئینات سدیم حاوی ۰/۵ درصد عصاره بذر چای.

غذایی می‌توانند عمر ماندگاری مواد غذایی فرآوری شده یا نشده را افزایش دهند. استفاده از اسانس‌های گیاهی به جای مواد نگهدارنده شیمیایی نگرانی‌های ناشی از مصرف این

۴- نتیجه گیری

آلودگی میکروبی یکی از مشکلات بزرگ در نگهداری مواد غذایی می باشد. ترکیبات ضد میکروبی موجود در مواد

۵- سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس تقدیر و تشکر میگردد.

۶- منابع

۱. سیف‌زاده، م.، مطلبی، ع. و مظلومی، م.ت. (۱۳۹۰). تأثیر پوشش دادن با فیلم سدیم آلزینات روی کیفیت و مدت زمان ماندگاری ماهی کلیکا منجمد (*Clupidae delicula*). مجله علوم و فنون دریایی، ۱۰، جلد ۱۰، شماره ۱، ۷۷-۶۵.
۲. زرگر، م.، یگانه، س.، رضوی، س.ه. و اجاق، س.م. (۱۳۹۳). تأثیر پوشش خوراکی کازئینات سدیم بر کیفیت ماهی قزل آلی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در دمای یخچال، فصلنامه علوم صنایع غذایی، جلد ۱۴۴، شماره ۱۱، ۸۱-۷۱.

3. Bigi, A., Cojazzi, G., Panzavolta, S., Roveri, N. and Rubini, K. 2002. "Stabilization of gelatin films by crosslinking with genipin." *Biomaterials* 23(24): 4827-4832.
4. Bourtoom, T. 2008. "Edible films and coatings: characteristics and properties," *International Food Research Journal*, 15(3): 237-248.
5. Burt, S. 2004. "Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review," *International journal of food microbiology*, 94(3): 223-253.
6. Emam-Djomeh, Z., Moghaddam, A. and Yasini Ardakani, S.A. 2015. "Antimicrobial Activity of Pomegranate (*Punica granatum L.*) Peel Extract, Physical, Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties of Pomegranate Peel Extract-incorporated Sodium Caseinate Film and Application in Packaging for Ground Beef," *Packaging Technology and Science*, 28(10): 869-881.
7. 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," *Food Chemistry*, 115(1): 66-70.
8. Gennadios, A. 2002. Protein-based films and coatings, CRC press.
9. Hosseini, M., Razavi, S. and Mousavi, M. 2009. "Antimicrobial, physical and mechanical

گونه مواد را کاهش می‌دهد. ترکیب و ساختار گروه‌های عاملی موجود در عصاره‌ها و اسانس‌ها نقش مهمی در فعالیت ضد میکروبی آنها ایفا می‌کنند. معمولاً ترکیباتی که دارای گروه‌های فنلی هستند، موثرترند. پس بنابراین استفاده از عصاره‌های گیاهی و بکارگیری آن‌ها در فرمولاسیون فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به عنوان پوشش‌های فعال یکی از راه‌های موثر برای جلوگیری از فساد میکروبی و افزایش عمر ماندگاری محصولات غذایی است. از این‌رو در طی این مطالعه سعی شد با به کارگیری عصاره بذر چای در فرمولاسیون فیلم خوراکی برپایه کازئینات سدیم و استفاده از آن جهت پوشش دادن ماهی قزل آلا از فساد میکروبی آن طی نگهداری جلوگیری و خصوصیات فیلم مورد نظر مورد بررسی قرار گیرد. نتایج نشان داد که به موازات افزایش غلظت عصاره بذر چای در فرمولاسیون فیلم خوراکی برپایه کازئینات سدیم میزان ضخامت و حلالیت فیلم در آب نیز به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) افزایش یافت. از طرف دیگر افزایش غلظت عصاره بذر چای موجب شد تا به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) شفافیت و مقاومت در مقابل کشش فیلم‌ها کاهش یابد. همچنین بررسی‌ها نشان داد که افزایش درصد عصاره سبب افزایش قابلیت نفوذپذیری به بخار آب فیلم‌ها شد. نتایج شمارش کلی میکروارگانیسم‌های موجود در فیله‌های ماهی پوشش داده شده با فیلم کازئینات سدیم حاوی عصاره بذر چای نشان داد که با افزایش درصد عصاره به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) \log تعداد باکتری‌ها کاهش یافت. بررسی‌های ریزساختاری با میکروسکوپ الکترونی نشان داد که افزایش درصد عصاره در فرمولاسیون فیلم‌ها موجب حالت اسفنجی، افزایش تخلخل و کاهش یکپارچگی در آن‌ها شد. نتایج ارزیابی حسی فیله‌های ماهی قزل آلی پوشش داده شده نشان داد که فیله‌های پوشش داده شده با پوشش‌های حاوی ۰/۵ و ۱ درصد عصاره بذر چای دارای بالاترین پذیرش کلی نسبت به سایر تیمارها بودند.

- production using microbial transglutaminase, *Biomacromolecules*, 11(4): 896-903.
18. Pruneda, E., Peralta-Hernández, J., Esquivel, K., Lee, S., Godínez, L., and Mendoza, S. 2008. "Water Vapor Permeability, Mechanical Properties and Antioxidant Effect of Mexican Oregano–Soy Based Edible Films.", *Journal of food science*, 73(6): C488-C493.
19. Shao, P., Liu, Q., Fang, Z. and Sun, P. 2015. Chemical composition, thermal stability and antioxidant properties of tea seed oils obtained by different extraction methods: Supercritical fluid extraction yields the best oil quality." *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(3): 355-365.
20. Shojae-Aliabadi, S., Mohammadifar, M. A., Hosseini, H., Mohammadi, A., Ghasemlou, M., S. M. Hosseini, S.M., M. Haghshenas, M. and R. Khaksar, R. 2014. "Characterization of nanobiocomposite kappa-carrageenan film with Zataria multiflora essential oil and nanoclay, *International journal of biological macromolecules*, 69: 282-289.
21. Taqi, A., Askar, K. A., Nagy, K., Mutihac, L. and Stamatina, I. 2011. "Effect of different concentrations of olive oil and oleic acid on the mechanical properties of albumen (egg white) edible films, *African Journal of Biotechnology*, 10(60): 12963-12972.
22. Tunç, S. and Duman. O. 2007. "Thermodynamic properties and moisture adsorption isotherms of cottonseed protein isolate and different forms of cottonseed samples, *Journal of Food Engineering*, 81(1): 1. 33-143.
- properties of chitosan-based films incorporated with thyme, clove and cinnamon essential oils, *Journal of Food Processing and Preservation*, 33(6): 727-743.
10. Khwaldia, K., Perez, C., Banon, S., Desobry, S. and Hardy, J. 2004. "Milk proteins for edible films and coatings, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4): 239-251.
11. Lawless, H. T. and Heymann, H. 2010. *Sensory evaluation of food: principles and practices*, Springer Science & Business Media.
12. Lekjing, S. 2016. "A chitosan-based coating with or without clove oil extends the shelf life of cooked pork sausages in refrigerated storage, *Meat science*, 11 :192-197
13. Lim, H. A., Jang, C. H., Kim, J. H., Kim, J. R., Ha, Y. R., Song, Y. S., Kim, Y. K. and Kim, J.-S. 2006. "Antiproliferative and anticarcinogenic enzyme-inducing activities of green tea seed extract in hepatoma cells, *Food Science and Biotechnology*.
14. López-Miranda, J., P. Pérez-Martínez, F. Pérez-Jiménez, C. Williams and Buttriss, J. 2006. "Health benefits of monounsaturated fatty acids, *Improving the fat content of foods*: 71-106.
15. McHugh, T. and Krochta, J. 1994. "Permeability properties of edible films." *Edible coatings and films to improve food quality*: 139-187.
16. Orliac, O., Rouilly, A., Silvestre, F. and Rigal, L. 2002. "Effects of additives on the mechanical properties, hydrophobicity and water uptake of thermo-moulded films produced from sunflower protein isolate, *Polymer*, 43(20): 5417-5425.
17. Patzsch, K., Riedel, K. and Pietzsch, M. 2010. "Parameter optimization of protein film

(Original Research Paper)
Shelf-life Increase of Trout Fish Fillets Wrapped With Sodium Caseinate Film Incorporated With Tea Seed Extract

Hakimeh Tabatabaee¹, Toktam Mostaghim^{2*}, alireza Rahman³

1-MSc Graduated of Food Science and Technology, Shahre-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahre-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 05/01/2017

Accepted: 13/06/2018

Abstract

At present study, sodium caseinate-based edible films containing 0, 0.5, 1, 1.5 and 2% concentration of tea seed extract (as biopreservative agent) were prepared, and physical (thickness, transparency, water solubility and water vapor permeability) and mechanical (tensile strength) properties of film as well as microbial and sensory quality of trout fillets coated with it (stored at refrigerated temperature) were investigated. Scanning electron microscopy was carried out to explain structure–property relationships. Different physical and mechanical properties of films were affected by the addition of tea seed extract. Incorporating tea seed extract into sodium caseinate-based films significantly increased ($p < 0.05$) thickness, water vapor permeability and water solubility indexes. Tea seed extract significantly decreased ($p < 0.05$) transparency and tensile strength of active sodium caseinate films. Scanning electron microscopy micrographs confirmed the results obtained in this study. Increasing the tea seed extract level caused to increasing in roughness and porosity, as well as decreasing in compactness of sodium caseinate films. The results total count of microorganisms show that microbial count was dependent on the dose of tea seed extract used to films preparation. Increasing tea seed extract concentration resulted in significant decrease ($p < 0.05$) of Log of number of microorganisms in coated fillets. Based on the results obtained from the sensory evaluation, fillets coated with sodium caseinate-based edible films containing 0.5 and 1% tea seed extract have highest sensory scores, but fillets coated sodium caseinate films containing 2% tea seed extract had the lowest scores, in terms of overall acceptability.

Keywords: Biopreservative, Scanning Electron Microscopy, Sodium Caseinate Film, Tensile Strength, Trout Fillet

*Corresponding Author: toktammostaghim@yahoo.com

