ISSN: 2645-3940 DOI: 10.29252/npwjm.13.46.28

Application of Chitosan Edible Coating Containing Ziziphorus L. clinopodioides Essential Oil to Extend the Shelf Life of Chicken Fillets at Inappropriate Refrigerated Temperature

Abstract

Introduction: This study investigated the effect of coating chicken fillets with chitosan containing Ziziphora clinopodioides essential oil on their microbial, chemical, and sensory properties under refrigerated conditions (8°C).

Methods: The total count of psychrotrophic and mesophilic aerobic bacteria, pH, and thiobarbituric acid index (TBARS) were determined over 12 days (at 3-day intervals). The sensory properties of the samples, including color, flavor, and odor, were also evaluated until the third day of storage.

Findings: The results of bacterial count analysis indicated that the combined use of chitosan and Ziziphora clinopodioides essential oil significantly reduced the growth rate of mesophilic aerobic and psychrotrophic bacteria (P= 0.001). The chemical analyses demonstrated that in chitosan-coated samples, increasing the concentration of Ziziphora clinopodioides essential oil resulted in a lower rate of increase in TBARS and pH values over the 12-day refrigeration period (P= 0.00021). Sensory evaluation of chicken fillets revealed that in terms of color, the control sample had the lowest score (6.0), whereas the sample coated with chitosan containing 1.0% Ziziphora clinopodioides essential oil received the highest score (8.5).

Conclusion: With increasing concentrations of Ziziphora clinopodioides essential oil in the chitosan coating, undesirable changes in the product decreased and its quality was better preserved.

Keywords: Chitosan, Ziziphora clinopodioides essential oil, Chicken fillet, Edible coating, Microbial and chemical properties

Authors:

Mohammadreza Afifi[1]
Saeid hadi[2]
Haniyeh Bagherikia[3]*

Affiliations

1- Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol
2- Nutrition and Food health Research Center, Aja University of Medical, Tehran, lran.
3- Department of Food Science and Technology, Tarbiat Modares University, Tehran. Corresponding author.
Email: haniyeh.bagherikia1992@gmail.com

ISSN: 2645-3940 DOI: 10.29252/npwjm.13.46.28

کاربرد پوشش خوراکی کیتوزان حاوی اسانس کاکوتی کوهی برای افزایش ماندگاری فیله مرغ در دمای نامناسب یخچالی در شرایط بحرانی(وضعیت حساس و جنگی)

چکیده

محمدرضا عفیفی[۱]
سعید هادی[۲]
هانیه باقری‌کیا [۳]

مقدمه: در مطالعه حاضر اثر پوشش دهی فیله مرغ با کیتوزانِ حاوی اسانس کاکوتی بر خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی آن نمونه‌ها در دمای نامناسب یخچالی (۸ درجه سانتیگراد) بررسی شد.

روش کار: میزان کلی باکتری‌های سایکروتروف، مزوفیل هوازی، pH و اندیس تیوباربیتوریک اسید ظرف مدت ۱۲ روز (هر ۳ روز یکبار) تعیین گردید. ارزیابی خصوصیات حسی نمونه‌ها نیز شامل رنگ، طعم و بوی نمونه‌ها تا روز سوم نگهداری در یخچال، مورد آزمون قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج شمارش باکتری‌ها حاکی از آن است که استفاده توامان از کیتوزان و اسانس طبیعی گیاه کاکوتی باعث کاهش نرخ باکتری‌های مزوفیل هوازی و سایکروتروف خواهد شد (P= ۰.۰۰۱). نتایج آزمون های شیمیایی مشخص نمود که در نمونه‌های پوشش‌یافته با کیتوزان با افزایش سطح اسانس کاکوتی، اندیس تیوباربیتوریک و همچنین pH نمونه‌ها، نرخ افزایشی کمتری ظرف مدت ۱۲ روز نگه‌داری در یخچال دارا هستند (P= ۰.۰۰۰۲۱). با در نظر گرفتن ارزیابی حسی نمونه‌های فیله مرغ، نتایج مربوط به رنگ نمونه‌های فیله مرغ حاکی از آن بود که نمونه کنترل دارای کمترین (۶,۰) و نمونه پوشش‌یافته با کیتوزان حاوی ۱,۰ درصد اسانس کاکوتی دارای بیشترین نمره (۸/۵) در میان سایر نمونه‌ها می باشند.

نتیجه‌گیری: با افزایش غلظت اسانس کاکوتی در پوشش کیتوزان، تغییرات نامطلوب محصول کاهش یافته و کیفیت آن بهتر حفظ شد.

کلمات کلیدی: کیتوزان، اسانس کاکوتی، فیله مرغ، پوشش خوراکی، خصوصیات میکروبی و شیمیایی

وابستگی سازمانی نویسندگان

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاداسلامی واحدآیت الله آملی، آمل

۲- مرکز تحقیقات تغذیه و سلامت غذا،دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه تربیت مدرس. نویسنده مسئول.

پست الکترونیک: haniyeh.bagherikia1992@gmail.com

مقدمه:

گوشت مرغ به دلیل قیمت مناسب، ارزش تغذیه‌ای بالا و چربی کم پرمصرف است، اما در نگهداری با مشکلاتی مانند آلودگی میکروبی، تبادل رطوبت، نفوذ اکسیژن و تغییر بو مواجه می‌شود. به دلیل محدودیت استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی، پوشش‌های خوراکی حاوی ترکیبات ضدمیکروبی به‌عنوان راهکاری نوین مطرح شده‌اند.کیتوزان، دومین پلیمر طبیعی فراوان پس از سلولز، از فرآیند استیل‌زدایی چیتین استخراج‌شده از سخت‌پوستان، حشرات و قارچ‌ها به‌دست می‌آید(۱). این پلیمر زیستی دارای خاصیت ضدمیکروبی برجسته علیه طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و عامل فساد است و می‌تواند به‌صورت باکتریواستاتیک و باکتریوسید عمل کند، اگرچه اثر باکتریواستاتیک آن غالب‌تر گزارش شده است(۲). اسانس‌های گیاهی، ترکیبات معطر فراری هستند که به‌طور معمول با روش تقطیر با بخار آب از بخش‌های مختلف گیاه استخراج می‌شوند(۴, ۳). گیاه کاکوتی کوهی (Ziziphora clinopodioides) از تیره نعناعیان، در مناطق مختلف ایران رشد می‌کند و سه ترکیب اصلی پولگون (۸۲٫۶٪)، لیمونن (۶٫۸٪) و سینئول (۱٫۹٪) در مجموع بیش از ۹۱ درصد اسانس آن را تشکیل می‌دهند(۵). پولگون به‌عنوان ترکیب غالب، دارای اثرات ضدباکتری و ضدقارچ قوی به‌ویژه بر علیه سالمونلا است(۶).

مطالعات متعددی استفاده هم‌زمان کیتوزان و اسانس‌های گیاهی را در تولید پوشش‌های خوراکی برای افزایش ماندگاری محصولات پروتئینی تأیید کرده‌اند، از جمله پژوهش حسن‌زاده و همکاران(۱۳۹۰) بر گوشت سینه مرغ، Abdalla و همکاران (۲۰۰۷) بر گوشت گاو چرخ‌کرده و Fernández-Saiz و همکاران (۲۰۱۳) بر فیله ماهی بسته‌بندی‌شده است. در شرایط بحرانی، به‌ویژه در محیط‌های عملیاتی، میادین رزم، مأموریت‌های امدادی یا وضعیت‌های پسابحران، حفظ زنجیره سرد و نگهداری مواد غذایی در دمای استاندارد یخچالی (۴–۰ درجه سلسیوس) با چالش‌های جدی مواجه است. محدودیت انرژی، اختلال در سامانه‌های سردخانه‌ای، و نیاز به حمل‌ونقل طولانی‌مدت در دماهای فراتر از حد مجاز، خطر رشد سریع میکروارگانیسم‌های فسادزا و بیماری‌زا را افزایش می‌دهد. در چنین شرایطی، توسعه فناوری‌های کمکی برای افزایش ماندگاری مواد غذایی حساس مانند گوشت مرغ اهمیت حیاتی پیدا می‌کند. در مطالعه حاضر، اثر پوشش‌دهی فیله مرغ با کیتوزان حاوی اسانس کاکوتی کوهی بر خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی نمونه‌ها در دمای نامناسب یخچالی (۸ درجه سلسیوس) به‌عنوان مدلی از شرایط نگهداری بحرانی بررسی شد. (۲,۷,۸).

روش کار

گیاه کاکوتی کوهی از شرکت پاکان بذر (تهران) و سایر مواد شیمیایی و میکروبی از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد.گیاه خشک شده را با دستگاه خردکن، آسیاب کرده، سپس اسانس به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت و در سه نوبت استخراج گردید (در مجموع ۵ میلی لیتر). اسانس در شیشه‌های رنگی دربسته قرار داده و در یخچال نگهداری شد(۹). برای تهیه پوشش، ۲ گرم کیتوزان در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید استیک یک درصد حل و به‌مدت ۳ ساعت در دمای اتاق بر روی همزن مغناطیسی مخلوط شد. سپس به ازای هر گرم کیتوزان، ۰٫۷۵ میلی‌لیتر گلیسرول به‌عنوان پلاستیسایزر افزوده و پس از ۱۰ دقیقه هم‌زدن، محلول از کاغذ واتمن شماره ۳ صاف گردید. اسانس کاکوتی کوهی با غلظت‌های ۰، ۰٫۵، ۱ و ۱٫۵ درصد (بر پایه محلول کیتوزان) همراه با ۰٫۲۵٪ توئین ۸۰ به محلول افزوده و در نهایت مخلوط به‌مدت یک دقیقه با هموژنایزر با سرعت ۲۱۶۰۰ دور بر دقیقه همگن شد(۱۰).

تهیه تیمارهای فیله مرغ

مرغ تازه پس از شست‌وشو به قطعات ۱۰ گرمی تقسیم و به‌مدت دو دقیقه در محلول کیتوزان حاوی مقادیر مختلف اسانس کاکوتی غوطه‌ور شد؛ سپس پس از آب‌چکانی، بسته‌بندی استریل و در دمای ۸ درجه سانتیگراد نگهداری گردید. تیمارها شامل نمونه شاهد بدون پوشش (Control)، پوشش کیتوزان بدون اسانس (CTZ)، پوشش کیتوزان حاوی اسانس کاکوتی به غلظت ۰٫۵٪ (CTZ۰.۵٪ZE)، ۱٫۰٪ (CTZ۱.۰٪ZE) و ۱٫۵٪ (CTZ۱.۵٪ZE) بودند(۱۰).

آزمون های میکروبی

شمارش کلی باکتری‌های هوازی و سایکروتروف با کشت سطحی رقت‌های مناسب روی محیط PCA و گرمخانه‌گذاری به‌ترتیب در سی درجه سانیگراد به‌مدت ۷۲ ساعت و هفت درجه سانیگراد به‌مدت ۱۰ روز انجام و نتایج به‌صورت Log cfu/g گزارش شد(۱۱).

آزمون‌های شیمیایی

اندازه‌گیری اندیس تیوباربیتوریک اسید

برای سنجش TBA، ۱۰ گرم نمونه با ۳۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک ۴ درصد و ۱ میلی‌لیتر محلول BHT نیم درصد هموژنیزه، صاف و با محلول TBA دو صدم مولار مخلوط شد؛ پس از ۶۰ دقیقه گرمخانه‌گذاری در بن‌ماری جوش، جذب در ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری و نتیجه برحسب میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید بر کیلوگرم نمونه (mg MDA/kg) محاسبه گردید(۲).

اندازه‌گیری pH

مقدار ۱۰ گرم نمونه در ۹۰ میلی‌لیتر آب مقطر توسط دستگاه هموژنایزر با دور ۱۰۰۰ در دقیقه هموژنیزه می‌شود و با واردکردن الکترود pH متر در مخلوط pH اندازه‌گیری شد.

ارزیابی حسی

بدین منظور از پنل شش نفری که نمونه‌ها را بر اساس بو، ظاهر و رنگ و مقبولیت کلی مورد بررسی قرارمی‌دهند، استفاده گردید و جهت ارزیابی، از سیستم نمره دهی هدونیک نه امتیازی استفاده شد. تجزیه و تحلیل نتایج در چارچوب طرح کاملا تصادفی انجام شد. به منظور مقایسه میانگین یک طرفه تیمارها از نرم افزار (SPSS) نسخه شماره ۱۶ و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده گردید. همچنین از آزمون تعقیبی دانکن به منظور بررسی معنی داری میان نمونه‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

آزمون‌های میکروبی

جدول شماره یک نشان می‌دهد طی۱۲ روز نگهداری، شمار باکتری‌های مزوفیل هوازی افزایش یافته اما در نمونه‌های حاوی کیتوزان و اسانس کاکوتی این افزایش کمتر بوده است.

نتایج به صورت نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده است. حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی داری در سطح p< ۰.۵ می باشد. معنی داری در هر سطر و ستون به ترتیب با حروف کوچک و بزرگ نشان داده شده است. Control (فاقد پوشش کیتوزان) ، CTZ (فیله مرغ بسته بندی شده با پوشش کیتوزان و فاقد اسانس کاکوتی)، CTZ-۰.۵٪ZE (فیله مرغ بسته بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰,۵درصد اسانس کاکوتی)، CTZ-۰.۵٪ZE (فیله مرغ بسته بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱,۰درصد اسانس کاکوتی)، CTZ-۱.۵٪ZE (فیله مرغ بسته بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱,۵درصد اسانس کاکوتی).

شمارش باکتری‌های سایکروتروف

جدول ۲ نشان می‌دهد طی ۱۲ روز نگهداری، شمار باکتری‌های سایکروتروف افزایش یافته اما در نمونه‌های پوشش‌یافته با

جدول ۱- مقایسه میانگین باکتری‌های مزوفیل هوازی موجود در نمونه‌های فیله مرغ پوشش داده شده با کیتوزان و حاوی اسانس‌های مختلف کاکوتی

زمان تیمار	Control	CTZ	CTZ-۰.۵٪ZE	CTZ-۱.۰٪ZE	CTZ-۱.۵٪ZE
روز اول	۴.۸۷±۰.۳ Ea	۴.۲۸±۰.۳ Da	۳.۵۰±۰.۳ Db	۳.۶۱±۰.۳ Db	۳.۳۱±۰/۶ Db
روز سوم	۶.۱۴±۰.۶ Da	۵.۳۱±۰.۵ Cb	۵.۳۳±۰.۴ Cb	۴.۵۵±۰.۳ Cc	۴.۵۰±۰.۳ Cc
روز ششم	۷.۶۵±۰.۳Ca	۶.۳۴±۰.۳ Bb	۶.۰۲±۰.۳ Bb	۶.۴۱±۰.۶ Bb	۵.۶۴±۰.۵ Bc
روز نهم	۸.۷۸±۰.۶Ba	۶.۶۴±۰.۴ Bb	۶.۴۷±۰.۵Bb	۶.۵۷±۰.۷Bb	۵.۵۸±۰.۳ Bc
روز دوازدهم	۹.۳±۰.۳ Aa	۷.۱۷±۰.۳ Ab	۸.۰۵±۰.۳Aa	۷.۱۲±۰.۴ Ad	۶.۹۲±۰.۴Ad

جدول ۲- مقایسه میانگین باکتری‌های سایکروتروف موجود در نمونه‌های فیله مرغ پوشش داده شده با کیتوزان و حاوی اسانس‌های مختلف کاکوتی

زمان تیمار	Control	CTZ	CTZ-۰.۵٪ZE	CTZ-۱.۰٪ZE	CTZ-۱.۵٪ZE
روز اول	٤.٨٧±٠.٣ Ea	٤.٢٩±٠.٥ Ea	٤.٣٢±٠.٣ Dc	٣.٦٥±٠.٣ Ec	٣.٦٠±٠.٣ Dc
روز سوم	٦.١٥±٠.٣ Da	٥.٥٧±٠.٣ Db	٤.٤٧±٠.٣Dc	٤.١٦±٠.٤ Dc	٣.٥٠±٠.٥ Dd
روز ششم	٨.٣٥±٠.٤Ca	٦.٢٨±٠.٦ Cb	٦.٥٩±٠.٤ Cc	٥.٩٩±٠.٣ Cc	٥.٢٧±٠.٣Cc
روز نهم	٩.١٩±٠.٣ Ba	٧.٤٩±٠.٣Bb	٧.٥٥±٠.٣ Bc	٦.٥٤±٠.٤ Bd	٦.٣٨±٠.٤ Bd
روز دوازدهم	١٠.٢±٠.٣ Aa	٨.٣٨±٠.٤ Ab	٧.٩٦±٠.٣ Ac	٧.٥٩±٠.٣ Ac	٧.٣٦±٠.٣ Ac

جدول۳- مقایسه میانگین pH نمونه‌های فیله مرغ پوشش داده شده با کیتوزان و حاوی اسانس‌های مختلف کاکوتی

زمان / تیمار	Control	CTZ	CTZ-۰.۵٪ZE	CTZ-۱.۰٪ZE	CTZ-۱.۵٪ZE
روز اول	٦.٧٧±٠.٦ Ba	٦.٤٧±٠.٣ Cb	٦.٣٩±٠.٣ Db	٦.٢٧±٠.٥ Dbc	٦.٢٥±٠/٣ Cc
روز سوم	٦.٦٩±٠.٤ Ba	٦.٤٨±٠.٧ Cb	٦.٣٩±٠.٣ Cb	٦.٣٨±٠.٣ Cbc	٦.٣٤±٠/٣ Cc
روز ششم	٦.٦٨±٠.٣ Ba	٦.٥٧±٠.٣ Ba	٦.٥٠±٠.٤ Bb	٦.٤٦±٠.٦ Bbc	٦.٣٨±٠/٦ Cc
روز نهم	٧.٠±٠.٦ Ba	٦.٥٩±٠.٥ Bb	٦.٥٤±٠.٣ Bbc	٦.٤٦±٠.٣ Ac	٦/٤٦±٠/٤ Bc
روز دوازدهم	٧.٦٧±٠.٥ Aa	٦.٦٨±٠.٦ Ab	٦.٦٦±٠.٣ Ab	٦.٥٤±٠.٤ Ac	٦/٥٤±٠/٧ Ac

جدول ۴- مقایسه میانگین اندیس تیوباربیتوریک نمونه‌های فیله مرغ پوشش داده شده با کیتوزان و حاوی اسانس‌های مختلف کاکوتی

زمان / تیمار	Control	CTZ	CTZ-۰.۵٪ZE	CTZ-۱.۰٪ZE	CTZ-۱.۵٪ZE
روز اول	۰.۰ Aa	۰.۰ Aa	۰.۰ Aa	۰.۰ Aa	۰.۰ Aa
روز سوم	۰.۰۵±۰.۰٦ Ba	۰.۰٤۳±۰.۰٤ Bb	۰.۰۳٦±۰.۰٤ Bbc	۰.۰۳۲±۰.۰٤ Bcd	۰.۰۲۹±۰.۰٤ Bd
روز ششم	۰.۱۲±۰.۰۷ Ca	۰.۱۰±۰.۰۵ Cab	۰.۰۹۸±۰.۰٦ Cb	۰.۰۷±۰.۰۳ Cc	۰.۰۵۱±۰.۰۹ Cd
روز نهم	۰.۱۷±۰.۰٦ Da	۰.۱۵±۰.۰۷ Dab	۰.۱۱±۰.۰٦ Db	۰.۰۹±۰.۲۰ Dc	۰.۰۵±۰.۰۷ Cd
روز دوازدهم	۰.۲۲±۰.۰۵ Ea	۰.۱۸±۰.۰۸ Eb	۰.۱۵±۰.۰۷ Ec	۰.۱۳±۰.۰۸ Ed	۰.۱۰±۰.۳۰ De

جدول ۵- مقایسه میانگین ارزیابی خصوصیات حسی نمونه‌های فیله مرغ نگهداری‌شده در دمای نامناسب یخچال

	رنگ		طعم		بو	
تیمار	روز اول	روز سوم	روز اول	روز سوم	روز اول	روز سوم
Control	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	٦.۰±۱.٤ Bb	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۷.۵±۰/۷ Ba	۹.۹۵±۰.۰٤ Aa	۹.۰±۰.۰ Aa
CTZ	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۷.۰±۰.۰ Bb	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۸.۰±۰.۰ Ba	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۷.۵۰±۰.۰٤ Ba
CTZ-۰.۵٪ZE	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۸.۰±۰.۰ Bab	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۷.۵۰±۰.۷ Ba	۹.۹۵±۰.۰٦ Aa	۸.۵۰±۰.۷ Ba
CTZ-۱.۰٪ZE	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۸.۵۰±۰.۷ Ba	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۷.۵۰±۰.۷ Ba	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	۸.۵۰±۰.۰٦ Ba
CTZ-۱.۵٪ZE	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	٦.۵۰±۰.۷ Bb	۹.۹۵±۰.۰۷ Aa	٦.۵۰±۰.۷ Ba	۹.۹۵±۰.۰۵ Aa	۵.۵۰±۰.۰۷ Bb

کیتوزان و اسانس کاکوتی این افزایش به‌مراتب ملایم‌تر از نمونه کنترل بوده است.

نتایج به صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده است. حروف یکسان نشان دهنده عدم معنی داری در سطح p< ۰.۵ می باشد. معنی داری در هر سطر و ستون به ترتیب با حروف کوچک و بزرگ نشان داده شده است. Control (فاقد پوشش

کیتوزان) ، CTZ (فیله مرغ بسته بندی شده با پوشش کیتوزان و فاقد اسانس کاکوتی)، CTZ–۰.۵٪ZE (فیله مرغ بسته بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰٫۵درصد اسانس کاکوتی)، CTZ–۰.۵٪ZE (فیله مرغ بسته بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱٫۰درصد اسانس کاکوتی)، CTZ–۱.۵٪ZE (فیله مرغ بسته بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱٫۵درصد اسانس کاکوتی).

آزمون‌های شیمیایی

pH

جدول۳ نشان می‌دهد طی ۱۲ روز نگهداری، pH نمونه‌ها افزایش یافته اما این افزایش در نمونه‌های پوشش‌یافته با کیتوزان و اسانس کاکوتی کمتر و تغییرات آن‌ها محدودتر بوده است.

نتایج به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده است. حروف یکسان نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح p<۰.۵ می‌باشد. معنی‌داری در هر سطر و ستون به‌ترتیب با حروف کوچک و بزرگ نشان داده شده است. Control (فاقد پوشش کیتوزان) ، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان و فاقد اسانس کاکوتی)، CTZ–۰.۵٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰٫۵ درصد اسانس کاکوتی)، CTZ–۰.۱٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱٫۰ درصد اسانس کاکوتی)، CTZ–۱.۵٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱٫۵ درصد اسانس کاکوتی).

اندیس تیوباربیتوریک اسید

جدول ۴ نشان می‌دهد طی ۱۲ روز نگهداری، اندیس تیوباربیتوریک افزایش یافته اما این افزایش در نمونه‌های پوشش‌یافته با کیتوزان و اسانس کاکوتی کمتر و تغییرات آن‌ها محدودتر بوده است.

نتایج به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده است. حروف یکسان نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح p<۰.۵ می‌باشد. معنی‌داری در هر سطر و ستون به‌ترتیب با حروف کوچک و بزرگ نشان داده شده است. Control (فاقد پوشش کیتوزان) ، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان و فاقد اسانس کاکوتی)، CTZ–۰.۵٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰٫۵ درصد اسانس کاکوتی)، CTZ–۰.۱٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱٫۰ درصد اسانس کاکوتی)، CTZ–۱.۵٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱٫۵ درصد اسانس کاکوتی).

ارزیابی حسی

رنگ

جدول ۵نشان می‌دهد نمره رنگ فیله مرغ بین تیمارها اختلاف معنادار دارد؛ کمترین نمره مربوط به شاهد (۰٫۶) و بیشترین به پوشش کیتوزان حاوی یک درصد اسانس کاکوتی (۸/۵) است. تفاوت معناداری بین برخی تیمارها مشاهده نشد (P>۰.۰۵)، اما میانگین نمره رنگ در روز اول و سوم نگهداری تفاوت معنادار داشت (P<۰.۰۵).

نتایج به‌صورت میانگین±انحراف معیار بیان شده است. حروف یکسان نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح p<۰.۵ می‌باشد. معنی‌داری در هر سطر و ستون به‌ترتیب با حروف کوچک و بزرگ نشان داده شده است. Control (فاقد پوشش کیتوزان) ، CTZ (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان و فاقد اسانس کاکوتی) ، CTZ–۰.۵٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰٫۵ درصد اسانس کاکوتی) ، CTZ–۰.۱٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۰٫۱ درصد اسانس کاکوتی)، CTZ–۱.۵٪ZE (فیله مرغ بسته‌بندی شده با پوشش کیتوزان حاوی ۱٫۵ درصد اسانس کاکوتی).

طعم وبو

برای طعم، بین تیمارها تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰.۰۵)؛ کمترین نمره مربوط به کیتوزان حاوی٪ ۱.۵ اسانس کاکوتی (۶.۵) و بیشترین به کیتوزان بدون اسانس (۸.۰) بود. مقایسه روز اول و سوم در همه تیمارها تفاوت معنادار نشان داد (P<۰.۰۵). برای بو، تفاوت معنادار بین تیمارها وجود داشت (P<۰.۰۵)؛ کنترل بیشترین نمره (۹.۰) و کیتوزان حاوی٪ ۱.۵ اسانس کمترین (۵.۰) را داشتند. بین کنترل، کیتوزان بدون اسانس و کیتوزان حاوی٪ ۰.۵ و ٪۱ اسانس تفاوتی نبود (P>۰.۰۵)، اما همه این تیمارها نسبت به کیتوزان حاوی٪ ۱.۵ اسانس تفاوت معنادار داشتند. تفاوت روز اول و سوم فقط در تیمار کنترل معنادار بود (P<۰.۰۵).

نتیجه گیری

در این پژوهش مشاهده شد که باکتری‌های مزوفیل هوازی، که دمای بهینه رشد ۲۰ تا ۳۷ درجه سانتیگراد است و بیشتر عوامل بیماری‌زای غذایی را شامل می‌شوند، در صورت اختلال در زنجیره سرد می‌توانند موجب فساد شوند(۱۲). نتایج جدول یک نشان داد که پوشش کیتوزان حاوی اسانس کاکوتی با توجه به خاصیت ضدمیکروبی کیتوزان و ترکیبات فعالی همچون آلفاترپینئول، اسپاتولنول، ژرماکرن و آلفاکوپائن (رونده و همکاران، ۱۳۸۹) باعث کاهش شمار این باکتری‌ها شد. مکانیسم عمل اسانس‌ها را به ساختار فنولی ترپن‌هایی مانند اوژنول، تیمول و کارواکرول، وجود حلقه آروماتیک و گروه هیدروکسیل فنولیک و نیز خاصیت آب‌گریزی نسبت داده‌اند که موجب تخریب غشا و نشت محتویات سلول می‌شود(۳,۱۳, ۱۴,۱۶). این نتایج با گزارش‌های حسن‌زاده و همکاران(۱۳۹۰)، Abdal-la و همکاران(۲۰۰۷) و Fernández-Saiz و همکاران(۲۰۱۳) هم‌راستا بود(۲,۸)

در مورد باکتری‌های سرمادوست که در دمای صفر تا ده درجه

سانتیگراد رشد می‌کنند و در شرایط یخچالی موجب فساد می‌شوند(۱۵, ۱۷).پوشش کیتوزان حاوی اسانس کاکوتی نیز کاهش معنی‌داری در شمار آن‌ها نشان داد(جدول۲) که مشابه یافته‌های Khanjari و همکاران (۲۰۱۳) بود(۱۸). کاهش فعالیت پروتئولیتیکی این باکتری‌ها منجر به محدود شدن افزایش pH (جدول۴) شد، که با نتایج Qin و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی داشت (۱۹) .

در بخش اکسیداسیون چربی، آزمون TBA نشان داد که پوشش کیتوزان حاوی اسانس کاکوتی اندیس TBA را کاهش داد (جدول۳)، که به خاصیت ضدرادیکالی کیتوزان و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی اسانس کاکوتی و کاهش نفوذ اکسیژن توسط ساختار متراکم کیتوزان نسبت داده شد. نتایج با مطالعات Qin و همکاران(۲۰۱۳) و Bao و همکاران(۲۰۰۹) مطابقت داشت (۱۹,۲۰,۲۱,۲۳)

از نظر حسی، نمره رنگ در روز سوم کاهش یافت که به تبخیر رطوبت سطحی و تشکیل پوسته تیره نسبت داده شد، اما تیمار حاوی یک درصد اسانس کمترین افت رنگ را داشت(۲۴). نمره طعم نیز به دلیل تشکیل آمین‌های فرار کاهش یافت(۱۵)، هرچند پوشش کیتوزان اثر منفی را محدود کرد. در بخش بو، تیمار حاوی ۱,۵ درصد اسانس با وجود نتایج میکروبی و شیمیایی مطلوب، به دلیل بوی ویژه اسانس نمره کمتری کسب کرد.

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد همزمان کیتوزان به عنوان ترکیبی زیست‌تخریب‌پذیر با خواص ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی و اسانس طبیعی گیاه کاکوتی با فعالیت آنتی‌رادیکالی و ضدمیکروبی بالا ـ باعث کاهش چشمگیر رشد باکتری‌های مزوفیل هوازی و سایکروتروف در فیله مرغ نگهداری‌شده در دمای نامناسب یخچال و شرایط بحرانی گردید. در نمونه‌های پوشش‌یافته با کیتوزان حاوی نسبت‌های مختلف اسانس کاکوتی، افزایش pH و شاخص تیوباربیتوریک به‌طور محسوسی محدود شد. ارزیابی‌های حسی نیز نشان داد که طی سه روز نگهداری، رنگ، بو و طعم این نمونه‌ها نسبت به شاهد بهبود قابل توجهی داشته، هرچند در بخش بو، تیمار حاوی اسانس کاکوتی تا حدی افت امتیاز داشت که این موضوع با افزودن ترکیبات جاذب یا خنثی‌کننده بو قابل رفع است. بنابراین، این پوشش طبیعی ضمن افزایش ماندگاری و بهبود کیفیت حسی، با کاهش بار میکروبی، نقشی مؤثر در ارتقای ایمنی و سلامت فرآورده ایفا می‌کند و اهمیت این رویکرد در شرایط بحرانی، به‌ویژه محیط‌های عملیاتی و رزم که نگهداری یخچالی استاندارد امکان‌پذیر نیست، دوچندان می‌شود. استفاده از چنین پوشش‌های خوراکی زیست‌سازگار می‌تواند به‌عنوان یک راهکار کاربردی در نظام‌های پشتیبانی غذایی نیروهای عملیاتی و نیز توزیع اقلام پروتئینی در بحران‌ها مدنظر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران مشارکت کننده در این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را درام

References

1. Jeon, Y. J., Kamil, J. Y., & Shahidi, F. (2002). Chitosan as an edible invisible film for quality preservation of herring and Atlantic cod. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(18), 5167-5178.

2. . Hassanzadeh, P., Tajik, H.; and Razavi Rouhani, S.M. (2011). Application of edible chitosan coating containing grape seed extract on the quality and shelf life of chicken meat at refrigerated temperature. Journal of Food Industry Research. Vol. 12, No.

3. Ebrahimzadeh, H., Yamini, Y., Sefidkon, F., Chaloosi, M., & Pourmortazavi, S. M. (2003). Chemical composition of the essential oil and supercritical CO 2 extracts of Zataria multiflora Boiss. Food chemistry, 83(3), 357-361.

4. Babakhanloo, M., Mirza, M., Sefidkan, F., Ahmadi, L., Barazandeh, M. and Askari, F. (1998). Investigation of the constituents of Kakuti essential oil. Journal of Medicinal Plant Research. Issue 2. Pages: 115-120.

5. Davidson, K., Gilpin, L. C., Hart, M. C., Fouilland, E., Mitchell, E., Calleja, I. A., & Leakey, R. J. (2007). The influence of the balance of inorganic and organic nitrogen on the tropHic dynamics of microbial food webs. Limnology and OceanograpHy, 52(5), 2147-2163.

6. Abdalla, A. E., Darwish, S. M., Ayad, E. H., & El-Hamahmy, R. M. (2007). Egyptian mango by-product 2: Antioxidant and antimicrobial activities of extract and oil from mango seed kernel. Food Chemistry, 103(4), 1141-1152.

7. Fernández-Saiz, P., Sánchez, G., Soler, C., Lagaron, J. M., & Ocio, M. J. (2013). Chitosan films for the microbiological preservation of refrigerated sole and hake fillets. Food Control, 34(1), 61-68.

8. Shafei, M., Sharifan, A., and Aghazadeh Meshgi, M. (2011). Identification of chemical compounds of Kakuti essential oil and investigation of its antimicrobial effect on the yeast Klebsiella marcescens. Journal of Food Sciences and

Nutrition. Year 9. Issue 1
9. Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H., & Hosseini, S. M. H. (2010). Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. Food Chemistry, 122(1), 161-166.
10. APHA. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3rd ed. Washington (DC): American Public Health Association; 1992. p. 460.
11. Shabani, Sh. (2013). Microbial quality control in food industries. Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch, page 210.
12. Rondeh, M., Valizadeh, J., and Kazemipour, N. (2010). Investigation of the essential oil and antioxidant properties of the mountain cactus plant. National Conference on Medicinal Plants.
13. Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J., & Nychas, G. J. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. Journal of applied microbiology, 91(3), 453-462.
14. Jay, J. M. (2012). Modern food microbiology. Springer Science & Business Media.
15. Farag, R. S., Ali, M. N., & Taha, S. H. (1990). Use of some essential oils as natural preservatives for butter. Journal of the American Oil Chemists' Society, 67(3), 188-191.
16. Frazier, W. C., & Westhoff, D. C. (1978). Food microbiology, Tata McGraw Hill. New Delhi, 460.
17. Khanjari, A., Karabagias, I. K., & Kontominas, M. G. (2013). Combined effect of N, O-carboxymethyl chitosan and oregano essential oil to extend shelf life and control Listeria monocytogenes in raw chicken meat fillets. LWT-Food Science and Technology, 53(1), 94-99.
18. Qin, Y. Y., Yang, J. Y., Lu, H. B., Wang, S. S., Yang, J., Yang, X. C., ... & Cao, J. X. (2013). Effect of chitosan film incorporated with tea polypHenol on quality and shelf life of pork meat patties. International journal of biological macromolecules, 61, 312-316.
19. Wang, Y., Zhu, J., Zhu, R., Zhu, Z., Lai, Z., & Chen, Z. (2003). Chitosan/Prussian blue-based biosensors. Measurement Science and Technology, 14(6), 831.
20. Alp, S., Ercisli, S., Dogan, H., Temim, E., Leto, A., Zia-Ul-Haq, M., Hadziabulic, A. and Aladag, H., 2016. Chemical composition and antioxidant activity ZizipHora clinopodioides ecotypes from Turkey. Romanian Biotechnological Letters, 21(2), p.11299
21. Elsabee, M. Z., and Abdou , E. S. (2013). Chitosan based edible films and coating: areview. Materials Science and Engineering: C, 33(4), 1819-1841.
22. Bao, S., Xu, S., & Wang, Z. (2009). Antioxidant activity and properties of gelatin films incorporated with tea polypHenol loaded chitosan nanoparticles. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89(15), 2692-2700.
23. DeMan, J. M. (1976). Principles of food chemistry. AVI Publishing Co., Inc.