مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی پوشش خوراکی بر پایه ژلاتین پای مرغ/ عصاره پوست سبز گردو بر ویژگی‌های فیزیکی، خوصیات رنگی و بافتی فیله ماهی قزل آلا رنگین کمانی طی شرایط نگهداری در یخچال

نسرین افشار[۱]، سید حسین سید قوامی[۲]، ناصر صداقت[*۳]

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ایران.

استاد گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۳

کلمات کلیدی:

پوشش خوراکی،

ژلاتین پای مرغ،

عصاره پوست سبز گردو،

ماهی،

نگهداری

DOI: 10.22034/FSCT.20.142. 1

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.142.1.1

* مسئول مکاتبات:

sedaghat@um.ac.ir

چکیده

با توجه به فسادپذیری بالا، کاهش کیفی و ارزش تغذیه‌ای ماهی طی مدت زمان نگهداری، این مطالعه با هدف بررسی پوشش خوراکی بر پایه ژلاتین پای مرغ/ عصاره پوست سبز گردو بر حفظ ویژگی‌های فیزیکی، خوصیات رنگی و بافتی فیله‌ماهی قزل آلا رنگین کمانی طی شرایط نگهداری در یخچال انجام شد. پس از استخراج ژلاتین و عصاره پوست سبز گردو، محلول‌های پوشش‌دهی تهیه و فیله‌ها به روش غوطه‌وری پوشش‌دهی شدند. خصوصیات فیزیکی (رطوبت)، شاخص‌های رنگی (L*، a* و b*) همچنین خصوصیات بافتی (سختی، کشسانی و انسجام) فیله‌ها طی ۱۲ روز نگهداری (در روزهای ۰، ۴، ۸ و ۱۲) ارزیابی شد. آنالیز واریانس توسط نرم افزار مینی‌تب (نسخه ۱۸) انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون توکی و در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. نتایج نشان دهنده حفظ رطوبت معنادار فیله‌های پوشش داده شده بود ($p<0.05$). کاهش شاخص روشنایی و قرمزی فیله‌ها طی ۱۲ روز نگهداری گزارش شد. درحالیکه شاخص b* در تمامی نمونه‌ها افزایش یافت ($p<0.05$). پوشش‌دهی فیله‌ها در حفظ ویژگی‌های رنگی فیله‌ها بطور معناداری موثر بودند ($p<0.05$). ارزیابی بافت فیله‌ها کاهش سختی و انسجام همچنین افزایش کشسانی بافت را نشان داد ($p<0.05$). تیمارهای پوشش داده شده بطورمعناداری سختی، انسجام بالاتر و کشسانی کمتری نسبت به نمونه شاهد داشتند ($p<0.05$). افزایش غلظت عصاره پوست سبز گردو از ۵۰۰ به ۱۰۰۰ ppm سبب افزایش حفظ بهتر کیفیت فیله‌ها شدند ($p<0.05$). بطورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد استفاده از پوشش خوراکی بر پایه ژلاتین پای مرغ/ عصاره پوست سبز گردو به عنوان یک عامل افزایش ماندگاری در صنعت آبزی‌پروری می‌تواند بطور موثر واقع شوند.

۱- مقدمه

قزل‌آلای رنگین کمان *(Oncorhynchus mykiss)* یکی از مهم‌ترین گونه‌های ماهی آب شیرین برای افزایش تجارت جهانی آن است. با این وجود، ماهی قزل آلا به دلیل نسبت اسیدهای چرب غیراشباع و اشباع بالا (۵/۲۳ درصد)، مقدار پروتئین بالا (۲۰ درصد) و پایداری کم مربوط به ترکیبات و همچنین ساختار هموگلوبین، بسیار مستعد تخریب اکسیداتیو است [۱]. تخریب اکسیداتیو دلیل اصلی غیر میکروبی، طعم نامطبوع، تغییر رنگ، از بین رفتن بافت و تشکیل ترکیبات سمی در دوره پس از مرگ ماهی است که از جمله عوامل ماندگاری کوتاه‌تر، کاهش سریع کیفیت و عدم پذیرش توسط مصرف‌کننده هستند [۲]. امروزه کاربردهای بسته‌بندی فعال خوراکی و سازگار با محیط زیست به دلیل علاقه زیاد مصرف کنندگان به مواد غذایی سالم، ایمن و طبیعی و توجه محققان به رفع نیازهای مصرف کنندگان و تولیدکنندگان و به عنوان جایگزینی برای بسته‌بندی‌های سنتی/سنتتیک مورد مطالعه قرار گرفته است [۳]. در میان ترکیبات زیست تخریب‌پذیر، پروتئین و پلی-ساکاریدها پایدارترین و تجدیدپذیرترین بیوپلیمرهای زیستی برای کاربردهای بسته‌بندی مواد غذایی هستند. ژلاتین یکی از اجزای مهم بسته‌بندی پروتئینی است که اخیراً به دلیل ارزش غذایی و توانایی تشکیل فیلم اهمیت پیدا کرده است. ژلاتین را می‌توان از طریق هیدرولیز جزئی از کلاژن پستانداران خاصی مانند گوشت خوک و گاو یا مرغ به دست آورد [۳ ، ۴]. صنایع تبدیلی طیور محصولات جانبی مختلفی مانند پر، احشاء داخلی و پای مرغ تولید می-کنند. پای مرغ یکی از محصولات جانبی غالب طیور است و در سطح جهان سالانه ۳/۹ میلیون تن پای مرغ توسط صنایع تبدیلی طیور تولید می‌شود. پای مرغ سرشار از کلاژن است؛ استفاده از پای مرغ به عنوان ماده اولیه برای استخراج ژلاتین نه تنها به نفع صنعت طیور خواهد بود، بلکه منجر به تولید یک جایگزین نسبتاً ارزان و پذیرفته شده برای ژلاتین پستانداران خواهد شد [۵]. با توجه به اهمیت رشد میکروبی در کاهش کیفیت گوشتماهی و فرآورده‌های مشتق شده، افزودن یا افزایش فعالیت ضد میکروبی فیلم‌ها و پوشش ها یک استراتژی جالب برای بهبود ماندگاری این مواد غذایی است. اسانس‌های روغنی، عصاره‌های گیاهان، ادویه‌ها، میوه‌ها و غیره طیف وسیعی از این ترکیبات را فراهم می‌کنند [۶]. مطالعات استفاده از عصاره گیاهان در ماتریس پلیمری به عنوان بسته‌بندی فعال زیست‌تخریب‌پذیر جهت افزایش کیفیت و ماندگاری مواد غذایی ارائه شده است. سالم[1] و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی خواص فیزیکی و عملکردی فیلم‌های مبتنی بر ژلاتین پوست سگ ماهی غنی‌شده با عصاره دانه‌های *Lepidium sativum* پرداختند. محققان نشان دادند فیلم‌های تهیه شده پتانسیل آنتی-اکسیدانی و آنتی‌باکتریالی بالایی داشتند. همچنین ادغام عصاره سبب کاهش شاخص روشنایی و افزایش شاخص قرمزی و زردی آن شد [۷]. همچنین تاکاچوسکا[2] و همکاران (۲۰۲۲) به تهیه پوشش خوراکی بر پایه ژلاتین پوست ماهی کپور غنی شده با عصاره رزماری پرداختند. آنها نشان دادند پوشش‌های رزماری افزوده شده در مهار تشکیل آمین‌های بیوژنیک و کاهش سرعت زوال میکروبی فیله‌های ماهی کپور مؤثر بود. پوشش های گیاهی ارزیابی شده طعم مشخص ماهی را تغییر داد [۸]. گردو *(Juglans regia L.)* عمدتاً به عنوان آجیل یا استفاده از چوب آن کشت می‌شود. پوسته سبز ردو پوسته بیرونی (مزوکارپ) میوه گردو است و به طور متوسط ۵۵ درصد از درخت گردو را تشکیل می‌دهد که اغلب نشان دهنده ضایعات صنعتی است که دفع آن‌ها سخت است. با این حال، طی سال‌های گذشته، پوست سبز گردو به عنوان منبع بالقوه

1 -Salem
2 -Tkaczewska

ترکیبات فنلی و ترکیبات زیست فعال شناخته شده است [۹]. اسیدهای فنولیک، ژوگلون[1]، توکوفرول‌ها و فلاونوئیدها فراوان‌ترین ترکیبات فنولی در پوست سبز گردو با خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌باکتریالی هستند [۱۰]. بنابراین، پوسته سبز گردو منبع طبیعی ترکیبات فعال (پلی-فنول‌ها) است و برای استخراج آنها ایده‌آل است. توجه به این که تاکنون تحقیقی درخصوص استفاده از اثرات آنتی-اکسیدانی و ضدمیکروبی قوی عصاره گردو در حفظ و نگهداری بافت‌های گوشتی انجام نشده است، این مطالعه به بررسی تولید پوشش خوراکی بر پایه ژلاتین **پای** مرغ (در غلظت‌های ۲/۵ و ۵ درصد)/ عصاره پوست سبز گردو (در غلظت‌های ۱۰۰، ۵۰۰ و ppm۱۰۰۰) ترکیب همزمان در مقایسه با نمونه شاهد بر خوصیات رنگی و بافتی فیله‌ماهی قزل آلا رنگین کمانی طی شرایط نگهداری در یخچال انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه مواد اولیه

۲-۱-۱-استخراج عصاره پوست سبز گردو

پوسته‌های سبز گردو از باغ‌های گردو واقع در طرقبه مشهد جمع‌آوری شدند. پس از شست‌وشو و آبکشی در محیطی تاریک و بدون نور و در دمای اتاق خشک شدند. پوسته-های خشک شده با آسیاب آزمایشگاهی (PX-MFC90D، سویس) پودر شدند. عملیات استخراج با حلال متانول (به ازای هر ۳۰ گرم پودر پوست گردو، ۴۰۰ میلی‌لیتر حلال) با دستگاه سوکسله (Gerhardt، آلمان) به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد انجام گردید. بعد از تمام شدن عملیات استخراج، عصاره‌ی به دست آمده با دستگاه روتاری (Heidolf، آلمان) به مدت ۱۰ دقیقه تغلیظ و به درون پلیت‌ها منتقل شد. حلال متانول در آون تحت خلاء (Binder، آلمان) از عصاره‌ها جدا شد [۱۱].

۲-۱-۲-استخراج ژلاتین پای مرغ

پای مرغ (حاوی ۰/۰۱ ± ۶۰/۵۳ درصد رطوبت، ۰/۰۵ ± ۱۸/۱۷ درصد پروتئین، ۰/۰۳ ± ۲/۷۵ درصد چربی، ۰/۰۷ ± ۰/۲۶ درصد خاکستر و ۰/۰۶ ± ۱۸/۲۹ درصد کربوهیدرات) از شرکت طیوران واقع در شهر مشهد خریداری و در شرایط سرد به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از شست و شو و جداسازی ناخن‌ها، به قطعات ۰/۵ سانتی-متری خُرد شدند. جهت حذف مواد غیر کلاژنی، قطعات خُرد شده ابتدا در محلول ۰/۱ درصد هیدروکسید سدیم (Merck- آلمان) به مدت ۴۰ دقیقه خیسانده شدند. پس از تخلیه محلول قلیایی قطعات باقی‌مانده سه مرتبه با آب مقطر شسته شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۴۰ دقیقه در محلول اسید استیک (Merck- آلمان) ۰/۱ درصد خیسانده شد و پس از حذف محلول اسیدی و شستوشو، pH مواد خنثی شد. درنهایت استخراج ژلاتین از پای مرغ با آب مقطر (به نسبت ۱:۹) و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی-گراد انجام شد. مواد باقی مانده پس از عبور از صافی با استفاده از یک خشک‌کن انجمادی (تجهیزات سازان پیشتاز- ایران) خشک و آسیاب شدند. در نهایت پودر ژلاتین بدست آمد [۱۲].

۲-۱-۳-آماده‌سازی ماهی

ماهی قزل آلای رنگین‌کمانی با میانگین وزنی ۵۰۰ تا ۶۰۰ گرم از مزرعه پرورش ماهی واقع در شهرستان کالت مشهد خریداری و در شرایط سرد به آزمایشگاه منتقل شد. پس از شست و شو و تمیز کردن (شامل عملیات تخلیه امعاءو احشاء، دم زنی و سر زنی، پوست گیری و غیره) فیله‌ها با دست به اوزان ۱۰۰ گرمی تهیه شدند [۱۳]. فیله‌های بدست آمده حاوی ۰/۲۳ ± ۷۵/۳۸ درصد رطوبت، ۰/۳۸ ± ۱۷/۲۵

1- juglone

درصد پروتئین، ۰/۳۵ ± ۵/۵۰ درصد چربی و ۰/۱۴ ± ۱/۸۷ درصد خاکستر بودند.

۲-۱-۴-تهیه پوشش‌های خارکی و پوشش‌دهی ماهی

ابتدا پودر زلاتین در دو سطح ۲/۵ و ۵ درصد (وزنی-وزنی) به داخل بشر منتقل شد و پودر عصاره گردو در سه سطح ۱۰۰ و۵۰۰ ppm به محتویات بشرها اضافه شدند. گلیسرول (Merck- آلمان) به عنوان پلاستی‌سایزر به ترکیبات قبلی اضافه و در نهایت حجم کل با آب مقطر به ۱۰۰میلی‌لیتر رسانیده شد سپس داخل هر بشر یک مگنت قرار داده و با فویل درب بشر پوشانیده شده و با استفاده از همزن مغناطیسی (Gerhardt-آلمان) عمل همگن شدن محلول به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. به منظور پوشش، فیله-ها به مدت ۱ دقیقه درون محلول‌های تهیه شده (مطابق جدول ۱) غوطه‌ور شدند. سپس از محلول خارج و پس از اتمام آب چک آنها، جهت خشک کردن، فیله‌ها تحت جریان ملایم هوا قرار داده شدند. فیله‌ها به مدت ۵ ساعت در ۱۰ درجه سانتی‌گراد در دمای محیط تا تشکیل پوشش بر روی فیله‌ها باقی ماندند. پس از خشک شدن پوشش، فیله‌ها به یخچال منتقل شده و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ روز نگهداری شدند [۱۴]. آزمون‌ها طی فواصل ۴ روزه انجام شد.

۲-۲- آزمون‌ها

۲-۲-۱- آزمون رطوبت

تعیین رطوبت بر اساس خشک کردن فیله‌های ماهی در آون با دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد مطابق روش استاندارد AOAC [۱۵] انجام شد.

۲-۲-۲- آزمون رنگ

رنگ سنجی با دستگاه رنگ‌سنج مدل ۴۵/۰ (Color flex- آمریکا) انجام شد. پس از عکسبرداری اولیه مقادیر L*، a* و b* که به ترتیب بیانگر روشنایی، قرمزی و زردی هستند با دستگاه هانترلب اندازه‌گیری و رنگ فیله‌ها با نمونه شاهد مقایسه شد [۱۶].

۲-۲-۳- آزمون بافت

برای این منظور برش‌های فیله ماهی در ابعاد ۳۰ × ۳۰ میلی‌متر با ضخامت ۱۲ میلی‌متر تهیه شدند. شاخص‌های بافتی (سختی، کشسانی، پیوستگی و قابلیت جویدن) با دستگاه بافت‌سنج (Ametek-آمریکا) مدل CT3 مجهز به پروب استوانه‌ای ۵۰/۸ *TA25/1000 انجام شد [۱۶].

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

آزمون‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷ تیمار و ۴ زمان (۱، ۴، ۸ و ۱۲ روز) در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس توسط نرم افزار مینی‌تب (نسخه ۱۸) انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون توکی و در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

Table1. Research treatments

Treatment	Formulation
GE1-H1	100 ppm green walnut skin extract + 5% chicken leg gelatin
GE1-H2	1000 ppm green walnut skin extract + 5% chicken leg gelatin
GE2-H1	100 ppm green walnut skin extract + 2.5% chicken leg gelatin
GE2-H2	1000 ppm green walnut skin extract + 2.5% chicken leg gelatin
Co	Control
GE1-H3	500 ppm green walnut skin extract + 5% chicken leg gelatin
GE2-H3	500 ppm green walnut skin extract + 2.5% chicken leg gelatin

۳- نتایج و بحث

۱-۳-اندازه‌گیری رطوبت

کاهش رطوبت باعث کاهش وزن، افزایش تغییرات اکسیداسیونی، تغییر ماهیت پروتئین، تغییرات رنگ و در نتیجه افت کیفیت محصول می‌شود[۱۷]. بر طبق مطالعات انجام شده خاصیت فیزیکی و نفوذپذیری پوشش تحت تاثیر نسبت مواد مورد استفاده در آن قرار دارد [۱۸]. ژلاتین به دلیل داشتن فعالیت سطحی می‌تواند به عنوان مانع حرکت مولکول‌های آب عمل کند و میزان انتشار آنها را کاهش دهد [۱۹]. به صورت کلی عوامل زیادی بر ظرفیت نگهداری آب تاثیر می‌گذارند که می‌توان به pH، املاح، میکروارگانیسم‌ها، ترکیبات گوشت و غیره اشاره کرد. بعد از کشتار تا آغاز جمود نعشی، گوشت دارای pH حدود ۵ می-باشد که دارای بالاترین ظرفیت نگهداری و جذب آب است. در طول زمان ماندگاری با کاهش pH،ظرفیت نگهداری آب نیز کاهش می‌یابد و پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت به پایین‌ترین میزان خود (حدود ۴/ تا ۵/۵) خواهد رسید. در طی گذراندن مراحل تردی و رسیدن، ظرفیت نگهداری آب عضله به مرور بالا میرود ولی هیچگاه به میزان اولیه یعنی قبل از شروع جمود نعشی نخواهد رسید. با این وجود تمام عواملی که بر pH تاثیر می‌گذارند بر ظرفیت نگهداری آب نیز تاثیرگذار خواهند بود [۱۹]. طبق نتایج ارائه شده در جدول ۲، در روز صفر اختلاف آماری معناداری بین رطوبت نمونه‌ها گزارش نشد ($p>0.05$). با گذشت مدت زمان نگهداری درصد تفاوت معنی‌داری محتوی بین نمونه-های پوشش داده شده و نمونه شاهد (Co) مشاهده شد ($p<0.05$). نمونه‌های پوشش داده شده با ژلاتین پای مرغ و عصاره‌ی پوست سبز گردو نسبت به نمونه‌ی شاهد دارای بیشترین مقدار رطوبتی بودند ($p<0.05$). استفاده از ژلاتین به تنهایی به عنوان پوشش به تنهایی تفاوت قابل توجهی با تیمار شاهد در روزهای مختلف آزمایش را نشان نداد؛ در صورتی که فیله‌های پوشش داده شده بویژه با پوشش GE1-H2 بیشترین مقدار رطوبت را در پایان زمان نگهداری نشان دادند ($p<0.05$). در ابتدای دوره میزان رطوبت فیله‌های پوشش داده شده با این تیمار برابر ۷۶/ درصد بود که در پایان دوره با کمترین میزان افت رطوبت، بالاترین محتوی رطوبتی (۰/۱۴ ± ۷۲/۳۴) را داشتند. استفاده از پوشش‌های خوراکی به عنوان یک جایگزین جالب برای افزایش ماندگاری غذاهای تازه برش خورده، کاهش آلودگی میکروبی، ایجاد مقاومت در برابر تبادل گاز و به تاخیر انداختن اُفت رطوبت به نظر می‌رسد. علت کاهش اُفت رطوبت در نمونه‌های پوشش داده شده احتمالاً به دلیل کاهش نفوذپذیری و افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی پوشش‌هاست [۲۰]. در این راستا، رودریگز[1] و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند استفاده از موسیلاژ دانه کتان به عنوان پوشش فیله ماهی یاکون (*Smallanthus sonchifolius*) کاهش اُفت محتوی رطوبتی تیمارها را نشان دادند [۲۱]. پلائز ویتال[2] و همکاران (۲۰۲۱) طی بررسی تاثیر پوشش خوراکی فعال و اسانس‌ها بر اکسیداسیون پته گوشت گوسفند طی ۱۰ روز نگهداری در بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده کاهش اُفت رطوبت گوشت در تیمارهای پوشش داده شده را گزارش کردند [۲۲].

1- Rodrigues
2- Pelaes Vital

Table2. The effect of chicken feet gelatin and green walnut husk on the moisture (%) of rainbow trout fillets over storage time at refrigerator temperature (5.0±1.0 °C)

Treatment	1 day	4 day	8 day	12 day
GE1-H1	75.06 ± 0.51^{Ac}	74.69 ± 0.18^{ABde}	72.55 ± 0.11^{Cdef}	70.98 ± 0.05^{Dfg}
GE1-H2	76.72 ± 0.77^{Aa}	75.50 ± 0.13^{ABabcd}	74.09 ± 0.06^{Cabc}	72.87 ± 0.15^{CDabcd}
GE2-H1	76.57 ± 0.30^{Aa}	75.72 ± 0.21^{ABabcd}	72.18 ± 0.09^{Cef}	70.85 ± 0.05^{CDfg}
GE2-H2	76.45 ± 1.50^{Aab}	75.90 ± 0.11^{ABabcd}	73.89 ± 0.01^{Cbcd}	72.34 ± 0.14^{Dcde}
Co	75.96 ± 1.86^{Aa}	74.19 ± 0.23^{ABe}	71.43 ± 0.22^{Cefg}	69.83 ± 0.04^{Eg}
GE1-H3	76.11 ± 1.41^{Aabc}	75.37 ± 0.02^{ABabcde}	73.28 ± 0.02^{Ccde}	71.66 ± 0.05^{Ddef}
GE2-H3	76.30 ± 1.35^{Abc}	75.13 ± 0.13^{ABabcde}	73.05 ± 0.05^{Ccde}	71.39 ± 0.09^{Def}

(GE1-H1: Coating containing 100 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE1-H2: Coating containing 1000 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE2-H1: Coating containing 100 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin, GE2-H2: Coating containing 1000 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin, Co : Control sample, GE1-H3: Coating containing 500 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE2-H3: Coating containing 500 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin)

The different small or capital letters indicate significant difference at the level of 5% ($P < 0.05$)

۲-۳-ارزیابی رنگ

رنگ ماده غذایی از جمله پارامترهای کیفیتی است که مصرف کننده برای قبول یا رد یک ماده غذایی استفاده می‌کنند. رنگ سطح گوشت یکی از شاخص‌های بصری مهم در کیفیت گوشت می‌باشد. رنگ گوشت ناشی از عملکرد دو عامل رنگدانه‌های گوشت (عمدتاً میوگلوبین و هموگلوبین) و ویژگی پراکندگی نور است. احساسی که به وسیله تحریکات عصبی با تماشای رنگ گوشت و فرآورده‌های گوشتی به بیننده دست می‌دهد در تصمیم‌گیری خرید این فرآورده غذایی بسیار موثر می‌باشد. به همین دلیل متخصصان بازاریابی فرآورده‌های گوشتی گزارش کردند که اسامی رنگ‌ها با احساسی که در افراد ایجاد می‌کند، مطابقت ندارد. بنابراین سنجش رنگ‌ها را با دستگاه‌های رنگ‌سنج توصیه کردند. امروزه به منظور اندازه‌گیری رنگ‌ها از روش‌هایی تعیین شده توسط کمیسیون بین‌المللی روشنایی CIE استفاده می‌شود. با روش‌های فوق نوع رنگ مربوط به طول موج است و همچنین اشباعیت یا روشنایی رنگ که مربوط به خالص بودن آن یعنی یک طول موج معین یا ترکیب آن با سایر طول موج‌ها خواهد بود، سنجیده می‌شود. ویژگیهای رنگ CIELAB شامل L^* (روشنایی/تیرگی)، a^* (-قرمزی/سبزی) و b^* (زردی/آبی) می‌باشد [۲۳].

در اولین روز دوره‌ی نگهداری نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به نمونه‌ی شاهد دارای مقادیر L^* بالاتری بودند ($p<0.05$). در طول دوره‌ی نگهداری ۱۲ روزه در دمای یخچالی مقدار L^* همه‌ی نمونه‌ها کاهش یافت ($p<0.05$). گوشت ماهی در حین نگهداری به دلیل فاسد شدن تیره‌تر می‌شود که این امر منجر به کاهش روشنایی می‌شود. مقدار L^* بالاتر نمونه‌های پوشش داده شده می‌تواند به دلیل تاثیر پوشش ژلاتین باشد که یک لایه پلیمری شفاف، روشن و صاف روی سطح گوشت ایجاد می‌کند که منجر به پراکندگی و روشنایی بیشتر می‌شود [۲۴]. روشنایی گوشت به بسیاری از عوامل همچون pH، تغییر رنگ پروتئین‌ها، اکسیداسیون لیپیدها و فساد میکروبی بستگی دارد. نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت بالای عصاره‌ی پوست سبز گردو و ژلاتین پای مرغ در اخرین روز دوره‌ی نگهداری دارای بیشترین مقدار L^* بودند ($p<0.05$) که این ممکن است به دلیل خاصیت آنتی‌باکتریالی و آنتی‌اکسیدانی پوشش باشد [۲۵] که با همراه شدن هر دو ماده یعنی عصاره‌ی

پوست سبز گردو و ژلاتین پای مرغ این خاصیت حفاظت کنندگی پوشش بیشتر شده است.

*a یک شاخص رایج برای ارزیابی رنگ قرمز و در نتیجه کیفیت گوشت، مانند گوشت گاو می‌باشد به صورت کلی هرچه مقدار*a (قرمزی) بیشتر باشد نشان دهندهی تازگی گوشت است. اما در رابطه با گوشت ماهی، مقدار*a - وابستگی زیادی به گونه‌های آن دارد [۲۵ ، ۲۶]. در اولین روز نگهداری تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های پوشش داده شده و نمونه‌ی شاهد دیده نشد ($p>0.05$). می‌توان گفت که پوشش‌ها تاثیر مستقیمی بر مقدار*a نمونه‌های فیله ماهی نداشتند اما با گذشت زمان در طول ۱۲ روز نگهداری در دمای یخچال، مقدار*a همه‌ی نمونه‌ها به تدریج کاهش یافت ($p<0.05$). قرمزی رنگ گوشت ارتباط زیادی با وجود رنگدانه‌های هموگلوبین و میوگلوبین در گوشت دارد در نتیجه کاهش در مقدار*a در طول دوره‌ی نگهداری عمدتاً به دلیل اکسیداسیون این رنگدانه‌ها و ایجاد مت میوگلوبین قهوه‌ای و مت هموگلوبین می‌باشد [۲۶]. در آخرین روز نگهداری همه‌ی نمونه‌ها بویژه نمونه‌ی شاهد دارای مقدار *a پایینی بودند این امر نشان دهنده‌ی شدت اکسیداسیون و تغییر رنگ در نمونه‌ی شاهد را نشان می‌دهد اما بالا بودن مقدار*a در نمونه‌های پوشش داده شده در روز ۲۱ نشان می‌دهد که این پوشش‌ها نسبت به نمونه‌ی شاهد دارای اثر محافظت کنندگی در برابر تغییر رنگ می‌باشند. استفاده از پوشش GE1-H2 و GE2-H2 علاوه بر ممانعت کنندگی در برابر رطوبت و گازها با فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی حاصل از عصاره پوست سبز گردو اختلاف معنی‌داری را با سایر نمونه‌ها نشان داد. رنگ قرمز در طی مدت زمان نگهداری به وابستگی بین اکسیداسیون لیپیدها و اکسیداسیون رنگدانه‌ها نسبت داده شده است. مطابق نظر محققان، اکسیداسیون رنگدانه‌ها می‌تواند اکسیداسیون لیپیدها را سرعت ببخشد و اسیدهای چرب آزاد تولید شده طی اکسیداسیون لیپیدها، باعث اکسید شدن اتم آهن و همچنین دناتوره شدن مولکول‌های میوگلوبین شده و رنگ محصولات گوشتی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲۷ ، ۲۸].

لی‌نار[1] و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که رابطه بین ثبات رنگ رنگدانه و توسعه فرآیندهای اکسیداتیو لیپید وجود دارد. بنابراین همبستگی بالایی بین تجمع ترکیبات کربونیل، توسط اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیر اشباع، با فرآیند اکسیداسیون میوگلوبین نشان می‌دهد [۲۹].

ژانگ[2] و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند، استفاده از اسانس پونه کوهی ماندگاری گوشت و افزایش معنی‌دار شاخص *a را به دنبال دارد و علت این امر را به دلیل کاهش اکسیداسیون میوگلوبین توضیح دادند [۳۰].

مقادیر *b همه‌ی نمونه‌ها به تدریج در طول زمان افزایش پیدا کرد که افزایش رنگ زردی نمونه‌های فیله می‌تواند به دلیل سطوح بالای اکسیداسیون چربی و تجمع مت-میوگلوبین و مت‌هموگلوبین باشد [۳۱]. مطالعات نشان داده که گوشت ماهی به مرور زمان زرد می‌شود [۱۸ ، ۳۲]. در این تحقیق، نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به نمونه‌ی شاهد تاثیر قابل توجهی بر مقدار *b تا روز ۸ نشان ندادند ($p>0.05$) اما در روز ۱۲ نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به نمونهی کنترل مقدار*b کمتری داشتند ($p<0.05$). بنابراین می‌توان گفت پوشش ایجاد شده به صورت موثری از افزایش زردی گوشت ماهی قزلآل جلوگیری می‌کند. لی-نارو همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند پوشش‌دهی گوشت با اسانس آویشن و پونه کوهی پارامتر *b را در تیمارهای حاوی عصاره افزایش داد [۲۹].

1- Linare
2- Zhang

Table2. The effect of chicken feet gelatin and green walnut husk on the color index (L*, a* and b*) of rainbow trout fillets over storage time at refrigerator temperature (5.0±1.0 °C)

	Treatment	1 day	4 day	8 day	12 day
L*	GE1-H1	56.03 ± 0.11^{Ab}	54.65 ± 0.18^{Bcd}	53.69 ± 0.06^{Cbc}	52.04 ± 0.04^{Dc}
	GE1-H2	57.21 ± 0.23^{Aa}	55.30 ± 0.13^{Bab}	54.59 ± 0.03^{Ca}	53.66 ± 0.16^{Da}
	GE2-H1	55.13 ± 0.14^{Ade}	52.72 ± 0.26^{Bh}	51.25 ± 0.20^{Ce}	50.34 ± 0.18^{Dd}
	GE2-H2	55.85 ± 0.27^{Abc}	54.90 ± 0.27^{Bde}	54.03 ± 0.03^{BCbc}	53.52 ± 0.18^{CDa}
	Co	54.01 ± 0.39^{Af}	50.19 ± 0.34^{Bf}	48.79 ± 0.26^{Cf}	47.92 ± 0.10^{De}
	GE1-H3	55.84 ± 0.12^{Abc}	53.37 ± 0.93^{Bef}	53.22 ± 0.05^{Ccd}	52.83 ± 0.27^{CDb}
	GE2-H3	55.65 ± 1.35^{Abcd}	53.13 ± 0.21^{Bg}	52.89 ± 0.11^{BCd}	52.26 ± 0.07^{Dc}
a*	GE1-H1	5.14 ± 0.12^{Aa}	3.48 ± 0.04^{Bf}	2.79 ± 0.02^{Cd}	1.83 ± 0.03^{De}
	GE1-H2	4.49 ± 0.22^{Acd}	4.18 ± 0.02^{Bab}	3.88 ± 0.02^{Cb}	3.05 ± 0.04^{Db}
	GE2-H1	4.35 ± 0.14^{Ad}	3.72 ± 0.06^{Bef}	2.63 ± 0.08^{Cde}	2.01 ± 0.01^{De}
	GE2-H2	4.94 ± 0.06^{Aab}	4.61 ± 0.10^{Ba}	4.04 ± 0.04^{Cab}	3.50 ± 0.04^{Da}
	Co	4.61 ± 0.03^{Ac}	3.07 ± 0.04^{Bg}	3.07 ± 0.03^{Cf}	1.29 ± 0.02^{Df}
	GE1-H3	4.60 ± 0.08^{Ac}	3.97 ± 0.06^{Bcd}	3.09 ± 0.04^{Cc}	2.44 ± 0.03^{Dd}
	GE2-H3	4.72 ± 0.07^{Abc}	3.79 ± 0.03^{Bde}	3.16 ± 0.01^{Cc}	2.63 ± 0.03^{Dcd}
b*	GE1-H1	15.42 ± 0.07^{Ad}	16.42 ± 0.03^{Ba}	17.92 ± 0.03^{Ca}	1.83 ± 0.03^{Da}
	GE1-H2	15.91 ± 0.05^{Aa}	15.29 ± 0.02^{Be}	16.19 ± 0.03^{Ce}	3.05 ± 0.04^{De}
	GE2-H1	15.55 ± 0.05^{Abcd}	16.30 ± 0.03^{Bab}	17.66 ± 0.03^{Cb}	2.01 ± 0.01^{Db}
	GE2-H2	15.68 ± 0.04^{Ab}	15.15 ± 0.02^{Bf}	16.05 ± 0.03^{Cf}	3.50 ± 0.04^{Df}
	Co	15.36 ± 0.04^{Ac}	16.80 ± 0.02^{Bc}	18.66 ± 0.05^{Cg}	1.29 ± 0.02^{Dg}
	GE1-H3	15.52 ± 0.08^{Acd}	16.13 ± 0.03^{Bc}	17.22 ± 0.03^{Cc}	2.44 ± 0.03^{Dc}
	GE2-H3	15.56 ± 0.05^{Abc}	16.03 ± 0.02^{Bcd}	17.05 ± 0.03^{Cd}	2.63 ± 0.03^{Dd}

(GE1-H1: Coating containing 100 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE1-H2: Coating containing 1000 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE2-H1: Coating containing 100 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin, GE2-H2: Coating containing 1000 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin, Co : Control sample, GE1-H3: Coating containing 500 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE2-H3: Coating containing 500 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin)

The different small or capital letters indicate significant difference at the level of 5% ($P < 0.05$)

۳-۳-ارزیابی بافت

ویژگی‌های بافت ماهی یک پارامتر مهم است که به طور مستقیم به پذیرش و مقبولیت مصرف کننده در غذاهای غنی از پروتئین تاثیر می‌گذارد. از شاخص‌های مهم بافتی می‌توان به سختی عضله ماهی اشاره کرد. این شاخص نه تنها به عوامل ذاتی (میزان و توزیع آب، میزان و توزیع لیپید و کلاژن)، بلکه به عوامل خارجی (زمان و دما)، شرایط نگهداری و فرآوری نیز بستگی دارد [۳۳ ، ۳۴]. از جمله عواملی که باعث تغییر در خصوصیات بافتی می‌شوند می‌توان به پروتئازهای درون‌زای ماهیچه‌ای و همینطور آنزیم‌های پروتئولیتیک میکروبی که باعث شکستن اتصالات کلاژنی میشوند اشاره کرد [۳۵]. در این ارزیابی بر طبق جدول ۳، تفاوت معنی‌داری در میزان سختی در اولین روز نگهداری در بین نمونه‌ها مشاهده نشد ($p>0.05$). اما با گذشت زمان میزان سختی تمام تیمارها در طول نگهداری به طور قابل توجهی کاهش یافت ($p<0.05$). اما نمونه‌های

پوشش داده شده سختی بالاتری را نسبت بـه نمونـه کنتـرل نشان دادند ($p<0.05$). احتمالاً نمونه‌های پوشش داده شـده بـه دلیـل اثـر آنتـی‌اکسـیدانی پوشـش سـبب مهـار فعالیـت پروتئازهای درون‌زای ماهیچه‌ای شدند، همچنین می‌تواند به کاهش بار میکروبی تحت تـأثیر کـاهش ظرفیـت نگهـداری آبنیز مربوط باشد [۳۶]. نمونه‌های پوشـش داده شـده میـزان سـختی بـالاتری را نسـبت بـه نمونـه‌ی شـاهد در روز ۱۲ نگهداری نشان داده‌اند ($p<0.05$). خاصیت کشسانی تمـامی نمونه‌ها در طول دوره‌ی ۱۲ روزه‌ی نگهداری کاهش یافـت. نمونه‌های پوشش داده شـده حـاوی ۱۰۰۰ ppm عصـارهی پوست سبز گردو نسبت به سایر تیمارها خاصـیت کشسـانی بیشتری را در پایان دوره نشان دادنـد. انسـجام کـه معیـاری برای تجزیه‌ی فیله‌ها محسـوب مـی‌شـود، در طـول دوره‌ی نگهداری به میزان قابل توجهی کاهش یافت ($p<0.05$). بعد از ۱۲ روز نگهداری در یخچال نمونه‌هـای حـاوی پوشـش نسبت به نمونـه‌ی شـاهد انسـجام بیشـتری را نشـان دادنـد ($p<0.05$). در بین فیلـه‌هـای پوشـش داده شـده تیمارهـای دارای حاوی ۱۰۰۰ ppm عصاره پوست سـبز گـردو دارای بیشترین میزان انسجام بودند ($p<0.05$). کـاهش خاصـیت کشسانی و انسجام فیله‌های ماهی قزلآل در طول نگهـداری در یخچال احتمالاً به دلیل تخریب پروتئین‌ها وزن مولکولی بالا ست [۳۷]. مرلو و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند پوشش داده فیله‌هـای مـاهی سـالمون بـا کیتـوران و عصـاره فلفـل صورتی طی ۲۸ روز نگهداری، کمترین میزان کاهش سختی در فیله‌های پوشش داده شده گزارش شد [۳۸]. یرلیکایـا[1] و همکاران طی بررسی عصاره‌های چـای سـبز، دانـه انگـور و پوست انار برای حفظ ویژگی‌هـای کیفـی فیلـه‌هـای بونیتـو (*Sarda sarda*) نشان دادند محصول سفت‌تر با چسبندگی کمتر با گروه‌های کنترل و به دنبال آن فیله‌های عصاره چـای سبز به دست آمد [۳۹]. کای[2] و همکاران (۲۰۲۰) نیـز نشان دادند استفاده از عصاره‌های میخک، زیره و نعناع سبب حفـظ بافـت فیلـه‌هـای سـپرماهی (*Scophthalmus maximus*) طی مدت زمان نگهداری شدند.

1-Yerlikaya

2 -Cai

Table3. The effect of chicken feet gelatin and green walnut husk on Texture of rainbow trout fillets over storage time at refrigerator temperature (5.0±1.0 °C)

	Treatment	1 day	4 day	8 day	12 day
Hardness (N)	GE1-H1	12.20 ± 0.04^{Ab}	10.63 ± 0.15^{Bc}	8.75 ± 0.12^{Cc}	7.80 ± 0.05^{Dd}
	GE1-H2	12.28 ± 0.04^{Aa}	11.81 ± 0.07^{Ba}	7.06 ± 0.03^{Ca}	9.40 ± 0.05^{Da}
	GE2-H1	12.12 ± 0.02^{Aa}	10.84 ± 0.02^{Bc}	8.81 ± 0.15^{Cc}	7.90 ± 0.36^{Dd}
	GE2-H2	12.35 ± 0.04^{Aa}	11.60 ± 0.07^{Ba}	9.96 ± 0.10^{Cd}	9.30 ± 0.15^{Da}
	Co	12.10 ± 0.02^{Aa}	10.16 ± 0.05^{Bd}	7.79 ± 0.02^{Cb}	5.59 ± 0.06^{De}
	GE1-H3	12.24 ± 0.02^{Aac}	11.24 ± 0.04^{Bb}	9.45 ± 0.02^{Cb}	8.60 ± 0.04^{Dbc}
	GE2-H3	12.20 ± 0.00^{Aa}	10.63 ± 0.02^{Bb}	9.35 ± 0.16^{BCbc}	8.55 ± 0.00^{Dc}
Springiness (mm)	GE1-H1	0.93 ± 0.02^{Acd}	0.95 ± 0.00^{Bb}	0.93 ± 0.00^{Cd}	0.87 ± 0.00^{De}
	GE1-H2	0.93 ± 0.00^{Abc}	0.97 ± 0.00^{Ba}	0.94 ± 0.00^{Cb}	0.91 ± 0.00^{Dab}
	GE2-H1	0.94 ± 0.00^{Aab}	0.95 ± 0.00^{ABeb}	0.94 ± 0.00^{Cde}	0.88 ± 0.00^{Dde}
	GE2-H2	0.93 ± 0.00^{Abc}	0.98 ± 0.10^{Ba}	0.94 ± 0.00^{Cab}	0.92 ± 0.00^{Dab}
	Co	0.94 ± 0.01^{Aa}	0.96 ± 0.00^{Bb}	0.91 ± 0.00^{Cd}	0.85 ± 0.00^{Df}
	GE1-H3	0.93 ± 0.01^{Abc}	0.96 ± 0.00^{Bb}	0.94 ± 0.00^{Cbc}	0.90 ± 0.00^{Dcd}
	GE2-H3	0.92 ± 0.00^{Abc}	0.96 ± 0.00^{Bb}	0.94 ± 0.00^{BCab}	0.90 ± 0.00^{Dbc}
Cohesiveness	GE1-H1	0.58 ± 0.01^{Aa}	0.51 ± 0.01^{Bbc}	0.40 ± 0.02^{Cbc}	0.38 ± 0.01^{Da}
	GE1-H2	0.55 ± 0.00^{Aab}	0.57 ± 0.02^{Aa}	0.46 ± 0.02^{Ca}	0.45 ± 0.02^{De}
	GE2-H1	0.41 ± 0.02^{Ae}	0.51 ± 0.00^{Babc}	0.41 ± 0.00^{Cbc}	0.39 ± 0.01^{Db}
	GE2-H2	0.53 ± 0.01^{Aabc}	0.53 ± 0.06^{ABab}	0.45 ± 0.04^{Cab}	0.44 ± 0.01^{Df}
	Co	0.41 ± 0.02^{Ae}	0.50 ± 0.00^{Bd}	0.35 ± 0.02^{Cd}	0.31 ± 0.02^{Dg}
	GE1-H3	0.47 ± 0.02^{Acd}	0.52 ± 0.04^{ABabc}	0.44 ± 0.02^{Cbc}	0.43 ± 0.04^{Dc}
	GE2-H3	0.45 ± 0.02^{Ade}	0.50 ± 0.04^{ABbcd}	0.43 ± 0.01^{Cbc}	0.41 ± 0.02^{Dd}

(GE1-H1: Coating containing 100 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE1-H2: Coating containing 1000 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE2-H1: Coating containing 100 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin, GE2-H2: Coating containing 1000 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin, Co : Control sample, GE1-H3: Coating containing 500 ppm green walnut husk and 5% Chicken feet gelatin, GE2-H3: Coating containing 500 ppm green walnut husk and 2.5% Chicken feet gelatin)

The different small or capital letters indicate significant difference at the level of 5% ($P < 0.05$)

۴- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به فسادپذیری سریع محصولات دریایی این تحقیق با هدف بررسی پوشش ژلاتین پای مرغ/ عصاره پوست سبز گردو بر خفظ رطوبت، شاخص‌های رنگی و بافت فیله‌های ماهی قزل آلای رنگین کمانی انجام شد. مطابق با نتایج پوشش ژلاتین/عصاره پوست سبز گردو بخوبی به عنوان یک پوشش در حفظ کیفیت فیله‌های ماهی داشت بطوریکه با افزایش غلظت عصاره پوست سبز پسته این حفظ کیفیت مشهودتر بود. بر اساس نتایج بدست آمده نمونه‌های پوشش داده شده با ژلاتین پای مرغ /عصاره‌ی پوست سبز گردو نسبت به نمونه‌ی شاهد دارای بیشترین مقدار رطوبتی در انتهای مدت زمان نگهداری بودند.

طی ۱۲ روز نگهداری فیله‌ها در دمای یخچال مقدار*a و *Lمقدار همه‌ی نمونه‌ها کاهش یافت؛ درحالیکه مقدارنمونه‌ها افزایش نشان دادند*b . پوشش‌ها بطور معناداری از کاهش روشنایی و قرمزی همچنین افزایش زردی فیله‌ها جلوگیری کردند. نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت بالای عصاره‌ی پوست سبز گردو و ژلاتین پای مرغ در اخرین روز دورهی نگهداری دارای بیشترین مقدار روشنایی، قرمزی و کمترین زردی بودند.

طی بررسی بافت فیله‌ها، نتایج نشان دهنده کاهش سختی و انسجام همچنین افزایش کشسانی طی ۱۲ روز نگهداری در یخچال مشاهده شد. نتاج تأییده کننده حفظ بافت فیله‌های پوشش داده شده با ژلاتین پای مرغ /عصاره‌ی پوست سبز گردو بود. افزایش غلظت عصاره بطور معناداری در حفظ کیفیت موثر بودند. بطورکلی اینگونه می‌توان نتیجه گرفت پوشش GE2-H2، به عنوان تیمار برتر این تحقیق، بخوبی می‌تواند سبب حفظ کیفیت فیله‌های ماهی و افزایش عمر نگهداری در دمای یخچال شوند. بطوریکه پوشش ذکر شده درمقایسه با نمونه شاهد، توانست ۷–۸ روز ماندگاری فیله-های ماهی در شرایط یخچال را افزایش دهد.

۶– منابع

[1] Monteiro, M.L.G., Mársico, E.T. and Conte-Junior, C.A., 2020. Application of active packaging in refrigerated Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets treated with UV-C radiation. *Applied Sciences*, *10*(17), p.5787.

[2] Cunha, L.C., Monteiro, M.L.G., Lorenzo, J.M., Munekata, P.E., Muchenje, V., De Carvalho, F.A.L. and Conte-Junior, C.A., 2018. Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. *Food Research International*, *111*, pp.379-390.

[3] Ștefănescu, B.E., Socaciu, C. and Vodnar, D.C., 2022. Recent progress in functional edible food packaging based on gelatin and chitosan. *Coatings*, *12*(12), p.1815.

[4] Nurdiani, R., Ma'rifah, R.D., Busyro, I.K., Jaziri, A.A., Prihanto, A.A., Firdaus, M., Talib, R.A. and Huda, N., 2022. Physical and functional properties of fish gelatin-based film incorporated with mangrove extracts. *PeerJ*, *10*, p.e13062.

[5] Fatima, S., Mir, M.I., Khan, M.R., Sayyed, R.Z., Mehnaz, S., Abbas, S., Sadiq, M.B. and Masih, R., 2022. The optimization of gelatin extraction from chicken feet and the development of gelatin based active packaging for the shelf-life extension of fresh grapes. *Sustainability*, *14*(13), p.7881.

[6] Munteanu, S.B. and Vasile, C., 2019. Vegetable additives in food packaging polymeric materials. *Polymers*, *12*(1), p.28.

[7] Salem, A., Jridi, M., Abdelhedi, O., Fakhfakh, N., Nasri, M., Debeaufort, F. and Zouari, N., 2021. Development and characterization of fish gelatin-based biodegradable film enriched with Lepidium sativum extract as active packaging for cheese preservation. *Heliyon*, *7*(10), p.e08099.

[8] Tkaczewska, J., Jamróz, E., Kasprzak, M., Zając, M., Pająk, P., Grzebieniarz, W., Nowak, N. and Juszczak, L., 2022. Edible Coatings Based on a Furcellaran and Gelatin Extract with Herb Addition as an Active Packaging for Carp Fillets. *Food and Bioprocess Technology*, pp.1-13.

[9] Romano, R., Aiello, A., Meca, G., De Luca, L., Pizzolongo, F. and Masi, P., 2021. Recovery of bioactive compounds from walnut (Juglans regia L.) green husk by supercritical carbon dioxide extraction. *International Journal of Food Science & Technology*, *56*(9), pp.4658-4668.

[10] Barekat, S., Nasirpour, A., Keramat, J., Dinari, M., Meziane-Kaci, M., Paris, C. and Desobry, S., 2022. Phytochemical Composition, Antimicrobial, Anticancer Properties, and Antioxidant Potential of Green Husk from Several Walnut Varieties (Juglans regia L.). *Antioxidants*, *12*(1), p.52.

[11] Ahmadvand, H., Shahsavari, G., Abdolahpour, F., & Bagheri, S. 2011. The inhibitory effects of Walnut (Juglansregia L.) huskhydroalcoholic extract on LDL oxidation in vitro. *Journal of Jahrom University of Medical Sciences*, *9*(3), 1-7.

[12] Omrani Fard, H., Abbaspour- Fard, M. H., Khojastehpour, M., Dashti, A. 2019. Extraction and characterization of gelatin from chicken feet and its application in cantaloupe jelly. Iranian Food Science and Technology, 15(2): 309-322.

[13] Afshar, N., Sedaghat, N. and Mohsenzadeh, M., 2022. Effect of Edible Chicken Feet Gelatin Green Walnut Husk Extracted Coating on Chemical, Physical, Sensory Properties and Storage Time of Refrigerated Temperature Rainbow Trout Fillets (5.0±1.0° C). *Journal of food science and technology (Iran)*, *19*(128), pp.37-56. (In Persian)

[14] Yingyuad, S., Ruamsin, S., Reekprkhon, D., Douglas, S., Pongamphai, S. and Siripatrawan, U., 2006. Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. *Packaging technology and science: An international journal*, *19*(3), pp.149-157.

[15] AOAC. 1995. Official methods of analysis, Association of official analytical chemists, INC., Arlington, Virginia, USA.

[16] Jafarpour, A., & Gorczyca, E. M. (2009). Rheological characteristics and microstructure of common carp (cyprinus carpio) surimi and kamaboko gel. *Food biophysics*, *4*, 172-179.

[17] Tsghizadeh, A. G., & Rezaei, M. (2013). Effect of gelatin coatings on chemical, microbial and sensory properties of refrigerated rainbow trout fillet (Oncorhynchus mykiss). *FSCT* 2012; 9 (37) :67-76. (In Persian)

[18] Lee, J.H., Lee, J. and Song, K.B., 2015. Development of a chicken feet protein film containing essential oils. *Food Hydrocolloids*, *46*, pp.208-215.
[19] Ruiz-Navajas, Y., Viuda-Martos, M., Barber, X., Sendra, E., Perez-Alvarez, J.A. and Fernández-López, J., 2015. Effect of chitosan edible films added with Thymus moroderi and Thymus piperella essential oil on shelf-life of cooked cured ham. *Journal of Food Science and Technology*, *52*, pp.6493-6501.
[20] Jahanban-Esfahlan, A., Ostadrahimi, A., Tabibiazar, M. and Amarowicz, R., 2019. A comparative review on the extraction, antioxidant content and antioxidant potential of different parts of walnut (Juglans regia L.) fruit and tree. *Molecules*, *24*(11), p.2133.
[21] Rodrigues, F. J., Cedran, M. F., & Garcia, S. (2018). Influence of linseed mucilage incorporated into an alginate-base edible coating containing probiotic bacteria on shelf-life of fresh-cut yacon (Smallanthus sonchifolius). *Food and Bioprocess Technology*, *11*, 1605-1614.
[22] Pelaes Vital, A.C., Guerrero, A., Guarnido, P., Cordeiro Severino, I., Olleta, J.L., Blasco, M., Nunes do Prado, I., Maggi, F. and Campo, M.D.M., 2021. Effect of active-edible coating and essential oils on lamb patties oxidation during display. *Foods*, *10*(2), p.263.
[23] Pourmolaei, F., Jafarpour, A. and Yeganeh, S., 2017. The Antioxidative and Antibacterial Effect of Origanum Vulgare Essential oil on Surimi Shelf life during Frozen Storage. *Journal of Fisheries*, *70*(1), pp.44-59.
[24] Lu, F., Ding, Y., Ye, X. and Liu, D., 2010. Cinnamon and nisin in alginate–calcium coating maintains quality of fresh northern snakehead fish fillets. *LWT-Food Science and Technology*, *43*(9), pp.1331-1335.
[25] Yu, D., Regenstein, J.M. and Xia, W., 2019. Bio-based edible coatings for the preservation of fishery products: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, *59*(15), pp.2481-2493.
[26] Mancini, R.A. and Hunt, M., 2005. Current research in meat color. *Meat science*, *71*(1), pp.100-121.
[27] Fang, Z., Lin, D., Warner, R.D. and Ha, M., 2018. Effect of gallic acid/chitosan coating on fresh pork quality in modified atmosphere packaging. *Food Chemistry*, *260*, pp.90-96.
[28] Chaharlang, M., Daneshniya, M., Barzanooni, M. and Boghori, P., 2021. Antioxidant and antimicrobial properties of methanolic extract of green walnut skin. *Journal of food science and technology (Iran)*, *17*(108), pp.127-136.
[29] Linares, M.B., Berruga, M.I., Bórnez, R. and Vergara, H., 2007. Lipid oxidation in lamb meat: Effect of the weight, handling previous slaughter and modified atmospheres. *Meat science*, *76*(4), pp.715-720.
[30] Zhang, H., Wu, J. and Guo, X., 2016. Effects of antimicrobial and antioxidant activities of spice extracts on raw chicken meat quality. *Food Science and Human Wellness*, *5*(1), pp.39-48.
[31] Rant, W., Radzik-Rant, A., Świątek, M., Niżnikowski, R., Szymańska, Ż., Bednarczyk, M., Orłowski, E., Morales-Villavicencio, A. and Ślęzak, M., 2019. The effect of aging and muscle type on the quality characteristics and lipid oxidation of lamb meat. *Archives Animal Breeding*, *62*(2), pp.383-391.
[32] Wang, F., Zhang, H., Jin, W. and Li, L., 2018. Effects of tartary buckwheat polysaccharide combined with nisin edible coating on the storage quality of tilapia (Oreochromis niloticus) fillets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *98*(8), pp.2880-2888.
[33] Pearce, K.L., Rosenvold, K., Andersen, H.J. and Hopkins, D.L., 2011. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes—A review. *Meat science*, *89*(2), pp.111-124.
[34] Lyhs, U., Lahtinen, J. and Schelvis-Smit, R., 2007. Microbiological quality of maatjes herring stored in air and under modified atmosphere at 4 and 10 C. *Food microbiology*, *24*(5), pp.508-516.
[35] Christensen, M., Ertbjerg, P., Failla, S., Sañudo, C., Richardson, R.I., Nute, G.R., Olleta, J.L., Panea, B., Albertí, P., Juárez, M. and Hocquette, J.F., 2011. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science*, *87*(1), pp.61-65.
[36] Zhao, Y., Kong, H., Zhang, X., Hu, X. and Wang, M., 2019. The effect of Perilla (Perilla frutescens) leaf extracts on the quality of surimi fish balls. *Food Science & Nutrition*, *7*(6), pp.2083-2090.
[37] Hultmann, L. and Rustad, T., 2002. Textural changes during iced storage of salmon (Salmo salar) and cod (Gadus morhua). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, *11*(3-4), pp.105-123.
[38] Merlo, T.C., Contreras-Castillo, C.J., Saldana, E., Barancelli, G.V., Dargelio, M.D.B., Yoshida, C.M.P., Junior, E.E.R., Massarioli, A. and Venturini, A.C., 2019. Incorporation of pink pepper residue extract into chitosan film combined with a modified atmosphere packaging: Effects on the shelf life of salmon fillets. *Food Research International*, *125*, p.108633.
[39] Yerlikaya, P. and Gökoğlu1ge, N., 2010. Effect of previous plant extract treatment on sensory and

physical properties of frozen bonito (Sarda sarda) filllets. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *10*(3).
[40] Cai, L., Cao, A., Li, T., Wu, X., Xu, Y. and Li, J., 2015. Effect of the fumigating with essential oils on the microbiological characteristics and quality changes of refrigerated turbot (Scophthalmus maximus) fillets. *Food and Bioprocess Technology*, *8*, pp.844-853.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of edible coating based on chicken foot gelatin / green walnut skin extract on physical characteristics, color and texture characteristics of rainbow salmon fillet during storage in refrigerator.

Nasreen Afshar[1], Seyed Hossein Seyed Qavami[2], Naser Sadaqat[*3]

1- Master student of Food Science and Industry, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

2- Master student of Food Science and Industry, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Iran.

3- Professor, Department of Food and Aquatic Health, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

ABSTRACT

Considering the high perishability, quality reduction, and nutritional value of the fish during the storage period, the aim study is to investigate the edible coating based on chicken feet gelatin/green walnut skin extract to preserve the physical characteristics, color, and texture properties of *Oncorhynchus mykiss* fillet during storage in the refrigerator. After extracting gelatin and green walnut skin extract, the coating solution were prepared. The fillets were coated by immersion method. Physical characteristics (moisture), color indices (L*, a*, and b*) as well as textural properties (hardness, springiness, and Cohesiveness) of the fillets were evaluated during 12 days of storage (on days 0, 4, 8, and 12). Variance analysis was performed by Minitab software (version 18). The mean data comparison by Tukey's test is at a 95% confidence level. The results showed significant moisture retention of coated fillets ($p<0.05$). The L* and a* index of fillets decreased during 12 days of storage. While, the b* index was increased in all samples ($p<0.05$). The evaluation of the texture of the fillets showed a decrease in hardness and Cohesiveness, but springiness was increased ($p<0.05$). The coat had significantly higher hardness, Cohesiveness, and lower springiness than the control sample ($p<0.05$). Increasing the concentration of green walnut skin extract from 500 to 1000 ppm increased the quality of fillets ($p<0.05$). In general, It can be concluded that edible coating based on chicken leg gelatin/green walnut skin extract effective to increase shelf- life aquaculture industry.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/3/31
Accepted: 2023/6/13

Keywords:

edible coating,

chicken foot gelatin,

green walnut skin extract,

fish,

preservation

DOI: 10.22034/FSCT.20.142.1
DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.142.1.1

*Corresponding Author E-Mail:
sedaghat@um.ac.ir