تأثیر پوشش فعال خوراکی برپایه کازئینات سدیم بر ماندگاری فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط سرد

میلاد بابایی[1] و داریوش خادمی شورمستی[2*]

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

۲- استادیار، گروه کشاورزی، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران

(dkhademi@gmail.com)

چکیده

با توجه به مخاطرات زیست‌محیطی، استفاده از مواد بسته‌بندی زیست تخریب‌پذیر به‌عنوان جایگزین نمونه‌های سنتتیک در نگهداری و افزایش ماندگاری محصولات غذایی توسعه یافته است. آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر پوشش فعال خوراکی کازئینات سدیم بر ماندگاری فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط سرد و نیز مقایسه کارایی سطوح مختلف عصاره گیاهی با هیدورکسی آنیزول بوتیله در ترکیب پوشش فعال، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار به مدت ۱۲ روز در دمای ۱±۴ درجه سلسیوس اجرا شد. تیمارها شامل فیله‌های مرغ فاقد پوشش (شاهد)، دارای پوشش کازئینات سدیم (۴ درصد)، دارای پوشش کازئینات سدیم حاوی هیدورکسی آنیزول بوتیله (۲۰۰ ppm)، دارای پوشش کازئینات سدیم حاوی ۰/۵ و ۱ درصد عصاره‌گل همیشه بهار بود. نتایج نشان داد بکارگیری ۱ درصد عصاره در ترکیب پوشش فعال خوراکی موجب کاهش باکتری‌های سرمادوست (۶/۱۰ log cfu/g)، مجموع ترکیبات ازته فرار (۲۶/۵۰mg/100g)، اندیس اسید تیوباربیتوریک (۱/۴۵ mgMDA/Kg) و pH (۵/۶۶) و افزایش ظرفیت نگهداری آب (۵۵/۵۰ درصد) فیله‌های تیمار شده در پایان دوره نگهداری شد ($p<۰/۰۵$).کارایی عصاره در سطح ۰/۵ درصد، مشابه کارایی هیدورکسی آنیزول بوتیله بود. بنابراین می‌توان از پوشش فعال خوراکی کازئینات سدیم حاوی ۱ درصد عصاره گل همیشه بهار به‌عنوان بسته‌بندی زیست تخریب‌پذیر جهت افزایش ماندگاری فیله مرغ در دمای سرد استفاده کرد. ضمن اینکه سطح حداقل ۰/۵درصد عصاره گل همیشه بهار می‌تواند به‌راحتی جایگزین ترکیب سنتتیک هیدروکسی آنیزول بوتیله شود.

واژگان کلیدی: پوشش زیست تخریب‌پذیر، کازئینات سدیم، گل همیشه بهار (*Calendula officinalis*)، هیدروکسی آنیزول بوتیله

۱- مقدمه

تنوع در تولید محصولات تجاری، هزینه تولید نسبتاً کم، غنای مواد مغذی و برخی ویژگی‌های کیفی گوشت مرغ، موجب تقاضای بیشتر استفاده از این منبع پروتئینی طی سالیان اخیر شده است. از طرفی گوشت مرغ با توجه به محتوای رطوبت و مواد مغذی، مستعد فساد بوده و لذا بکارگیری روش‌های مختلف فرآوری، نگهداری و بسته‌بندی جهت افزایش زمان ماندگاری آن چالش مهمی در این صنعت محسوب می‌شود. در عین حال افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به استفاده از ترکیبات طبیعی و دوستدار محیط زیست، صنعت بسته‌بندی را به‌سمت بکارگیری ترکیبات زیست تخریب‌پذیر به‌عنوان جایگزین‌های ایمن محصولات برپایه مشتقات نفتی سوق داده است. نتایج تحقیقات اخیر بیانگر امکان کاربرد تجاری ترکیبات زیست‌پلیمری ازجمله پروتئین‌ها در غذاهای گوشتی است (۱۶). درمیان پروتئین‌های طبیعی،کازئین ومشتقات آن به‌دلیل زیست تخریب‌پذیری کامل، در دسترس بودن وهزینه کم، در دهه گذشته به‌طورگسترده مورد مطالعه قرارگرفته است (۲۲).

کازئینات سدیم نمک سدیمی کازئین محلول در آب بوده و به‌دلیل تشکیل پیوندهای وسیع بین مولکولی تشکیل ژل می-دهد و به‌راحتی امکان تهیه فیلم‌های شفاف با مقاومت مکانیکی نسبتاً مطلوب را فراهم می‌سازد و لذا پتانسیل بالایی در تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی نشان می‌دهد (۲۳). استفاده از کازئینات سدیم به‌عنوان پوشش خوراکی جهت افزایش زمان ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلا و گوشت پخته بوقلمون مورد مطالعه قرار گرفته است (۳ و۱۴). همچنین این پوشش‌ها می‌توانند به‌عنوان حامل‌های ترکیبات ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی به‌منظور حفظ غلظت‌های بالای این مواد در سطح فرآورده‌های پوشش داده شده که بیشتر در معرض هجوم باکتری‌ها هستند، استفاده شوند (۲۷). در این راستا تحقیقات حکیم و همکاران (۱۳۹۷) در بررسی تأثیر پوشش کیتوزان حاوی اسانس پونه در نگهداری فیله مرغ، طباطبایی و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی تأثیر فیلم کازئینات سدیم همراه با عصاره بذر چای و یگانه و زرگر (۱۴۰۰) در بررسی تأثیر پوشش کازئینات سدیم حاوی اسانس رزماری بر روی ماندگاری فیله ماهی نشان داد استفاده از اسانس و عصاره‌های گیاهی در ترکیب پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر جهت افزایش ماندگاری گوشت فیله ماهی و فیله مرغ با نتایج مثبتی همراه بود (۴،۱ و ۹).

فیلم‌ها و پوشش‌های فعال (به‌دلیل وجود ترکیبات فعال) می‌توانند مانع کاهش کیفیت تغذیه‌ای ناشی از اکسیداسیون و رشد میکروب‌ها شوند. ازآنجایی‌که حضور ترکیبات فعال در ماتریس پلیمری از طریق بیان گروه‌های عاملی خاص که خواص ضدمیکروبی/ آنتی‌اکسیدانی دارند می‌تواند خواص مکانیکی و ممانعتی فیلم و پوشش را ارتقاء داده و در نهایت منجر به بهبود ماندگاری محصولات غذایی شود، بنابراین، برجسته کردن تأثیر ترکیبات فعال بر ساختار مواد و ماندگاری محصول ضروری است (۱۵).

گل همیشه بهار با نام علمی (*Calendula officinalis*) یکی از گیاهان پر اهمیت جنس کالندولا[1] محسوب می‌شود و دارای ترکیبات بسیاری از جمله ساپونین‌ها، فلاونوئیدها، کلیگوزیدها، رزین و ترکیبات استروئیدی است. محصولات استحصالی از این گیاه دارای اثر ضد میکروبی بوده و با داشتن پتانسیل بسیار بالا در مهار واکنش‌های رادیکال آزاد، به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی نیز می‌تواند در صنایع مختلف مورد استفاده قرار گیرد (۱۰). از عصاره‌های گیاهان مختلف برای تهیه بسته‌بندی فعال بر پایه کازئین استفاده شده است. بسته به ماهیت آب‌دوستی و آب‌گریزی و نیز غلظت عصاره مورد استفاده، خواص مکانیکی پوشش فعال از جمله نفوذپذیری بخارآب متفاوت بود (۱۲).

با توجه به تمایل فزاینده صنایع غذایی و دارویی به استفاده از منابع طبیعی آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی به‌جای انواع سنتتیک و شیمیایی، بررسی کارآیی عصاره این گیاه می‌تواند جالب توجه باشد. لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر عصاره گل همیشه بهار در سطوح ۰/۵ و ۱ درصد و مقایسه کارایی آن با آنتی‌اکسیدان سنتزی هیدروکسی آنیزول بوتیله‌شده در ترکیب پوشش خوراکی فعال بر پایه کازئینات سدیم بر ماندگاری فیله مرغ طی دوره نگهداری ۱۲ روزه در دمای یخچال است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

فیله مرغ (ساوانا، ایران) از نمایندگی فروش شرکت خریداری و با رعایت زنجیره سرد به آزمایشگاه منتقل شد. پودر کازئینات سدیم (سیگما آلدریچ، آمریکا)، گلیسرول، توئین ۸۰ ، هیدروکسی آنیزول بوتیله و محیط کشت پلیت کانت

[1] Calendula

آگار[1] (مرک، آلمان)، عصاره هیدرو الکلی گل همیشه بهار (زردبند، ایران) خریداری شد. تمام مواد شیمیایی با درجه آزمایشگاهی خریداری شده و محلول‌ها به‌صورت تازه تهیه شدند.

۲-۲- تهیه پوشش خوراکی بر پایه کازئینات سدیم

محلول‌های کازئینات سدیم با غلظت۴ درصد با افزودن پودر کازئینات سدیم درآب دیونیزه و هم زدن مداوم (IKA MS 3 Digital Vortex، آلمان) به‌مدت ۴ ساعت در دمای اتاق به‌دست آمد. گلیسرول به‌عنوان نرم‌کننده به نسبت ۱۰ درصد وزن کازئینات مصرفی و توئین ۸۰ به‌عنوان امولسیفایر اضافه شد. برای تهیه پوشش فعال، سطوح ۰/۵ و ۱ درصد عصاره هیدرو الکلی گل همیشه بهار یا هیدروکسی آنیزول بوتیله ۲۰۰ppm به محلول پایه افزوده شد (۲۹).

۲-۳- پوشش‌دهی فیله‌ها و تیمارهای آزمایشی

فیله‌های مرغ به وزن تقریبی ۱۰۰ گرم در آزمایشگاه بر اساس تیمارهای آزمایشی به ۵ گروه مساوی تقسیم شدند. جهت پوشش‌دهی به‌روش غوطه‌وری با استفاده از شیوه پیشنهادی حکیم و همکاران (۱۳۹۷) فیله‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در محلول-های پوششی از قبل تهیه شده، غوطه‌ور شدند. پس از خروج فیله‌های پوشش‌داده شده از محلول‌های آزمایشی، جهت خشک‌شدن و تشکیل پوشش بر روی سطح فیله‌ها، مدتی در زیر هود قرارگرفتند. فیله‌های گروه شاهد در مدت مشابه صرفاً در آب معمولی غوطه‌ور شدند. سپس فیله‌ها با توجه به تیمارهای آزمایشی در دمای ۱±۴ درجه سلسیوس به مدت۱۲ روز نگهداری شدند. در فواصل زمانی هر ۳ روز نمونه‌گیری جهت انجام آزمایشات صورت گرفت (۱).

۲-٤- آنالیز میکروبی

جهت آزمایش میکروبی مقدار ۱۰ گرم نمونه از فیله مرغ در ۹۰ میلی‌لیترسرم فیزیولوژی مخلوط و هموژن گردید. سپس رقت‌های مورد نیاز تهیه گردید. شمارش باکتری‌های سرمادوست در محیط پلیت کانت آگار در دمای ۷ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت با شمارش کلنی‌های موجود انجام گرفت و نتایج حاصل بر اساس لگاریتم واحد تشکیل‌دهنده کلنی بر گرم (log cfu/g) گزارش گردید (۲۶).

۲-۵- آنالیز شیمیایی

[1] Plate Count Agar (PCA)

به منظور اندازه‌گیری مجموع مواد ازته فرار از دستگاه کلدال (بخشی ۷۴۰، ایران) استفاده گردید. به‌طور خلاصه؛ مقدار ۱۰ گرم فیله مرغ در هر تیمار نمونه‌گیری و به همراه سایر مواد در قسمت تقطیر دستگاه قرار گرفت. محلول تقطیرشده به‌وسیله اسیدسولفوریک ۰/۱ نرمال تیتر شد. نتایج بر اساس میزان مواد ازته فرار برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم (mg/100g) فیله مرغ محاسبه گردید (۲۶).

اندیس اسید تیوباربیتوریک به‌روش اجاق و همکاران (۲۰۱۰) اندازه‌گیری شد. به ۲۰۰ گرم از نمونه فیله مرغ چرخ‌شده در هر تیمار پس از آماده‌سازی اولیه معرف اسید تیوباربیتوریک افزوده و سپس در دمای ۹۵ درجه‌سلسیوس بن‌ماری شد. در نهایت مقدار جذب نور در حضور شاهد آب مقطر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO، چین) در طول موج ۵۳۰ نانومتر قرائت شد. نتایج بر اساس میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید درکیلوگرم (mg MDA/Kg) بافت فیله مرغ گزارش گردید (۲۶).

جهت اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، ۱۰ گرم فیله از هر تیمار نمونه‌گیری و به مدت ۱ دقیقه ورتکس (IKA، آلمان) شد. سپس در دستگاه سانتریفیوژ (Hettich، آلمان) به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۳۰۰۰ قرارگرفت. قابلیت نگهداری آب بر مبنای اختلاف وزن نمونه‌ها قبل و بعد از سانتریفیوژ شدن نسبت به وزن اولیه نمونه برحسب درصد مشخص گردید (۳۱). همچنین برای اندازه‌گیریpH فیله‌ها، ۵ گرم نمونه هموژن شده به آن ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شد محلول در بشر ریخته شده و با استفاده از pH سنج دیجیتالی (HANNA-instrument، رومانی) اندازه‌گیری شد (۱۸).

۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. به منظور بررسی اثر تیمارهای اعمال شده از روش تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌های ۳ تکرار از هر تیمار، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی تغییرات شاخص میکروبی

با توجه به داده‌های جدول ۱، روند تغییرات افزایشی شمار باکتری‌های سرمادوست در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری مشهود است. کمترین (۶/۱۰±۰/۲۰log cfu/g) و بیشترین (۸/۳۵ ±۰/۲۱log cfu/g) تعداد باکتری‌های سرمادوست در آخرین روز نگهداری در دمای یخچال، به‌ترتیب مربوط به فیله‌های پوشش‌دهی شده با کازئینات سدیم غنی‌شده با ۱ درصد عصاره گل همیشه بهار و فیله‌های گروه شاهد بود ($p<۰/۰۵$). استفاده از پوشش خوراکی از روز ۶ تا پایان دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری موجب کاهش بار میکروبی فیله‌ها شد ($p<۰/۰۵$). طی روزهای ۳ تا ۹ دوره نگهداری، شمار باکتری سرمادوست فیله‌های حاوی پوشش فعال کازئینات سدیم غنی‌شده با ضداکسیدان سنتتیک BHA و ۰/۵ درصد عصاره گل همیشه بهار تفاوت آماری معنی‌داری نداشت.

باکتری‌های سرمادوست گرم منفی،گروه اصلی میکروارگانیسم‌های مسئول فسادگوشت تازه نگهداری شده به صورت سرد هستند. بار باکتریایی مجاز برای این دسته از باکتری‌ها ۷ log cfu/g گزارش شده است (۲۰). براین اساس، بار میکروبی فیله‌های فاقد پوشش فقط در روز ۹ دوره نگهداری بیش از محدوده مجاز بوده، درحالی که فیله‌های پوشش‌داده شده همچنان در محدوده مجاز بار میکروبی قرار داشت. غنی‌سازی پوشش فعال با ۱ درصد عصاره گل همیشه بهار موجب افزایش زمان نگهداری فیله‌ها شد، به‌نحوی که تیمارهای حاوی این پوشش تا انتهای دوره نگهداری در محدوده مجاز قرار داشتند. مطابق با تحقیق طباطبایی و همکاران (۱۳۹۸)، فعالیت ضد باکتریایی عصاره در پایان دوره نگهداری تحت تأثیر سطح (غلظت) عصاره مورد استفاده قرار گرفت که احتمالاً با سطح ترکیبات فعال و مؤثره موجود در ارتباط است (۴).

جدول ۱- تغییرات میانگین باکتری‌های سرمادوست (PTC) فیله مرغ در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری (log cfu/g)

تیمارها	دوره نگهداری در دمای ۱±٤ درجه‌سلسیوس (روز)				
	صفر	۳	٦	۹	۱۲
شاهد (بدون پوشش)	۱/۵۲ ± ۰/۰۵	۳/٦۵ ± ۰/۰۹ ^{a}	۵/۱۵ ± ۰/۱۵ ^{a}	۷/۰۵ ± ۰/۲۲ ^{a}	۸/۳۵± ۰/۲۱ ^{a}
کازئینات سدیم	۱/۵۰ ± ۰/۰٤	۳/٤۰ ± ۰/۰۹ ^{a}	٤/٦۵ ± ۰/۱۰ ^{b}	٦/۸۵ ± ۰/۱۷ ^{b}	۷/۲۵± ۰/۲۰ ^{b}
کازئینات سدیم/BHA	۱/۵۲ ± ۰/۰٤	۳/۳۳ ± ۰/۰۸ ^{ab}	٤/۱۰ ± ۰/۰۹ ^{c}	٦/۱۵ ± ۰/۱۵ ^{c}	۷/۰۵ ± ۰/۱۸ ^{b}
کازئینات/عصاره ۰/۵ درصد	۱/۵۱ ± ۰/۰٤	۲/۹۰ ± ۰/۰۷ ^{bc}	۳/۹۰ ± ۰/۱۱ ^{c}	٦/۰۰ ± ۰/۱۲ ^{dc}	٦/۷۰ ± ۰/۱۸ ^{c}
کازئینات/عصاره ۱ درصد	۱/۵۰ ± ۰/۰۵	۲/۸۰ ± ۰/۰٦ ^{c}	۳/٦۰ ± ۰/۱۲^{d}	۵/۷۲ ± ۰/۱۵ ^{d}	٦/۱۰± ۰/۲۰ ^{d}

در هر ستون حروف متفاوت a-dبیانگر تفاوت آماری معنی‌دار است ($p< ۰/۰۵$)

سطح پایین‌تر بار میکروبی در فیله‌های تیمار شده بیانگر این است که پوشش کازئینی تا حدی توانسته است به‌عنوان مانعی در برابر آلودگی میکروبی عمل کند. از طرفی ترکیب و ساختار گروه‌های عاملی موجود در عصاره‌ها و اسانس‌ها نقش مهمی در فعالیت ضد میکروبی آنها ایفا می‌کنند. در این بین ترکیبات دارای گروه‌های فنولی مؤثرترند (۱۳).گروه اصلی ترکیبات فلاونوئیدی گل همیشه بهار آگلیکون‌ها (کوئرستین، ایزوکورستین، رتینوزید، نارسیسین)[1]، گلایکوزیدها (کالندوفلاوزید)[2] هستند. نتایج تحقیقات افستراتیو[3] و همکاران (۲۰۱۲) و اسزوپا[4] و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که عصاره-های مختلف گل همیشه بهار با دارا بودن این ترکیبات دارای اثرات ضد باکتریایی بر روی سویه‌های باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی هستند (۲۸،۱۷). گرچه ویژگی‌های ضدمیکروبی ترکیبات استحصالی گیاهی به اثبات رسیده است، ولی سازو کار دقیق آنها تاکنون به‌طور دقیق تعیین نشده است. لذا با توجه به تعدد و تنوع گروه‌های مختلف مواد شیمیایی، این احتمال وجود دارد که فعالیت ضدمیکروبی بر اساس صرفاً یک سازو کار خاص نبوده و هدف‌های متعددی در سلول باکتری وجود داشته باشد که نیازمند تحقیقات تخصصی و گسترده‌تری در آینده است.

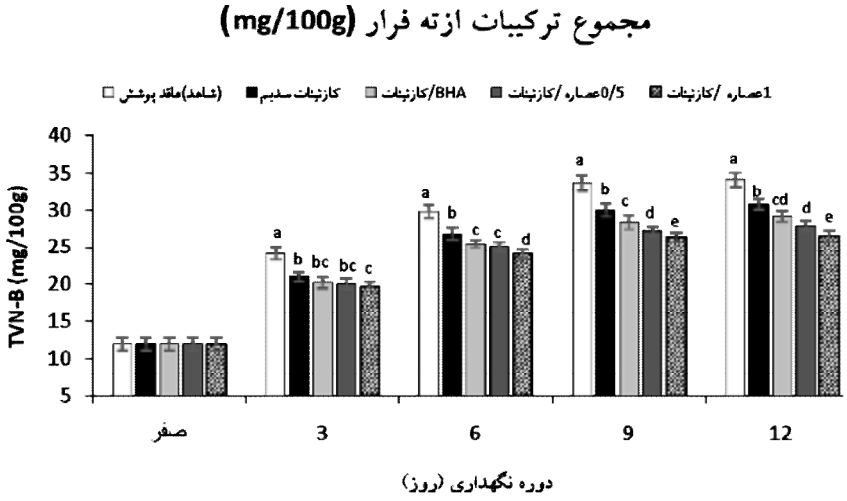
۳-۲- مجموع ترکیبات ازته فرار

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های تعیین کیفیت گوشت اندازه‌گیری محتوای مجموع ترکیبات ازته فرار (TVN)[5] است. این شاخص یکی از نشانگرهای اصلی تخریب و تجزیه گوشت محسوب می شود و عموماً با فساد میکروبی در ارتباط است. در واقع بازهای فرار با جدا شدن آمین‌ها از اسیدهای آمینه توسط آنزیم‌های میکروبی تولید می‌شوند. ترکیبات ازته فرار شامل متیل آمین (ناشی از فساد باکتریایی)، دی‌متیل آمین (حاصل فعالیت آنزیم‌های اتولایتیک طی نگهداری در شرایط سرد)، آمونیاک (حاصل آمین‌زدایی اسیدهای آمینه و نوکلئوتیدهای کاتابولیزه) همچنین سایر ترکیبات ازته فرارمی‌باشد (۲۴).

نتایج بررسی تأثیر پوشش خوراکی فعال بر مجموع ترکیبات ازته فرار فیله مرغ درشکل ۱ آمده است. نتایج نشان داد؛ در تمامی گروه‌ها با گذشت زمان نگهداری، مقدار عددی مجموع ترکیبات ازته فرار روند افزایشی داشت. این روند در فیله-های تیمار شده نسبت به گروه شاهد کندتر بود. به‌طور کلی استفاده از پوشش کازئینات سدیم به‌طور معنی‌داری موجب کاهش این شاخص شد ($p<۰/۰۵$). در عین حال افزودن BHA و عصاره گل همیشه بهار به پوشش کازئینی موجب بهبود

[1] Quercetin, Isoquercetin, Retinoid, Narcissin
[2] Calendoflavoside
[3] Efstratiou
[4] Szopa
[5] Total Volatile Nitrogen (TVN)

کارایی پوشش در کاهش این شاخص شد ($p<۰/۰۵$). از سویی کارایی پوشش خوراکی فعال وابسته به غلظت عصاره بکار رفته بود. کمتر بودن میزان بازهای ازته فرّار در تیمار حاوی غلظت بالاتر عصاره نسبت به سایر تیمارها را می‌توان به‌دلیل کاهش جمعیت باکتری تیمارهای مذکور (جدول ۱) و یا کاهش توانایی اکسایشی باکتری‌ها در جداکردن آمین‌ها از ترکیب‌های نیتروژنی غیر فرار و یا هر دو عامل در نتیجه اثر عصاره بر باکتری‌های موجود در فیله نسبت داد. با افزایش غلظت عصاره به‌دلیل افزایش ترکیب‌های فنولی اثر ضدباکتریایی آن نیز افزایش یافت (۱۳). به‌همین دلیل در تیماری که حاوی غلظت بالاتر (۱ درصد) عصاره بوده، میزان بازهای نیتروژنی کمتر بود (۲۷/۹۰ در مقابل ۲۶/۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم). نتیجه تحقیق حاضر، مطابق با نتیجه تحقیق رنجبریان و همکاران (۱۳۹۶) در رابطه با تأثیر مثبت استفاده از پوشش کازئینات سدیم حاوی اسانس دارچین برکاهش بازهای نیتروژنی گوشت سینه مرغ بود (۲).



شکل ۱- تغییرات میانگین مجموع ترکیبات ازته فرار (TVN) فیله مرغ در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری (mg/100g)

براساس دستورالعمل دفتر نظارت بر بهداشت عمومی سازمان دامپزشکی کشور، چنانچه میزان مجموع ترکیبات ازته فرار از ۲۷ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم گوشت فراتر رود، گوشت غیر قابل مصرف خواهد بود. بر این اساس با توجه به شکل ۱ مشاهده شدکه در پایان دوره نگهداری، صرفاً فیله‌های پوشش‌دار حاوی غلظت ۱ درصد عصاره همچنان در محدوده مجاز قرار داشته (۲۶/۵۰ ± ۰/۸۰mg/100g) و سایر فیله‌ها از نظر این شاخص غیر قابل مصرف بود. مقدار ترکیبات ازته فرار در

فیله‌های فاقد پوشش پس از ۶ روز نگهداری خارج از محدوده مجاز قرار گرفت (۲۹/۸۰ ± ۰/۸۵mg/100g) و در پایان دوره به‌طور معنی‌داری بیشتر از فیله‌های تیمار شده بود (۳۴/۱۰ ± ۱/۰۰mg/100g). این نتایج با نتایج تغییرات بار میکروبی که در جدول ۱ آمده است نیز در تطابق است.

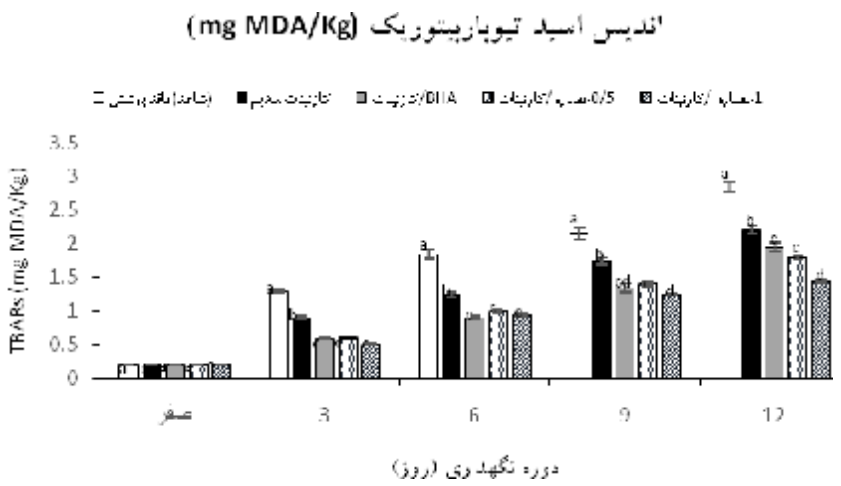
۳-۳- اندیس اسید تیوباربیتوریک

مطابق با نمودارهای شکل ۲، روند تغییرات میانگین اندیس اسید تیوباربیتوریک (TBARs)[1] در تمامی تیمارها تا پایان دوره نگهداری با شدت مختلف افزایشی بود. به‌کارگیری آنتی‌اکسیدان BHA و عصاره گل همیشه بهار به‌دلیل دارا بودن ترکیبات پلی‌فنولی، موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوشش‌های خوراکی فعال شد به نحوی‌که همسو با نتایج تحقیق یگانه وزرگر(۱۴۰۰) در پایان دوره نگهداری، کمترین مقدار عددی این شاخص (۱/۴۵ ± ۰/۰۳۱mg MDA/Kg) در فیله‌های حاوی پوشش کازئینات سدیم با سطح بالاتر عصاره (۱ درصد) دیده شد (p< ۰/۰۵) (۹).

هیدروپراکسیدها محصولات اولیه اکسیداسیون هستند که به ترکیبات ثانویه همچون آلدئیدها و کتون‌ها تجزیه شده و با شاخص اسید تیوباربیتوریک مورد سنجش قرار می‌گیرد. پوشش کازئینات سدیم با توجه به خاصیت سدکنندگی خوب پوشش‌های پروتئینی در برابر نفوذ اکسیژن، توانست به‌طور مؤثری موجب کاهش این شاخص طی دوره نگهداری گردد (p<۰/۰۵) (۱۱).

افزودن آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA و نیز سطوح مختلف عصاره گل همیشه بهار، کارایی پوشش فعال کازئینات سدیم را در کاهش این شاخص طی دوره نگهداری بهبود بخشید. با توجه به شکل ۲، کارایی آنتی‌اکسیدانی BHA و سطح ۰/۵ درصد عصاره در پوشش فعال کازئینی، تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (p>۰/۰۵). در عین حال بکارگیری عصاره در سطح ۱ درصد، موجب بهبود معنی‌دار کارایی پوشش فعال در کاهش روند افزایش TBARs نیز شد (p<۰/۰۵). قدرت بالای احیاکنندگی به‌دلیل ترکیبات فنولی موجود در عصاره گیاهی بوده که با کمک به الکترون‌دهی موجب قطع واکنش-های زنجیره‌ای اکسندگی گردید (۸). در بررسی استفاده از پوشش فعال کازئینات سدیم، لشکری و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند با افزودن عصاره آویشن در غلظت ۱/۵ درصد به پوشش خوراکی، ماندگاری گوشت گوساله ۱۰ روز پس از نگهداری در یخچال حفظ شد (۲۵).

[1] Thiobarbituric Acid Reaction Substances (TBARs)



شکل ۲- تغییرات میانگین اسید تیوباربیتوریک (TBARs) فیله مرغ در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری (mg MDA/Kg)

با توجه به اینکه از سوی محققان میزان ۳- ۲ میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در هر کیلوگرم گوشت مرغ، شروع اکسیداسیون گسترده چربی و تغییر در طعم گوشت تعیین شد، عدد اسید تیوباربیتوریک در فیله‌های مرغ دارای پوشش فعال در پایان دوره نگهداری در محدوده مجاز بود که علت آن احتمالاً میزان چربی کم در فیله‌های مرغ بود. نکته قابل توجه اینکه اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره گل همیشه بهار با آنتی‌اکسیدان سنتزی BHA (۲۰۰ppm) قابل مقایسه بود و سطح ۱ درصد عصاره کارایی بیشتر و بهتری از خود نشان داد.

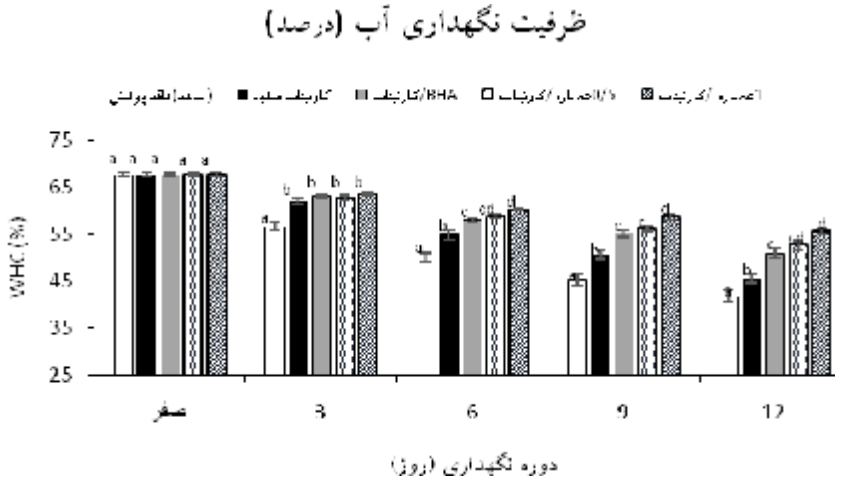
۳-٤- ظرفیت نگهداری آب

توانایی گوشت تازه در حفظ رطوبت یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های کیفی محصولات خام است که بر عملکرد محصول تأثیر داشته و به نوبه خود پیامدهای اقتصادی دارد. در عین حال از نظرکیفیت خوراکی نیز مهم است. رویدادهای اولیه پس از مرگ از جمله سرعت و میزان کاهش pH، پروتئولیز و حتی اکسیداسیون پروتئین بر توانایی گوشت در حفظ رطوبت آن تأثیر مهمی دارند (۲۱).

با توجه به شکل ۳ ظرفیت نگهداری آب فیله‌ها با گذشت زمان کاهش یافت. این شاخص در بازه‌های زمانی مورد مطالعه، تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. در حالی‌که ظرفیت نگهداری آب در فیله‌های فاقد پوشش پس از ۱۲ روز نگهداری با حدود ۳۸ درصد کاهش نسبت به شروع آزمایش به ۴۱/۷۵ درصد رسید. این مقدار در فیله‌های پوشش‌دار

کازئینات سدیم حاوی عصاره ۱ درصد عصاره ۵۵/۵۰ درصد بود که نسبت به شروع آزمایش تنها حدود ۱۸ درصد کاهش یافته بود ($p<۰/۰۵$). طی دوره نگهداری به‌طورکلی پوشش‌دهی موجب جلوگیری از افت زیاد ظرفیت نگهداری آب فیله-ها شد. تفاوت آماری معنی‌داری در ظرفیت نگهداری آب فیله‌های پوشش‌دار حاوی BHA یا عصاره ۰/۵ درصد عصاره دیده نشد، اما تأثیر عصاره وابسته به غلظت بود و در طول دوره، فیله‌های پوشش‌دار حاوی غلظت بالاتر عصاره (۱ درصد) ظرفیت نگهداری آب بالاتری داشتند ($p<۰/۰۵$). نشان داده شد استفاده از سطوح بالاتر عصاره گیاهی حاوی ترکیبات فنولی در قالب پوشش فعال موجب افزایش ظرفیت نگهداری آب فیله مرغ شد (۷).

عصاره‌های گیاهی حاوی ترکیبات پلی‌فنول سبب حفظ و یا در مواردی افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌گردند. ترکیبات پلی‌فنولی موجود در عصاره گل همیشه بهار به‌دلیل کنترل واکنش‌های اکسندگی در فیله سبب حفظ فضای ذخیره‌ی آب بین میوفیبریل‌ها و افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شوند، زیرا اکسندگی چربی‌ها و پروتئین‌ها و تمام عواملی‌که وضعیت پروتئین‌های میوفیبریلی را تغییرمی‌دهد، در میزان از دست رفتن رطوبت گوشت مؤثر است (۳۰). این موضوع با نتایج مرتبط با اندیس اسید تیوباربیتوریک که در شکل ۲ آمده است مطابقت دارد. بدین‌ترتیب که فیله‌های پوشش‌دار حاوی عصاره ۱ درصد که به‌طور معنی‌داری TBARs کمتری داشته و بیانگر اکسیداسیون کمتر بود، ظرفیت نگهداری آب بالاتری داشتند.



شکل ۳- تغییرات میانگین ظرفیت نگهداری آب (WHC) فیله مرغ در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری (درصد)

pH -۵-۳

در جدول ۲ تغییرات میانگین pH فیله مرغ در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری آمده است. در حالی‌که مقدار pH در فیله‌های بدون پوشش از ۵/۶۵ در شروع آزمایش به ۶/۵۵ در پایان دوره افزایش یافت، فیله‌های دارای پوشش‌های فعال تغییر چندانی نشان نداد. تفاوت آماری معنی‌داری در pH فیله‌های حاوی پوشش کازئینات سدیم حاوی BHA یا عصاره ۰/۵ درصد دیده نشد. اما در پایان دوره، فیله‌های دارای پوشش فعال حاوی ۱ درصد عصاره کمترینpH را نشان داد (p<۰/۰۵). به‌عبارتی، تغییرات pH وابسته به غلظت عصاره بود. همچنان‌که کریم‌نژاد و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی استفاده از اسانس زنیان و محمدی و خانی (۱۳۹۸) در بررسی اسانس گلپر بر برخی خصوصیات گوشت مرغ نیز گزارش کردند؛ pHگوشت مرغ تحت تأثیر غلظت قرار گرفت (۵، ۶).

کاهش مقدار pH در روزهای ابتدایی به‌دلیل مصرف گلوکز توسط باکتری‌ها و تبدیل آن به اسید بود، اما افزایش مقدار pH پس از آن ناشی از اتمام گلوکز ذخیره شده و بنابراین تجزیه پروتئین‌ها توسط باکتری‌ها و تجمع و تولیدآمونیاک بود (۱۹). با این‌حال تغییرات pH در تیمارهای حاوی BHA و عصاره گل همیشه بهار به‌دلیل تأثیر بر کاهش بار میکروبی (جدول ۱) از شدت کمتری برخوردار بود. افزایش pH در فیله فاقد پوشش به‌دلیل تعداد و فعالیت بیشتر میکروارگانیسم‌ها و تأثیرآنها بر تجزیه پروتئین‌ها و آزادشدن ترکیبات آمینی حاصل از تجزیه آن‌ها بود (۶). این نتایج با افزایش مقدار مجموع ترکیبات ازته فرار در تیمارها مذکور (شکل ۱) آمده تطابق داشت.

جدول ۲- تغییرات میانگین pH فیله مرغ در تیمارهای مختلف طی دوره نگهداری

	دوره نگهداری در دمای ۱±٤ درجه‌سلسیوس (روز)				
تیمارها	صفر	۳	٦	۹	۱۲
شاهد (بدون پوشش)	۵/٦۵ ± ۰/۰٤	۵/۹۰ ± ۰/۰۸ [a]	٦/۱۵ ± ۰/۱۰ [a]	٦/۳۵ ± ۰/۱۰ [a]	٦/۵۵ ± ۰/۰٦ [a]
کازئینات سدیم	۵/٦۵ ± ۰/۰۵	۵/۷۰ ± ۰/۰٦ [b]	۵/۸۲ ± ۰/۰۹ [b]	۵/۹۰ ± ۰/۰۵ [b]	٦/۲۱ ± ۰/۱۰ [b]
کازئینات سدیم/ BHA	۵/٦۵ ± ۰/۰۷	۵/۵۰ ± ۰/۱۰ [c]	۵/۷۱ ± ۰/۰۵ [c]	۵/۷۵ ± ۰/۰۱ [c]	۵/۸٤ ± ۰/۰۲ [c]
کازئینات/ عصاره ۰/۵ درصد	۵/٦۵ ± ۰/۰۵	۵/۵۲ ± ۰/۰۳ [c]	۵/۷۰ ± ۰/۰۹ [c]	۵/۷۳ ± ۰/۰۹ [c]	۵/۸۰ ± ۰/۰۸ [c]
کازئینات/ عصاره ۱ درصد	۵/٦۵ ± ۰/۰٤	۵/٤۸ ± ۰/۰۵ [c]	۵/٦۵ ± ۰/۰۳ [c]	۵/٦۰ ± ۰/۰۳ [d]	۵/٦٦ ± ۰/۰۵ [d]

در هر ستون حروف متفاوت a-dبیانگر تفاوت آماری معنی‌دار است (p< ۰/۰۵)

٤- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت اثرات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی عصاره گل همیشه بهار بسته به غلظت مورد استفاده متفاوت بود و بکارگیری آن در پوشش بر پایه کازئینات سدیم موجب بهبودکارایی پوشش فعال در کاهش شاخص‌های فساد اکسیداتیو و فساد باکتریایی شد. ضمن اینکه کارایی آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی ۰/۵ و ۱ درصد عصاره گل همیشه بهار، به‌ترتیب مشابه و بهتر از BHA (۲۰۰ ppm) بود و می‌تواند جایگزین آن در تهیه پوشش‌های فعال خوراکی شود. لذا استفاده از پوشش فعال کازئینات سدیم حاوی عصاره ۱ درصد گل همیشه بهار به‌عنوان یک بسته‌بندی زیست تخریب‌پذیر و ایمن جهت افزایش ماندگاری فیله مرغ در دمای یخچال توصیه می‌شود.

٥- منابع

۱- حکیم، ه.، فضل‌آرا، ع. و تدینی، م. ۱۳۹۷. تاثیر پوشش کیتوزان حاوی اسانس پونه کوهی بر ماندگاری گوشت فیله مرغ در دوره نگهداری در دمای یخچال. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۷۵، شماره ۱۵، ۴۶-۳۵.

۲- رنجبریان، س.، رضازادباری، م.، الماسی، ه و امیری، ص. ۱۳۹۶. تأثیرفیلم و پوشش نانوکامپوزیت فعال کازئینات سدیم حاوی اسانس دارچین در افزایش ماندگاری فیله سینه مرغ. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد۱۴، شماره ۷۱، ۱۸۴-۱۷۱.

۳- زرگر، م.، یگانه، س.، رضوی، س.ه. و اجاق، س.م. ۱۳۹۳. تأثیرپوشش خوراکی کازئینات سدیم بر کیفیت ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) طی نگهداری در دمای یخچال. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۱۱، شماره ۴۴، ۸۱-۷۱.

۴- طباطبایی،ح.، مستقیم،ت. و رحمن،ع.ر. ۱۳۹۸. افزایش عمر ماندگاری فیله ماهی قزل‌آلای پوشش داده شده با فیلم کازئینات سدیم همراه با عصاره بذر چای. *نشریه نوآوری در علوم و فن آوری غذایی*، جلد ۱۱، شماره ۲، ۲۸-۱۵.

۵- کریم‌نژاد، ف.، رضویلر، و.، انوار، س.ا.ع. و اسکندری، س. ۱۳۹۸. اثرات فیلم خوراکی کیتوزان حاوی اسانس زنیان بر برخی از ویژگیهای شیمیایی گوشت مرغ. *علوم غذایی و تغذیه*، جلد ۱۶، شماره ۴، ۱۰۱-۹۱.

۶- محمدی، ف. و خانی، م.ر. ۱۳۹۸. اثراسانس گلپر بر زمان ماندگاری و ویژگیهای حسی سینه مرغ جوجه کبابی طی نگهداری در یخچال. *علوم غذایی و تغذیه*، جلد ۱۶، شماره ۲، ۱۰۴- ۸۹.

۷- مردانی کیاسری، م. و خادمی شورمستی، د. ۱۳۹۹. تأثیر عصاره علف لیمو (*Cymbopogon citratus*) و نانورس در پوشش نانو چندسازه‌ای بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط سرد. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۱۰۶ شماره ۱۷، ۲۱-۱۳.

۸- نبوی، س.م.، نبوی، س.ف.، ابراهیم‌زاده، م.ع. و اسلامی، ب. ۱۳۸۸. بررسی اثر آنتی‌اکسیدانی چهار گونه گیاهی زولنگ، چوچاخ، تلکا وخرمندی در مدل برونتن. *مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان*، جلد ۸، شماره ۲، ۱۵۰- ۱۳۹.

۹- یگانه، س. و زرگر، م. ۱۴۰۰. بررسی اثر ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی پوشش خوراکی کازئینات سدیم حاوی اسانس رزماری (*Rosmarinus officinalis*) برکیفیت و ماندگاری قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در مدت نگهداری در یخچال. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*، جلد ۱۲۰، شماره ۱۸، ۵۰-۳۹.

10- Azzaz, N.A., Hassan, E.A. and Emarey, F.A. 2009. Physiological, anatomical, and biochemical studies on pot marigold (*Calendula officinalis* L.) plants. *African Crop Science*, 8: 1727-1738.

11- 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.

12- Bonilla, J. and Sobral, P.J. 2017. Antioxidant and physicochemical properties of blended films based on gelatin-sodium caseinate activated with natural extracts. *Journal of Applied Polymer Sciences*, 134 (7): 44467.

13- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial propertied and potential application in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3): 223-253.

14- Caprioli, I., O'Sullivan, M. and Monahan, F.J. 2011. Interference of sodium caseinate in the TBARS assay. *Food Chemistry*, 124: 1284-1287.

15- Chen, H., Wang, J., Cheng, Y., Wang, C., Liu, H., Bian, H., Pan, Y., Sun, J. and Han, W. 2019. Application of protein-based films and coatings for food packaging: A review. *Polymers*, 11: 2039.

16- Cutter, C.N. and Sumner, S.S. 2002. *Application of edible coatings on muscle foods. in: Protein-based films and coatings.* (Editors: A. Gennadios). CRC Press, pp. 467-484.

17- Efstratiou, E., Hussain, A.I., Nigam, P.S., Moore, J.E., Ayub, M.A. and Rao, J.R. 2012. Antimicrobial activity of *Calendula officinalis* petal extracts against fungi, as well as Gram-negative and Gram-positive clinical pathogens. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 18:173-176.

18- 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: 66-70.

19- Gill, C.O. 1983. Meat spoilage and evaluation of the potential storage life of fresh meat. *Journal of Food Protection*, 46: 444-452.

20- Gimenez, B., Roncales, P. and Beltran, J.A. 2002. Modified atmosphere packaging of filleted rainbow trout. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 1154-1159.

21- Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S.M. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71: 194-204.

22- Khan, M.R., Volpe, S., Valentino, M., Miele, N.A., Cavella, S. and Torrieri, E. 2021. Active casein coatings and films for perishable foods: Structural properties and shelf-life extension. *Coatings*, 11: 899. doi:10.3390/coatings11080899.

23- Khwaldia, K., Banon, S., Perez, C. and Desobry, S. 2004. Properties of sodium caseinate film forming dispersions and films. *Dairy Science*, 87: 2011-1016.

24- Kykkidou, S., Giatrakou, V., Papavergou, A,. Kontominas, M. G. and Savvaidis, I. N. 2009 . Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4°C. *Food Chemistry*, 115: 169–175.

25- 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.

26- 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*, 120:193-8.
27- Oussalah, M. Caillet, S., Saucier, L. and Lacroix, M. 2006. Antimicrobial effects of alginate- based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *Journal of Food Protection*, 69(10): 2364-2369.
28- Szopa, A., Klimek-Szczykutowicz, M., Jafernik, K., Koc, K. and Ekiert, H. 2020. Pot marigold (*Calendula officinalis* L.) – a position in classical phytotherapy and newly documented activities. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 19(3): 47-61.
29- Valentino, M., Volpe, S., Angelo Di Giuseppe, F., Cavella, S. and Torrieri, E. 2020. Active biopolymer coating based on sodium caseinate: physical characterization and antioxidant activity. *Coating*, 10: 706. doi:10.3390/coatings10080706.
30- Wood, J.D. and Enser, M. 1977. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*, 78:S49-S60.
31- Zhuang, H., Savage, E.M., Smith, D.P. and Berrang, M.E. 2008. Effect of dry-air chilling on warner-bratzler shear force and water-holding capacity of broiler breast meat deboned four hours postmortem. *Journal of Food Poultry Science*, 7(8):743-748.

Effect of edible active coating based on sodium caseinate on shelf life of chicken fillet during cold storage period

Babaei, M.[1] and Khademi Shurmasti, D.[2*]

1- M.Sc. Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran

2- Assistant Prof. Department of Agriculture, Savadkooh Branch, Islamic Azad University, Savadkooh, Iran (dkhademi@gmail.com)

Abstract

In order to the environmental hazards, the use of biodegradable packaging materials has been developed as an alternative to synthetic onesextending shelf life of food products. The present experiment aims to investigate the effect of sodium caseinate active edible coating on the shelf life of chicken fillet during cold conditionsstorage. Also to compare the efficiency of different levels of plant extract with butylated hydroxyanisole (BHA) in the composition of the active coating, an experiment was carried out in a completely randomized design with 5 treatments and 3 replications for 12 days at 4±1°C. The treatments include chicken fillets without coating (control), coated with sodium caseinate (4%), coated with sodium caseinate containing BHA (200 ppm), coated with sodium caseinate containing *Calendula officinalis* extract at 0.5 and 1% levels. Coating was done by immersion method and sampling every 3 days. The results showed that the use of active coating of sodium caseinate improved the indicators and increased the shelf life of fillets. At the same time, the efficiency of the extract was affected by their concentration. The use of 1% extract in the composition of active edible coating reduces bacterial load (6.10 log cfu/g), total volatile nitrogen (26.50 mg/100g), thiobarbituric acid index (1.45 mg MDA/Kg) and pH (5.66) and increased water holding capacity (55.50%) of the treated fillets at the end of the storage period ($p<0.05$). The efficiency of the extract at the level of 0.5% was similar to the efficiency of BHA. Therefore, it is possible to use sodium caseinate edible active coating containing 1% *Calendula officinalis* extract as a biodegradable packaging to increase the shelf life of chicken fillet at cold condition. Besides, the level of at least 0.5% of *Calendula officinalis* extract can easily replace the synthetic compound of BHA.

Key words: Biodegradeble coating, Sodium caseinate, *Calendula officinalis*, BHA