مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJMAPR.2021.352887.2913
جلد ۳۷، شماره ۳، صفحه ۴۳۳-۴۲۴ (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350905.1400.37.3.4.9

تأثیر پاداکسندگی و زیست‌پادی عصاره‌های الکلی *Zataria multiflora* Boiss. و *Cuminum cyminum* L. در پوشش زیست‌فعال بر ماندگاری گوشت مرغ

فریبا ظفرمند کاشانی[۱] و داریوش خادمی شورمستی[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران، پست الکترونیک: Dkhademi@gmail.com

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۹ | تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۴۰۰ | تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۰

چکیده

مخاطرات زیست محیطی بسته‌بندی‌های بسپاری موجب افزایش تمایل به استفاده از پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر چندسازه‌ای شده است. با توجه به محدودیت‌های استفاده از پاداکسنده‌ها و زیست‌پادهای مصنوعی، استفاده از فرآورده‌های طبیعی جایگزین توسعه یافته است. در این مطالعه اثرهای پاداکسندگی و ضدمیکروبی عصاره‌های الکلی آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss.) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) در مقایسه با پروپیل گالات در پوشش زیست‌فعال بر ماندگاری گوشت مرغ ارزیابی شد. برای این منظور آزمایشی با ۵ تیمار شامل فیله‌های مرغ فاقد پوشش (شاهد)، دارای پوشش کازئینات‌سدیم ۸٪، دارای پوشش کازئینات‌سدیم غنی شده با عصاره آویشن شیرازی (۱/۵٪)، عصاره زیره‌سبز (۱/۵٪) و پروپیل گالات (۱۰۰ppm) در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار به‌مدت ۱۰ روز نگهداری در دمای یخچال اجرا شد. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش کازئینات‌سدیم موجب کاهش شمار باکتری‌های هوازی مزوفیل و باکتری‌های سرماگرا، شاخص اسید تیوباربیتوریک، عدد پراکسید و مجموع ترکیب‌های ازته فرّار فیله‌ها طی این مدت نگهداری شد. بکارگیری عصاره‌های گیاهی و پروپیل گالات موجب افزایش کارایی پاداکسندگی و ضدمیکروبی پوشش زیست‌فعال شد. در پایان دوره نگهداری، کمترین میزان باکتری‌های هوازی مزوفیل و باکتری‌های سرماگرا و مجموع ترکیب‌های ازته فرّار در فیله‌های حاوی پوشش زیست‌فعال حاوی عصاره زیره ($P<0.05$) و کمترین میزان شاخص اسید تیوباربیتوریک و عدد پراکسید در فیله‌های حاوی پوشش زیست‌فعال حاوی عصاره آویشن شیرازی ($P<0.05$) دیده شد که تفاوت آماری معنی‌داری با پوشش فعال حاوی پروپیل گالات نداشت. بنابراین می‌توان از پوشش زیست‌فعال کازئینات‌سدیم حاوی عصاره‌های زیره سبز و آویشن شیرازی جهت افزایش زمان ماندگاری فیله مرغ در دمای یخچال حداقل به‌مدت ۱۰ روز استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss.)، پوشش زیست‌فعال، زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.)، کازئینات‌سدیم، ماندگاری.

مقدمه

امروزه به‌دلیل عوارض جانبی استفاده از ترکیب‌های ضدباکتریایی و پاداکسنده‌های مصنوعی (مانند پروپیل گالات)، تمایل به مصرف انواع طبیعی آنها با منشأ گیاهی یا حیوانی افزایش یافته است. اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی ازجمله ترکیب‌هایی هستند که در غلظت‌های کم قادرند از رشد باکتری‌ها جلوگیری نمایند. همچنین این مواد عمدتاً پاداکسنده‌های قوی بوده و وجود این دو خاصیت به شکل توأم سبب افزایش مدت ماندگاری مواد غذایی می‌گردد.

آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss.) یکی از شناخته‌شده‌ترین گیاهان دارویی از تیره نعناعیان بوده و دارای خواص دارویی، ضدمیکروبی و پاداکسندگی است که این اثرها عمدتاً به وجود تیمول و کارواکرول نسبت داده می‌شود. تیمول و کارواکرول اجزای اصلی ترکیب‌های فنلی با خواص پاداکسندگی بالا و پارا-سیمن جزء اصلی ترکیب‌های غیرفنلی آویشن را تشکیل می‌دهند. تیمول دارای اثرهای ضدمیکروبی قوی در شرایط بی‌هوازی نیز بوده و با شکافت دیواره خارجی لیپو پلی‌ساکاریدی باکتری‌ها آنها را مهار می‌کند (Holley & Patel, 2005). زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.) گیاه ارزنده‌ای از خانواده چتریان است. ترکیب‌های مؤثر اسانس، کارون، فلاندرن، پینین، آلفا-ترپینئول، آپی‌ژنین، پارا-سیمن و کومینول بوده که علاوه‌بر آرومای خاص دارای خاصیت ضدمیکروبی هستند. کومینول، آلدئیدی است که مسئول آرومای خاص زیره است (Tavakolipour *et al*., 2018).

نتیجه تحقیقات نشان داده است که استفاده از اسانس آویشن موجب افزایش زمان ماندگاری سینه مرغ بسته‌بندی شده تحت خلأ (Piruz & Khani, 2018) و کاهش رشد باکتری‌ها و کاهش فراسنجه‌های شیمیایی عامل فساد در فیله ماهی می‌شود (Rafieepour *et al*., 2020). همچنین استفاده همزمان غلظت‌های بالای آویشن شیرازی و نیسین موجب افزایش معنی‌دار زمان نگهداری فیله ماهی سبک شور در مقایسه با گروه شاهد شد (Chobkar *et al*., 2012). ضمن اینکه اسانس زیره‌سبز در پوشش خوراکی کیتوزان موجب حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری گوشت گاو در بسته‌بندی اصلاح‌شده در شرایط سرد شده است (Fattahian *et al*., 2020).

امروزه با استفاده از فناوری بسته‌بندی فعال می‌توان بار میکروبی مواد غذایی را کاهش و متعاقباً ماندگاری آن را افزایش داد. بسته‌بندی فعال پاداکسنده نوعی سامانه نگهداری مواد غذایی است که در آن یک یا مخلوطی از چند پاداکسنده در داخل شبکه بسپار ماده بسته‌بندی قرار گرفته و در طول مدت نگهداری ماده غذایی، به‌صورت کنترل شده به داخل آن آزاد شده و با افزایش پایداری اکسایشی محصول غذایی، ماندگاری آن را افزایش می‌دهد (Almasi *et al*., 2014). به‌دلیل برهم‌کنش نزدیک بسته‌بندی‌های فعال با ماده غذایی، امروزه استفاده از پوشش‌های خوراکی و زیست‌تخریب‌پذیر در تولید این نوع مواد بسته‌بندی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. کازئینات سدیم، نمک سدیم کازئین است که دارای طعم خوشایندی بوده و به‌دلیل قابلیت تشکیل پیوندهای وسیع هیدروژنی بین مولکولی، به راحتی می‌تواند محلول‌های آبدار تشکیل دهد (Khwaldia *et al*., 2004). نشان داده شد که استفاده از پوشش کازئینات‌سدیم موجب کاهش معنی‌دار عدد پراکسید و بار میکروبی فیله ماهی طی دوره نگهداری شد (Zargar *et al*., 2014). همچنین گزارش شد با افزایش غلظت عصاره بذر چای در پوشش فعال کازئینات‌سدیم، تعداد ریزاندامگان‌های موجود در فیله ماهی پوشش داده شده به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (Tabatabaee *et al*., 2019). ازاین‌رو به‌منظور بررسی همزمان خصوصیات پاداکسندگی و ضدباکتریایی و کارایی عصاره‌های الکلی آویشن شیرازی و زیره‌سبز در پوشش زیست‌فعال کازئینات‌سدیم بر ماندگاری گوشت مرغ طی دوره نگهداری در دمای یخچال (۴°C)، این مطالعه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تهیه عصاره و پوشش زیست‌فعال

برای تهیه عصاره، مقدار لازم از گیاهان آویشن شیرازی و زیره سبز به‌صورت خشک و حاوی ساقه و برگ از عطاری خریداری و پس از انتقال به آزمایشگاه و تأیید کارشناسی واریته، با آسیاب (شرکت ایران‌خودساز) پودر و از الک با مش ۴۰ عبور داده شد. استخراج عصاره با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال اتانول با اندکی تغییرات نسبت به روش توصیه شده انجام گردید. بدین‌ترتیب که ۱۰۰ گرم از پودر گیاه داخل کارتوش پیچیده شده و داخل محفظه استخراج قرار گرفت. سپس ۴۰۰ میلی‌لیتر حلال داخل بالون ته‌گرد ریخته شده و به‌مدت ۳-۲ روز در دمای حدود ۴۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. عصاره حاصل با استفاده از دستگاه تبخیرکننده چرخان تحت‌خلأ و دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ و تا زمان مصرف در یخچال نگهداری شد (Guder & Korkmaz, 2012). پس از انحلال پودر کازئینات‌سدیم (سیگما، آمریکا) در آب‌مقطر (۸٪ وزنی/وزنی)، گلیسرول (مرک، آلمان) با نسبت پروتئین: گلیسرول (۱: ۰/۳) به‌عنوان نرم‌کننده به آن افزوده شد و محلول به‌مدت ۳ دقیقه تحت همزنی با دور بالا توسط میکسر هموژنایزر قرار گرفت (Atares *et al*., 2010). در نهایت در هنگام سرد کردن به مخلوط بدست‌آمده با توجه به تیمارهای آزمایشی عصاره‌های الکلی آویشن شیرازی یا زیره‌سبز (هر یک ۱/۵٪ حجمی/حجمی) یا پروپیل گالات (۱۰۰ppm) اضافه شد.

فیله‌های مرغ با میانگین وزنی ۵±۹۵ گرم تهیه شده از کشتار روز با حفظ زنجیره سرد به آزمایشگاه منتقل و به‌روش غوطه‌وری در محلول‌های تهیه شده پوشش‌دهی شد. نمونه‌های بدون پوشش (شاهد) به مدت مشابه در آب‌مقطر غوطه‌ور شدند. تیمارها شامل فیله مرغ بدون پوشش (شاهد)، فیله‌های پوشش داده شده با محلول کازئینات‌سدیم، فیله‌های پوشش داده شده با کازئینات‌سدیم همراه با عصاره آویشن شیرازی، عصاره زیره سبز یا پروپیل گالات (در مجموع ۵ تیمار) به‌مدت ۱۰ روز مورد آزمون‌های شیمیایی و میکروبی قرار گرفتند.

آزمایش‌های شیمیایی و میکروبی

اندازه‌گیری عدد پراکسید در چربی استخراج‌شده از فیله مرغ طبق روش پیشنهادی Egan و همکاران (۱۹۹۷) با عمل تیتراسیون انجام و نتایج براساس میلی‌اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم بافت گوشت گزارش شد. برای اندازه‌گیری شاخص اسید تیوباربیتوریک نیز از روش Egan و همکاران (۱۹۹۷) بر مبنای جذب رنگ صورتی ایجاد شده در واکنش با دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد. نتایج براساس میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم بافت گوشت بیان شد. به‌منظور اندازه‌گیری مواد ازته فرّار از دستگاه کلدال (۷۴۰- بخشی- ایران) و روش تیتراسیون استفاده گردید. نتایج براساس میزان مواد ازته فرّار برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم فیله محاسبه شد (Ojagh *et al*., 2010).

برای آزمایش‌های میکروبی مقدار ۱۰ گرم نمونه فیله در ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی مخلوط و هموژن گردید. سپس رقّت‌های مورد نیاز تهیه شد. شمارش کلی باکتری‌های هوازی و باکتری‌های سرمادوست در محیط پلیت کانت آگار به‌ترتیب در دماهای $37\ ^{o}C$ و دمای $7\ ^{o}C$ با شمارش کلنی‌های موجود انجام شد و نتایج حاصل براساس لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده کلنی بر گرم گزارش گردید (Ojagh *et al*., 2010).

تجزیه‌وتحلیل آماری

در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P<0.05$) مقایسه شدند.

نتایج

بررسی نتایج حاصل از شاخص‌های میکروبی

تغییرات میانگین تعداد باکتری‌های هوازی مزوفیل و سرماگرا طی دوره نگهداری فیله مرغ در دمای یخچال به‌ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است.

نتایج نشان داد بار میکروبی فیله‌ها در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری با روند افزایشی همراه بود. این افزایش روند در تیمار شاهد شدت بیشتری داشت، به‌نحوی که در پایان دوره نگهداری، میانگین تعداد باکتری‌های هوازی مزوفیل به ۱/۱۳±۷/۱۳ و باکتری‌های سرماگرا به ۱/۱۴±۷/۰۵ رسید که به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر گروه‌ها بود ($P<0.05$). کمترین میانگین تعداد باکتری‌های هوازی مزوفیل در فیله‌های حاوی پوشش کازئینات‌سدیم غنی‌شده با عصاره‌های گیاهی و کمترین میانگین تعداد باکتری‌های سرماگرا در فیله‌های حاوی پوشش کازئینات‌سدیم غنی‌شده با عصاره زیره (۰/۱۴±۵/۰۰) دیده شد. نتایج نشان داد بکارگیری پوشش کازئینات‌سدیم به‌ویژه زمانی‌که حاوی هر یک از عصاره‌های گیاهی (آویشن و

جدول ۱- میانگین تعداد باکتری‌های هوازی مزوفیل (TVC) فیله مرغ طی دوره نگهداری (log cfu/g)

تیمارها	زمان نگهداری در دمای ۴°C (روز)			
	صفر	۳	۶	۱۰
شاهد	۰/۰۳±۱/۸۰^{D}	۰/۱۳±۳/۶۰^{aC}	۰/۱۵±۵/۲۰^{aB}	۰/۱۳±۷/۱۳^{aA}
SC	۰/۰۴±۱/۸۲^{D}	۰/۱۰±۳/۱۵^{bC}	۰/۱۷±۴/۷۷^{bB}	۰/۱۵±۶/۰۰^{bcA}
SC+PG	۰/۰۳±۱/۸۰^{D}	۰/۱۱±۳/۲۰^{bC}	۰/۱۴±۴/۴۲^{cB}	۰/۱۹±۵/۷۳^{cdA}
SC+AVI	۰/۰۵±۱/۸۱^{C}	۰/۰۹±۳/۱۰^{bB}	۰/۰۲±۴/۴۵^{cA}	۰/۲۱±۵/۵۰^{deA}
SC+ZIR	۰/۰۳±۱/۸۰^{C}	۰/۰۷±۳/۰۰^{bB}	۰/۱۱±۴/۱۱^{dAB}	۰/۱۷±۵/۱۷^{eA}

اعداد به‌صورت میانگین±انحراف معیار بوده و حروف a-e در هر ستون و A-D در هر سطر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) است.

SC: پوشش کازئینات‌سدیم، PG: پروپیل گالات، AVI: عصاره آویشن و ZIR: عصاره زیره

جدول ۲- میانگین تعداد باکتری‌های سرماگرا (PTC) فیله مرغ طی دوره نگهداری (log cfu/g)

تیمارها	زمان نگهداری در دمای ۴°C (روز)			
	صفر	۳	۶	۱۰
شاهد	۰/۰۵±۱/۷۲^{D}	۰/۱۱±۳/۵۷^{aC}	۰/۱۵±۵/۰۰^{aB}	۰/۱۴±۷/۰۵^{aA}
SC	۰/۰۴±۱/۷۰^{D}	۰/۰۵±۳/۱۰^{bC}	۰/۱۷±۴/۵۷^{bB}	۰/۱۱±۵/۷۷^{bA}
SC+PG	۰/۰۵±۱/۷۱^{D}	۰/۰۹±۲/۹۰^{bC}	۰/۱۴±۴/۳۰^{cB}	۰/۱۷±۵/۶۵^{dcA}
SC+AVI	۰/۰۵±۱/۷۱^{C}	۰/۰۶±۲/۸۲^{bcB}	۰/۰۲±۴/۳۷^{cA}	۰/۲۲±۵/۳۹^{dcA}
SC+ZIR	۰/۰۳±۱/۷۰^{C}	۰/۰۳±۲/۷۰^{cB}	۰/۱۱±۴/۱۰^{dAB}	۰/۱۴±۵/۰۰^{eA}

اعداد به‌صورت میانگین±انحراف معیار بوده و حروف a-e در هر ستون و A-D در هر سطر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) است.

SC: پوشش کازئینات‌سدیم، PG: پروپیل گالات، AVI: عصاره آویشن و ZIR: عصاره زیره

زیره) مورد استفاده قرار گرفت به‌طور معنی‌داری در کاهش بار میکروبی نسبت به سایر گروه‌ها مؤثر بود ($P<0.05$).

بررسی تغییرات عدد پراکسید (PV)

تغییرات میانگین عدد پراکسید فیله‌ها طی دوره نگهداری در دمای یخچال در جدول ۳ آمده است. نتایج بیانگر روند افزایشی در تمامی گروه‌ها تا روز ششم نگهداری و بعد از آن با شدت کمتری تا پایان دوره نگهداری بود. شدت تغییرات افزایشی در فیله‌های بدون پوشش (شاهد) نسبت به سایر گروه‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر بود و در پایان دوره به حداکثر مقدار خود یعنی ۹/۱۰±۱/۱۴ meq/Kg رسید ($P<0.05$). استفاده از پوشش کازئینات‌سدیم در طی دوره نگهداری موجب کاهش میانگین عدد پراکسید نسبت به تیمار شاهد شد. ضمن اینکه غنی‌سازی پوشش مذکور با پروپیل‌گالات و عصاره‌های آویشن شیرازی و زیره سبز و تهیه پوشش زیست فعال، کارایی پوشش را بهبود داد.

بررسی تغییرات عدد تیوباربیتوریک اسید (TBA)

داده‌های جدول ۴ تغییرات میانگین شاخص اسید تیوباربیتوریک اسید را در فیله‌ها طی مدت نگهداری در دمای یخچال نشان می‌دهد. نتایج بیانگر سیر صعودی معنی‌دار ($P<0.05$) مقدار عددی این شاخص در تمامی تیمارها و با شدت بیشتر در تیمار شاهد است. در پایان دوره نگهداری کمترین مقدار این شاخص در فیله‌های حاوی پوشش کازئینات‌سدیم و عصاره آویشن شیرازی بود که تفاوت آماری معنی‌داری با این مقدار در فیله‌های حاوی پوشش کازئینات‌سدیم و پروپیل‌گالات نداشت. به‌طور کلی استفاده از پوشش خوراکی کازئینات‌سدیم موجب کاهش معنی‌دار TBA در مقایسه با تیمار شاهد شد و بکارگیری عصاره‌های شیمیایی و به‌ویژه آویشن شیرازی موجب افزایش کارایی آن گردید.

جدول ۳- میانگین عدد پراکسید (PV) فیله مرغ طی دوره نگهداری (meq/Kg)

تیمارها	زمان نگهداری در دمای ۴°C (روز)			
	صفر	۳	۶	۱۰
شاهد	۰/۱۲±۰/۰۵^{C}	۲/۷۷±۰/۰۷^{aB}	۷/۷۷±۰/۱۵^{aA}	۱۰/۱۰±۱/۱۴^{aA}
SC	۰/۱۱±۰/۰۴^{C}	۲/۳۹±۰/۰۵^{bB}	۷/۰۰±۰/۱۰^{bA}	۸/۱۰±۰/۱۱^{bA}
SC+PG	۰/۱۰±۰/۰۵^{C}	۲/۰۰±۰/۰۹^{cB}	۶/۳۹±۰/۰۶^{cA}	۷/۶۰±۰/۱۷^{cA}
SC+AVI	۰/۱۱±۰/۰۶^{C}	۲/۳۰±۰/۰۴^{bB}	۶/۴۸±۰/۱۲^{cA}	۷/۵۰±۰/۲۲^{cA}
SC+ZIR	۰/۱۰±۰/۰۴^{C}	۲/۳۳±۰/۰۵^{bB}	۶/۶۹±۰/۱۱^{bA}	۷/۸۰±۰/۱۴^{cA}

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بوده و حروف a-e در هر ستون و A-D در هر سطر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) است.

SC: پوشش کازئینات‌سدیم، PG: پروپیل‌گالات، AVI: عصاره آویشن و ZIR: عصاره زیره

جدول ۴- میانگین شاخص اسید تیوباربیتوریک (TBA) فیله مرغ طی دوره نگهداری (mg MDA/Kg)

تیمارها	زمان نگهداری در دمای ۴°C (روز)			
	صفر	۳	۶	۱۰
شاهد	۰/۰۴±۰/۰۰^{D}	۱/۶۰±۰/۰۵^{aC}	۲/۱۰±۰/۰۹^{aB}	۳/۱۱±۰/۱۴^{aA}
SC	۰/۰۳±۰/۰۱^{D}	۱/۴۰±۰/۰۳^{bC}	۱/۸۲±۰/۰۷^{bB}	۲/۷۵±۰/۱۷^{bA}
SC+PG	۰/۰۳±۰/۰۰^{D}	۱/۳۰±۰/۰۷^{bB}	۱/۳۹±۰/۰۶^{dcB}	۲/۲۵±۰/۰۹^{dA}
SC+AVI	۰/۰۴±۰/۰۱^{D}	۱/۳۷±۰/۰۶^{bB}	۱/۵۲±۰/۰۷^{cB}	۲/۱۸±۰/۱۰^{dA}
SC+ZIR	۰/۰۴±۰/۰۱^{D}	۱/۴۱±۰/۰۳^{bB}	۱/۵۹±۰/۰۶^{cB}	۲/۳۹±۰/۱۱^{cA}

اعداد به‌صورت میانگین±انحراف معیار بوده و حروف a-e در هر ستون و A-D در هر سطر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) است.

SC: پوشش کازئینات‌سدیم، PG: پروپیل گالات، AVI: عصاره آویشن و ZIR: عصاره زیره

بررسی تغییرات مجموع ترکیب‌های ازته فرّار (TVB_N)

بررسی روند تغییرات میانگین مجموع ترکیب‌های ازته فرّار در فیله‌های مرغ طی دوره نگهداری در دمای یخچال در جدول ۵ آمده نشان داد که با گذشت زمان نگهداری فیله‌ها، مقدار عددی این شاخص در تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0.05$). در پایان دوره نگهداری بیشترین مقدار این شاخص در تیمار شاهد و کمترین مقدار آن در فیله‌های حاوی پوشش کازئینات‌سدیم غنی‌شده با عصاره زیره سبز دیده شد ($P<0.05$) که تفاوت آماری معنی‌داری با این مقدار در فیله‌های حاوی پوشش کازئینات‌سدیم غنی‌شده با پروپیل‌گالات نداشت.

جدول ۵- میانگین مجموع ترکیب‌های ازته فرار (TVN_N) فیله مرغ طی دوره نگهداری (mg /100g)

تیمارها	زمان نگهداری در دمای ۴°C (روز)			
	صفر	۳	۶	۱۰
شاهد	۱۲/۱۲±۰/۵۰^{D}	۲۷/۰۰±۰/۹۵^{aC}	۲۹/۷۰±۱/۱۹^{aB}	۳۳/۰۰±۱/۲۰^{aA}
SC	۱۲/۱۰±۰/۶۷^{D}	۲۴/۱۰±۰/۸۰^{bC}	۲۶/۷۵±۰/۹۰^{bB}	۳۰/۱۰±۱/۱۰^{bA}
SC+PG	۱۱/۹۰±۰/۷۰^{C}	۲۳/۷۵±۰/۶۰^{cB}	۲۵/۰۰±۱/۱۶^{dcB}	۲۸/۲۰±۰/۹۰^{cdA}
SC+AVI	۱۲/۰۰±۰/۷۰^{C}	۲۳/۳۰±۰/۸۰^{cB}	۲۵/۱۰±۱/۰۰^{cB}	۲۸/۷۷±۱/۱۰^{cA}
SC+ZIR	۱۱/۹۵±۰/۸۰^{C}	۲۳/۰۰±۰/۳۰^{cB}	۲۴/۷۷±۰/۹۵^{cB}	۲۷/۳۰±۱/۱۰^{dA}

اعداد به صورت میانگین±انحراف معیار بوده و حروف a-e در هر ستون و A-D در هر سطر بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) است. SC: پوشش کازئینات‌سدیم، PG: پروپیل گالات، AVI: عصاره آویشن و ZIR: عصاره زیره

بحث

استفاده از پوشش خوراکی کازئینات‌سدیم به‌ویژه زمانی که حاوی پروپیل‌گالات، عصاره آویشن شیرازی و زیره‌سبز بود به‌طور معنی‌داری موجب کاهش شمار باکتری‌های هوازی مزوفیل و باکتری‌های سرماگرا شد. نتایج حاصل با نتایج تحقیقات پیشین در هنگام استفاده از پوشش کازئینات‌سدیم به‌تنهایی (Zargar *et al*., 2014) یا به شکل پوشش زیست‌فعال حاوی عصاره بذر چای تطابق دارد. فیله‌های ماهی قزل‌آلا دارای پوشش کازئینات‌سدیم و عصاره ۱٪ بذر چای در پایان دوره ۱۲ روزه نگهداری نسبت به گروه شاهد حاوی باکتری‌های هوازی مزوفیل کمتری (۹/۳۱ در برابر ۸/۷۸) بودند (Tabatabaee *et al*., 2019). سطح پایین‌تر بار میکروبی در تیمار فیله‌های حاوی پوشش نشان می‌دهد که پوشش کازئینی تا حدی توانسته به‌عنوان مانعی در برابر آلودگی میکروبی عمل کند. ترکیب و ساختار گروه‌های عاملی موجود در عصاره‌ها و اسانس‌ها نقش مهمی در فعالیت ضدمیکروبی آنها ایفاء می‌کنند. معمولاً ترکیب‌هایی که دارای گروه‌های فنلی هستند، مؤثرترند (Burt, 2004). ازاین‌رو احتمالاً اثرهای ضدمیکروبی عصاره‌های آویشن شیرازی و زیره سبز در ترکیب پوشش کازئینات‌سدیم در این مطالعه با ترکیب‌های فنلی موجود در آنها که دارای ویژگی‌های ضدمیکروبی می‌باشند، مرتبط است. فرضیه وابستگی اثر ضدمیکروبی اسانس‌ها به میزان ترکیب‌های فنلی تیمول و کارواکرول اثبات شد (Sefidkon *et al*., 2007). اگرچه ویژگی‌های ضدمیکروبی اسانس و عصاره‌های گیاهی مشخص شده است ولی سازوکار دقیق آنها مشخص نیست. با توجه به تعدد گروه‌های مختلف مواد شیمیایی، این احتمال وجود دارد که فعالیت ضدمیکروبی براساس یک سازوکار خاص نباشد و هدف‌های متعددی در سلول باکتری وجود داشته باشد. شواهد نشان می‌دهد اثرهای ضدباکتریایی، از طریق تغییر ساختار و عمل غشاء سلولی اعمالی می‌شود. ترکیب‌های موجود در اسانس و عصاره‌های گیاهی نفوذپذیری غشاء را افزایش می‌دهند و با نفوذ در غشاء منجر به تورم غشاء، کاهش فعالیت و در نهایت مرگ سلول می‌شوند (Holley & Patel, 2005). همچنین، ترکیب‌های شیمیایی فنلی موجود در آنها می‌توانند آنزیم‌های باکتریایی را آب‌کافت نمایند و منجر به از بین رفتن نیروی محرک پروتونی، جریان الکترون، حمل و نقل فعال و انعقاد محتویات سلولی شود (Shahbazi *et al*., 2016). در این تحقیق اثر ضدباکتریایی عصاره زیره‌سبز به‌ویژه در مورد باکتری‌های سرماگرا مشهودتر بود و موجب افزایش کارایی پوشش زیست‌فعال شد. علاوه‌بر اثر هم‌افزایی عصاره زیره سبز و پوشش کازئینات‌سدیم، بیان شد که اثرهای هم‌افزایی سایر ترکیب‌های غیرفنلی موجود در اسانس و عصاره گیاهی مانند گاما-ترپینن، بتا-پینن و اوسیمن را در بهبود سازوکار ترکیب‌های اصلی نباید نادیده گرفت (Jouki *et al*., 2014). در مطالعه‌ای Eshghinezhad و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که سطوح افزایشی اسانس زیره‌سبز در فیلم PLA موجب کاهش معنی‌دار باکتری‌ها شد. همچنین گزارش شد در روز ۱۴ دوره نگهداری فیله‌های ماهی تیمار شده با اسانس زیره و آویشن، شمار باکتری‌های مزوفیل هوازی در تیمار شاهد بیشترین و در تیمار ۲۰۰۰ mg/l اسانس آویشن کمترین مقدار ($۵/۵\times۱۰^{۸}$ cfu/g) در برابر ($۲/۱\times۱۰^{۴}$) را نشان داد (Rafieepour *et al*., 2020). عدد پراکسید معیاری برای اندازه‌گیری هیدروپراکسیدهاست. هیدروپراکسیدها به‌عنوان محصولات اولیه اکسیداسیون هستند که می‌توانند متعاقباً به محصولات ثانویه به‌ویژه آلدئیدها و کتون‌ها تجزیه شوند که با شاخص TBARS (Thiobarbituric Acid Reaction Substances) مورد سنجش قرار می‌گیرند. پوشش خوراکی کازئینات‌سدیم به‌دلیل خاصیت ممانعت‌کنندگی خوب پوشش‌های پروتئینی در برابر نفوذ اکسیژن، به‌طور مؤثری بر میزان اکسیداسیون اثرگذار می‌باشد (Bonilla *et al*., 2012). افزودن مستقیم پاداکسنده‌ها به سامانه‌های غذایی موجب می‌شود در ابتدا که غلظت پاداکسنده بالاست پایداری اکسایشی بالا باشد ولی با گذشت زمان پایداری کاهش یابد. از سویی، محدودیت در مقدار پاداکسنده‌های افزوده شده وجود دارد، زیرا غلظت بالای پاداکسنده‌های مصنوعی سلامتی مصرف‌کننده را به‌مخاطره می‌اندازد (حداکثر غلظت مجاز پروپیل گالات طبق استاندارد اتحادیه اروپا ۱۰۰ppm اعلام شده است) و انواع طبیعی نیز در غلظت‌های بالا معمولاً اثر پراکسیدانی از خود نشان می‌دهند. در حالی‌که افزودن پاداکسنده به ماده پایه بسته‌بندی موجب می‌شود

که بتوان مقادیر بالاتری ماده پاداکسنده را بدون بروز مشکل ذکرشده مورد استفاده قرار داد. همچنین به‌علت مهاجرت تدریجی و پیوسته، همواره مقادیر کافی پاداکسنده در سطح ماده‌غذایی که محل اصلی شروع اکسیداسیون می‌باشد وجود داشته، بنابراین ماندگاری افزایش می‌یابد (Almasi *et al.*, 2014). حد مجاز فراسنجه‌های PV و TBARS در گوشت مرغ به‌ترتیب ۱۰meq/Kg و ۳–۲ mg MDA/Kg تعیین شده است. با بررسی جدول‌های ۳ و ۴ مشخص شد که استفاده از پوشش زیست‌فعال بر پایه کازئینات‌سدیم به‌طور معنی‌داری ماندگاری فیله را حداقل تا ۶ روز افزایش داد. در این بین، اثر پاداکسندگی عصاره آویشن شیرازی نسبت به عصاره زیره سبز به‌ویژه در مورد شاخص TBARS مؤثرتر بود و تفاوت آماری معنی‌داری با پاداکسنده مصنوعی پروپیل گالات نداشت. وجود ترکیباتی مانند تیمول و کارواکرول، ترکیب‌های فنلی و گروه‌های هیدروکسی با قدرت حذف رادیکال‌های آزاد در عصاره آویشن شیرازی موجب بروز نتایج اخیر شد. در بررسی خصوصیات حسی، شیمیایی و میکروبی استفاده از سطوح افزایشی اسانس آویشن شیرازی در ترکیب پوشش زیست‌فعال کازئینات‌سدیم نشان داده شد که استفاده از پوشش زیست‌فعال کازئینات‌سدیم و ۱/۵٪ اسانس آویشن شیرازی موجب پایداری گوشت گوساله ۱۰ روز پس از نگهداری در دمای یخچال شد (Lashkari *et al.*, 2020).

شاخص TVN در مجموع شامل تری‌متیل‌آمین حاصل فساد باکتریایی و دی‌متیل‌آمین حاصل خودهضمی آنزیمی، آمونیاک و سایر ترکیب‌های فرّار آمینی در ارتباط با فساد فرآورده‌های گوشتی است. علت اصلی افزایش این شاخص در گوشت، همسو با افزایش تعداد باکتری‌ها، به تخریب پروتئین‌ها توسط آنها نسبت داده می‌شود (Gomez-E *et al.*, 2007). میزان TVN در حد ۲۹–۲۸ mg/100g شروع فساد گوشت طیور در نظر گرفته می‌شود (Balamatsia *et al.*, 2006). نتایج این مطالعه نشان داد که ۶ روز پس از نگهداری فیله‌های بدون پوشش، آنها غیرقابل مصرف شدند، در حالی‌که فیله‌های پوشش‌دار طی این مدت در محدوده مجاز قرار داشتند. در پایان روز دهم نگهداری فیله‌ها در یخچال، فقط فیله‌های دارای پوشش زیست‌فعال حاوی پروپیل‌گالات یا عصاره‌های آویشن شیرازی یا زیره سبز همچنان در محدوده مجاز قرار داشتند. در این میان بهترین نتایج در فیله‌های پوشش‌دهی شده با پوشش زیست‌فعال حاوی عصاره زیره‌سبز دیده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با نمونه‌های دارای پوشش حاوی پروپیل گالات نداشتند. این نتایج همچنین با نتایج میکروبی مطابقت داشت، به‌نحوی که کمترین میانگین بار میکروبی در پایان دوره نگهداری نیز در فیله‌های دارای پوشش زیست‌فعال حاوی عصاره‌های گیاهی به‌ویژه زیره سبز دیده شد و از سوی دیگر طی این مدت شمار کلی باکتری‌ها در فیله‌های تیمار شاهد از حدمجاز (۷ log cfu) فراتر رفت. نتایج مشابهی در تحقیقات محققان در بررسی اثر زیره‌سبز در پوشش کیتوزان (Fattahian *et al.*, 2020) و در فیلم PLA (Eshghinezhad *et al.*, 2018) بر ماندگاری گوشت گاو و اثر آویشن در پوشش ژلاتینی (Fazlara *et al.*, 2017) و همراه با بسته‌بندی در خلأ (Piruz & Khani, 2018) بر ماندگاری فیله طیور گزارش شد.

نتایج این تحقیق نشان داد پوشش کازئینات‌سدیم در تأخیر فساد اکسیداسیونی و میکروبی نقش دارد. از سویی، هر دو عصاره گیاهی مورد مطالعه در این تحقیق دارای خصوصیات پاداکسندگی (به‌ویژه عصاره آویشن شیرازی) و ضدمیکروبی (به‌ویژه عصاره زیره سبز) بوده و این امر می‌تواند موجب بهبود کارایی پوشش‌های خوراکی زیست‌تخریب‌پذیر فعال در افزایش ماندگاری گوشت مرغ گردد. ضمن اینکه از این عصاره‌های گیاهی می‌توان به‌راحتی به‌عنوان جایگزین پاداکسنده سنتزی پروپیل گالات استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

- Almasi, H., Ghanbarzadeh, B., Dehghannya, J., Entezami, A.A. and Khosrowshahi Asl, A., 2014. Development of a novel controlled-release nanocomposite based on poly (lactic acid) to increase the oxidative stability of soybean oil. Food Additives and Contaminants, Part A, 31(9): 1586-1597.
- Atares, L., Bonilla, J. and Chiralt, A., 2010. Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils. Journal of Food Engineering, 100: 678-687.

- Jouki, M., Yazdi, F.T., Mortazavi, S.A., Koocheki, A. and Khazaei, N., 2014. Effect of quince seed mucilage edible films incorporated with oregano or thyme essential oil on shelf life extension of refrigerated rainbow trout fillets. International Journal of Food Microbiology, 174: 88-97.
- Khwaldia, K., Banon, S., Perez, C. and Desobry, S., 2004. Properties of sodium caseinate film forming dispersions and films. Dairy Science, 87: 2011-2016.
- Lashkari, H., Halabinejad, M., Rafati, A. and Namdar, A., 2020. Shelf life extension of veal meat by edible coating incorporated with *Zataria multiflora* essential oil. Journal of Food Quality, 2020 (Article ID: 8871857): 8p.
- Ojagh, S.M., Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H., 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120: 193-198.
- Piruz, S. and Khani, M.R., 2018. The effect of thyme essential oil and vacuum packaging on shelf life of chicken breast meat. Iranian Journal of Food Sciences and Technology, 74(15): 85-98.
- Rafieepour, A., Nejad Sajadi, S.H., Shahdadi, F., Mahdavinia, A., Dezyani, M. and Ezzati, R., 2020. The effect of caraway and thyme essential oils on quality characteristics and shelf life of fresh and frozen fish. Iranian Journal of Food Science and Technology, 95(16): 63-75.
- Sefidkon, F., Sadeghzadeh, L., Teimouri, M., Asgari, F. and Ahmadi, Sh., 2007. Antimicrobial effects of the essential oils of two *Satureja* species (*S. Khuzistanica Jamzad* and *S. bachtiarica Bunge*) in two harvesting time. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 23(2): 174-182.
- Shahbazi, Y., Shavisi, N. and Mohebi, E., 2016. Potential application of *Ziziphora clinopodioides* essential oil and nisin as natural preservatives against *Bacillus cereus* and *Escherichia coli*O157:H7 in commercial barley soup. Journal of Food Safety, 36(4): 435-441.
- Tabatabaee, H., Mostaghim, T. and Rahman, A., 2019. Shelf-life increase of trout fish fillets wrapped with sodium caseinate film incorporated with tea seed extract. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 11(2): 15-28.
- Tavakolipour, H., Zebrjani, L. and Javanmard Dakheli, M., 2018. Comparison of the effect of sage and cumin extract in preventing toxogenicity of *Aspergillus flavus* in pistachio kernels. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 10(2): 37-45.
- Zargar, M., Yeganeh, S., Razavi, S.H. and Ojagh, S.M., 2014. Effects of sodium caseinate edible coating on quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during storage in refrigerator temperature. Iranian Journal of Food Sciences and Technology, 44(11): 71-81.
- Balamatsia, C.C., Rogga, K., Badeka, A., Kontaminas, M.G. and Savvaidis, I.N., 2006. Effect of low-dose radiation on microbiological, chemical, and sensory characteristics of chicken meat stored aerobically at 4^{o}C. Journal of Food Protection, 69(5): 1126-1133.
- Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M. and Chiralt, A., 2012. Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: Possibilities and limitations. Journal of Food Engineering, 110: 208-213.
- Burt, S., 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223-253.
- Chobkar, N., Akhondzadeh Basti, A., Sari, A.A., Gandomi, H. and Emamirad, A.M., 2012. Evaluation of the effect of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil and nisin on quality control of light salted carp fillets (*Hypophthalmichthys molitrix*). Journal of Medicinal Plants, 11(2): 205-215.
- Egan, H., Kirk, R.S. and Sawyer, R., 1997. Pearson's Chemical Analysis of Food. Longman Scientific and Technica, 708p.
- Eshghinezhad, F., Basti, A.A., Khanjari, A., Khosravi, P., Shavisi, N. and Tayyar Hashtjin, N., 2018. Effect of PLA films containing cumin essential oil on some microbial and chemical properties of minced beef meat. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 13(1): 75-84.
- Fattahian, A., Fazlara, A., Maktabi, S., PourMahdi, M. and Bavarsad, N., 2020. The effects of edible chitosan coating containing *Cuminum cyminum* essential oil on the shelf-life of meat in modified atmosphere packaging. Iranian Journal of Food Science and Technology, 17(104): 79-91.
- Fazlara, A., Pourmahdi Brojeni, M. and Molaei, F., 2017. The effect of gelatin-Avishan Shirazi (*Zataria multiflora* Bioss.) coatingon microbial, chemical and sensorial characteristics of ostrich fillets in refrigerated condition. Journal of Food Science and Technology, 67(14): 141-155.
- Gomez-E, J., Montero, P., Gomez G.B. and Guillen, M.C., 2007. Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). Journal of Food Chemistry, 105: 511-520.
- Guder, A. and Korkmaz, H., 2012. Evaluation of in-vitro antioxidant properties of hydroalcoholic solution extracts of *Urtica dioica* L. and *Malva neglecta* Wallr and their mixture. Iranian Journal of Pharmacology Research, 11: 913-923.
- Holley, R.A and Patel, D., 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology, 22(4): 273-292.

Antioxidant and antimicrobial effects of *Zataria multiflora* Boiss. and *Cuminum cyminum* L. alcoholic extracts in bioactive coatings on chicken meat shelf life

F. Zafarmand Kashani[1] and D. Khademi Shurmasri[2*]

1- M.Sc. graduated, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran
2*- Corresponding author, Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran
E-mail: Dkhademi@gmail.com

Received: December 2020 Revised: May 2021 Accepted: May 2021

Abstract

The environmental hazards of polymer packaging have increased the tendency to use the biodegradable composites. Due to the use limitations of synthetic antioxidants and antibiotics, the use of alternative natural products has been developed. In this study, the antioxidant and antimicrobial effects of *Zataria multiflora* Boiss. and *Cuminum cyminum* L. alcoholic extracts in the bioactive coatings on the shelf life of chicken meat were evaluated and compared with propyl gallate. For this purpose, an experiment was conducted in a completely randomized design with five experimental treatments including the uncoated chicken fillets (control), fillets coated with 8% sodium caseinate, sodium caseinate-based coated enriched with thyme extract (1.5%), cumin extract (1.5%), and propyl gallate (100 ppm) and three replications for 10 days at refrigerator temperature. The results showed that the use of sodium caseinate coating reduced the number of aerobic mesophilic bacteria, psychrophilic bacteria, thiobarbituric acid index, peroxide value, and total volatile nitrogen compounds of the fillets during storage. The use of plant extracts and propyl gallate increased the antioxidant and antimicrobial efficiency of the bioactive coatings. At the end of storage period, the fillets coated with sodium caseinate- cumin extract showed the lowest amount of aerobic mesophilic and psychrophilic bacteria and the total volatile nitrogen compounds (P<0.05) and the fillets coated with sodium caseinate- thyme extract showed the lowest thiobarbituric acid index and peroxide value (P<0.05) with no statistically significant difference with the bioactive coatings containing propyl gallate. Therefore, the bioactive coating of sodium caseinate containing cumin and thyme extracts can be used to increase the shelf life of chicken fillets at the refrigerator storage for at least 10 days.

Keywords: *Zataria multiflora* Boiss., bioactive coating, *Cuminum cyminum* L., sodium caseinate, shelf life.