

(Original Research Paper)

The Effect of Chitosan Coating Containing Extract of *Cordia myxa* on Chemical, Oxidative, Microbial and Sensory Properties of Hamburger

Maryam Mirkhaghani Haghighi^{1*}, Seyyed Saeed Sekhavati Zadeh²

1-M.Sc Graduated, Department of Food Science and Technology, Kherad Institute of Higher Education, Bushehr, Iran.

2-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Fars Agricultural and Natural Resources and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.

Received:04/12/2023

Accepted: 15/04/2024

Doi: [10.71810/jfst.2024.1004803](https://doi.org/10.71810/jfst.2024.1004803)

Abstract

Meat and meat products are one of perishable foods, to maintain their quality, food coating containing an antimicrobial agent can be used as a barrier to deal with microbial contamination. Therefore, the purpose of the present study is to use edible chitosan coating containing *Cordia myxa* fruit extract to increase the shelf life of hamburgers. At first, extraction of the *Cordia myxa* fruit extract was done using ethanol solvent and with the help of ultrasound. Then, three treated samples were produced. These samples included the sample treated with chitosan coating, and chitosan coating with 5% *Cordia myxa* fruit extract, and one sample was considered as a control. Hamburger samples were chemically (pH, volatile nitrogen bases (TVB-N)), oxidation (peroxide number (PV), thiobarbituric acid index (TBARS)), microbial (total count, mold and yeast count), and sensory evaluation during the storage period of 21 days were assessed. During 21 days of storage, the total count of bacteria in the samples treated with the chitosan coating with extract was at least, on the last day of storage. The total viable number was 3.0 and 2.8 log cfu/gr for bacteria, molds, and yeast respectively. The hamburger sample contained edible chitosan with extract at the end of the storage period has the lowest pH (5.83), PV (1.75 mg/kg), TBARS (0.49 mgMD/kg), TVBN (2.14mg/100g). During the storage time, the sensory assessment in all the samples decreased based on the panelist score. Among the samples, the control had the lowest sensory score. According to the results, the hamburger with an edible coating with extract had good sensory, microbial, and fat oxidation parameters during the storage period. Therefore, the application of edible coating with the *Cordia myxa* extract could be an effective solution to maintain the quality of hamburgers.

Keywords: Fat Oxidation Stability, Microbial Counting, Yeast and Mold Counting, TBA, Peroxide Value, Sensory Characteristics.

*Corresponding Author: mirkhaghani.m@gmail.com

(مقاله پژوهشی)

تأثیر پوشش کیتوزان حاوی عصاره سپستان بر خصوصیات شیمیایی، پایداری اکسیداتیو، میکروبی و حسی همبرگر

مریم میرخاقانی حقیقی^{۱*}، سید سعید سخاوتی زاده^۲

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، مؤسسه آموزش عالی خرد، بوشهر، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۷

Doi: [10.71810/jfst.2024.1004803](https://doi.org/10.71810/jfst.2024.1004803)

چکیده

گوشت و فرآورده های گوشتی یکی از غذاهای فاسد شدنی است که برای حفظ کیفیت آن می توان از پوشش خوراکی حاوی عامل ضد میکروبی به عنوان مانعی برای مقابله با آلودگی میکروبی استفاده کرد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره میوه سپستان جهت افزایش ماندگاری همبرگر است. در ابتدا استخراج عصاره از میوه سپستان با استفاده از حلال اتانول و با کمک امواج فراصوت انجام گرفت. سپس نمونه همبرگر با سه تیمار تولید شد. این نمونه ها شامل نمونه تیمار شده با پوشش کیتوزان، حاوی ۵٪ عصاره میوه سپستان و یک نمونه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نمونه های همبرگر از نظر شیمیایی (pH، بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)، اکسیداسیون (عدد پراکسید (PV)، شاخص تیوباربیتوریک اسید (TBARS)، میکروبی (شمارش کلی و شمارش کپک و مخمر) و ارزیابی حسی طی دوره نگهداری ۲۱ روز مورد بررسی قرار گرفتند. طی ۲۱ روز نگهداری شمارش کل باکتری ها در نمونه های تیمار شده با پوشش حاوی عصاره از همه کمتر بود و در روز آخر نگهداری به $3 \log \text{cfu/gr}$ رسید. همچنین شمارش کلی کپکها و قارچها نیز برای این تیمار $2/8 \log \text{cfu/gr}$ بود. نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره در تمام طول دوره نگهداری دارای پائین ترین میزان (۵/۸۳) pH، PV (۱/۷۵ mg/kg)، TBARS (۰/۴۹ mgMD/kg)، TVB-N (۱۴/۲ mg/100g). می تواند بررسی مولفه های حسی نشان داد که در طی زمان نگهداری تمام نمونه ها از کاهش امتیاز ارزیابان برخوردار بودند. در بین نمونه ها نمونه شاهد دارای کمترین امتیاز ارزیابی حسی بود. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، همبرگر با پوشش خوراکی حاوی عصاره از مقبولیت حسی، میکروبی، شاخص های اکسیداسیون چربی مناسبی در طی دوره نگهداری برخوردار بود. بنابراین کاربرد پوشش خوراکی حاوی عصاره سپستان می تواند به عنوان راه حلی موثر در جهت حفظ کیفیت همبرگر باشد.

واژه های کلیدی: پایداری اکسیداسیون چربی، شمارش میکروبی، شمارش کپک و مخمر، TBA، پروکسید، خصوصیات حسی.

۱-مقدمه

گوشت یک ماده غذایی با ارزش غذایی بالا و یکی از پر مصرف ترین منابع پروتئینی در جهان است و به همین دلیل از نظر نگهداری و مصرف آن شایسته توجه ویژه است (۱۷). با این حال، گوشت به دلیل ویژگی های خاص خود در معرض تغییرات شیمیایی، فیزیکی و میکروبیولوژیکی است. پروتئولیز و پراکسیداسیون لیپیدی می تواند توسط عوامل طبیعی مانند اکسیژن، آنزیم های هیدرولیتیک موجود در گوشت و سایر موادی که در اثر عمل میکروارگانیسم ها تولید می شوند، ایجاد شود (۵). بنابراین، گوشت و فرآورده های گوشتی به یک محیط عالی چه به دلیل عوامل ذاتی مطلوب مانند ترکیب شیمیایی، فعالیت آبی بالا، و کاهش pH و چه به دلیل عوامل بیرونی شامل رطوبت، دما و ترکیب اتمسفر، برای رشد میکروبی تبدیل می شود (۵۴). این عوامل با هم می توانند فلور طبیعی گوشت را تغییر دهند و به توسعه میکروارگانیسم های بیماری زا و رو به زوال کمک کنند و دمای محیط مهم ترین عامل بیرونی است که تکثیر میکروبی را تعیین می کند (۲۵). عامل مهم دیگری که باید در نظر گرفته شود، تبدیل گوشت به فرآورده های گوشتی، مانند انواع برگر گوشت است که دارای ویژگی های حسی مانند رنگ، طعم و عطر مشخصی را دارد (۵۰). از جنبه نگهداری این محصولات، سیستم های بسته بندی مواد غذایی یکی از وظایف اصلی را دارا است، زیرا مواد غذایی را از محیط اطراف جدا می کند، تعامل با عوامل فساد (مانند میکروارگانیسم ها، بخار آب، اکسیژن و طعم های نامطبوع) را کاهش می دهد و از افت کیفیت مواد غذایی از جمله ترکیبات مطلوب (به عنوان مثال طعم دهنده های فرار) جلوگیری می کند، در نتیجه عمر مفید غذاها را افزایش می دهد (۳۱). علاوه بر این، برگرهای گوشت به دلیل چرخ شدن و قرار گرفتن در معرض اکسیژن بیشتر در معرض آلودگی میکروبی هستند (۲۵، ۵۰). استفاده از فن آوری های جدید برای بهبود کیفیت مواد غذایی و ماندگاری طولانی تر، با توجه به پتانسیل بالای ارائه شده توسط تکنیک های جایگزین، که اغلب با روش های سنتی

از نظر نگهداری ترکیب می شوند، به طرز چشمگیری افزایش یافته است. استفاده از فن آوری های جدید برای افزایش عمر مفید و بهبود کیفیت حسی مواد غذایی به طور قابل توجهی در حال افزایش است. در صنعت گوشت، تکنیک های جایگزین که اغلب با روش های سنتی نگهداری ترکیب می شوند، می توانند اثرات نامطلوب بیوشیمیایی، مانند کاهش فرآیندهای اکسیداتیو و آلودگی میکروارگانیسم ها را کاهش دهند (۴۵). در اقتصاد جهانی جدید، پلیمرهای مشتق شده از نفت که در کاربردهای بسته بندی استفاده می شوند به یک موضوع اصلی تبدیل شده اند زیرا زنجیره ارزش آن ها در حال حاضر دارای اشکالات اساسی است. اگرچه بیشتر این مواد دارای ویژگی های جذابی هستند (مانند هزینه کم، خواص مکانیکی مناسب و قابلیت پردازش)، اما دفع مداوم و گسترده آن ها نگرانی های قابل توجهی را در مورد اثرات مضر آن ها بر محیط زیست ایجاد کرده است (۳۹، ۱۳). بنابراین، امروزه بسته بندی های سازگار با محیط زیست و خوراکی (زیست تخریب پذیر) مانند پوشش خوراکی به شدت توسعه یافته است. پوشش خوراکی را می توان به عنوان یک لایه نازک از مواد خوراکی تعریف کرد، پوشش های پلی ساکارید، پروتئین و چربی به عنوان مانعی در برابر انتقال رطوبت، گازها و مواد محلول عمل می کنند و بنابراین می توانند ماندگاری محصولات گوشتی را افزایش دهند. معمولاً به صورت مایع با ویسکوزیته متفاوت بر روی سطح محصولات غذایی با اسپری کردن، غوطه وری، برس زدن یا روش های دیگر استفاده می شود (۲۴). از کیتوزان می توان به عنوان یک پلیمر اصلی در پوشش های خوراکی با قابلیت نگهداری استفاده کرد. کیتوزان ($C_6H_{11}NO_4$) یک پلی ساکارید طبیعی است که در اسکلت بیرونی سخت پوستان، دیواره سلولی قارچ و سایر مواد بیولوژیکی یافت شده است (۱۵)؛ که در آب نامحلول است و در محلول اسید آلی ضعیف حل می شود. به دلیل فعالیت های بیولوژیکی آن به عنوان یک عامل ضد میکروبی، علاقه قابل توجهی در بسته بندی خوراکی مواد غذایی به

خود جلب کرده است. این ماده دارای خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی است که برای نگهداری مواد غذایی مناسب است و با ایجاد یک سد نیمه تراوا در برابر بخار آب، اکسیژن و دی اکسید کربن، کیفیت و پایداری ویژگی‌های فیزیکی غذا و ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد و ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد (۱۰). کیتوزان می‌تواند از آلودگی میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کرده و رشد باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت را مهار می‌کند (۴۰). فساد اکسیداتیو باعث بوی نامطبوع، تغییر طعم نامطلوب و در نهایت تغییر در ساختار مواد مغذی و کاهش ارزش غذایی محصول می‌شود، در حالی که فساد و آلودگی میکروبی خطرات جدی را برای سلامت مصرف‌کننده به دنبال دارد. بنابراین استفاده از مواد مناسب با فعالیت ضد باکتریایی و آنتی‌اکسیدانی برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری گوشت و جلوگیری از ضرر اقتصادی مفید و ضروری است. آنتی‌اکسیدان‌ها سال‌هاست که به‌عنوان افزودنی در غذا استفاده می‌شوند. در واقع آنتی‌اکسیدان‌ها با کاهش سرعت اکسیداسیون چربی، ماندگاری مواد غذایی را افزایش داده و پایداری لیپیدها و غذاهای لیپیدی را بهبود می‌بخشند و در نتیجه از کاهش ویژگی‌های حسی و ارزش غذایی آنها جلوگیری می‌کنند (۲۶). یکی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، سپستان (*Cordia myxa* L.) یک گیاه گل‌دار از خانواده گاوزبانیان (*Boraginaceae*) است. این گیاه بومی هندوستان است و در جنوب ایران از سیستان و بلوچستان تا خوزستان به خوبی رشد و نمو می‌کند. این گیاه در ایران از ۷ متر تجاوز نمی‌کند ولی در شرایط آب و هوایی هندوستان و استرالیا بیش از این حد رشد می‌کند (۴). بر اساس مطالعات اخیر، میوه‌های سپستان سرشار از مواد معدنی حیاتی، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها و پروتئین هستند. ترکیبات فیتوشیمیایی مشتق شده از جنس میوه سپستان به دلیل خواص ضد ویروسی و ضد التهابی، مهارکننده‌های رشد سلول‌های تومور، و عوامل مهار کننده رادیکال‌های آزاد مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۳۶، ۷، ۳۴). در پژوهش‌های متعددی خواص ضد باکتریایی

عصاره به دست آمده از میوه سپستان بر علیه باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت گزارش شده است (۸، ۳۲). از آن جا که تکنیک‌های استخراج سنتی عصاره گیاهان از جمله خیساندن، رفلکس حرارتی و سوکسله دارای محدودیتهای گزارش شده بسیاری از جمله پرزحمت، زمان‌بر بودن و با مصرف انرژی بالا همراه هستند، استفاده از فناوری‌های جدید به دلیل ملاحظات انرژی، اقتصادی و زیست محیطی و به حداکثر رساندن کارایی فرآیند ضروری است. استخراج به کمک فراصوت به‌عنوان یکی از تکنیک‌های استخراج مدرن می‌تواند استخراج در زمان‌های کمتر، بازدهی بالاتر استخراج و کاهش مصرف انرژی ارائه دهد (۳۰)؛ همچنین بهبود کیفیت عصاره نیز امکان‌پذیر است زیرا از تخریب حرارتی ترکیبات زیست فعال به دلیل دمای پایین استخراج در فراصوت جلوگیری می‌شود (۴۲). از این‌رو در مطالعه حاضر استخراج عصاره از میوه سپستان با استفاده از امواج فراصوت جهت عدم تخریب ترکیبات زیست فعال صورت پذیرفته است و در ادامه غلظت‌های مختلف عصاره استخراج شده در پوشش خوراکی مبتنی بر کیتوزان جهت کنترل اکسیداسیون لیپیدی و کاهش رشد میکروبی که در نهایت منجر به حفظ ویژگی‌های حسی همبرگر طی دوره نگهداری ندر یخچال می‌گردد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون برگر گوشتی شامل گوشت قرمز (شرکت دمس، شیراز)، روغن سویای هیدروژنه (شرکت روغن طلانی نیشابور، مشهد)، روغن جامد (لادن، تهران)، فیبر سویا (شرکت بازرگانی میلان فرآیند آترین، ساخت کشور آلمان)، گلوتن، ادویه، پیاز، فلفل دلمه، تخم‌مرغ، آرد سوخاری، آرد سفید، نشاسته و نمک از بازار محلی تهیه شدند. مواد شیمیایی مورد استفاده شامل کیتوزان، استیک اسید، توئین ۸۰، گلیسرول، تیوسولفات سدیم، n- هگزان، معرف تیوباریتوریک اسید، اسید پرکلریک، اتانول، سایر مواد و محیط‌های کشت، تولیدی شرکت‌های مرک آلمان و سیگما آلد ریچ بودند.

۲-۲- استخراج عصاره اتانولی میوه سپستان با کمک

امواج فراصوت

ابتدا میوه سپستان از گلخانه مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس جمع آوری شد. پس از شستشو با آب مقطر و حذف هسته، به چهار قسمت برش داده شد و در شرایط مناسب و به دور از آفتاب در اتاق خشک شد، سپس توسط آسیاب برقی (ZIEMENS، مدل MC23200GB، آلمان) به پودر تبدیل گردید. سپس جهت استخراج عصاره از میوه سپستان، میزان ۵۰ گرم نمونه پودر آماده سازی شده توزین و با ۵۰۰ میلی لیتر اتانول ۹۶٪ درون یک ارنل مخلوط گردید. در ادامه ارنل حاوی مخلوط نمونه و حلال به حمام فراصوت (Bandelin، مدل SONOPULS HD-4200، آلمان) (فرکانس ۲۵ کیلوهرتز و توان ۵۰۰ وات) با شدت صوت ۹۴/۴۶ درصد در دمای ۴۲/۲۴ درجه سلسیوس به مدت ۳۹/۸۷ دقیقه قرار داده شد تا فرآیند عصاره گیری طی شود. سپس به منظور حذف ناخالصی ها و ذرات معلق پس از عمل صاف کردن با دور $g \times 3000$ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (JTLIANGYOU، مدل TD4C، چین) گردید که در نهایت عصاره خام میوه سپستان حاصل گردید. سپس، عصاره خام با استفاده از روتاری اوپوراتور تغلیظ شد تا عصاره غلیظی بدست آید (۳۲).

۳-۲- تهیه پوشش خوراکی فعال ضد میکروبی مبتنی بر

کیتوزان

برای تهیه محلول پوشش خوراکی کیتوزان، از پودر کیتوزان با وزن مولکولی متوسط به میزان ۱۰ گرم استفاده شد و در ۵۰۰ میلی لیتر محلول اسید استیک ۱٪ حل گردید. محلول به مدت یک شب در دمای اتاق توسط همزن مغناطیسی (Ezdo، مدل MS-11C، تایوان) با دور ۱۰۰۰g همزده و سپس با کاغذ صافی (شماره ۳) صاف شد. در ادامه ۰/۵ میلی لیتر گلیسرول به ازای هر گرم کیتوزان به عنوان پلاستی ساینر (نرم کننده) و تئوین ۸۰ به مقدار ۰/۲۵ درصد به عنوان امولسیفایر جهت توزیع یکنواخت ترکیبات اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق روی استیرر مخلوط

گردید. سپس pH محلول با استفاده از سود در حدود ۵/۸ تنظیم شد (۴۳ و ۱۱). نمونه پوشش خوراکی حاوی عصاره، میزان ۵٪ حجمی/حجمی از عصاره اتانولی میوه سپستان به محلول پوشش خوراکی تهیه شده افزوده گردید (۹ و ۴۳).

۴-۲- تهیه همبرگر و اعمال تیمارها توسط پوشش خوراکی
تولید همبرگر در پایلوت واقع در مرکز آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس انجام پذیرفت. به منظور تولید همبرگر، ابتدا گوشت گوساله را در دستگاه چرخ گوشت (شرکت BOSCH، مدل MFW68640، آلمان) با دستگاه چرخ گوشت دارای سوراخ هایی با قطر ۵ میلی متر چرخ گردید و سپس برای مرحله تولید مورد استفاده قرار گرفت. طی مرحله تولید برای تهیه تیمار همبرگر، ابتدا گوشت چرخ شده وارد میکسر شد و در ادامه پیاز و فلفل دلمه چرخ شده، روغن جامد و روغن سویای هیدروژنه و سپس مواد پودری شامل ادویه، نمک و آرد سوخاری با نسبت های معین (جدول ۱)، اضافه گردیدند. در پایان برای حصول خمیر یکنواخت به ترکیب، آب و یخ اضافه شد بطوری که با افزودن آب، وزن خمیر به ۱۰۰ واحد رسید و به مدت ۱۰ دقیقه تا ایجاد خمیر یکنواختی، هم زدن ادامه یافت. بعد از مراحل تولید خمیرها، برگ های گوشتی با استفاده از ماشین برگ ساز با قالب های ۱۰۰ گرمی قالب زنی شدند. سپس همبرگرهای تولید شده در محلول پوشش خوراکی کیتوزان به مدت ۱ دقیقه غوطه ور شدند، بعد از خروج از محلول روی یک سطح در دمای محیط قرار گرفتند تا محلول بطور کامل خشک شود و پس از خشک شدن در کیسه های پلی-اتیلنی بسته بندی شده و در یخچال 4 ± 1 درجه سلسیوس به مدت ۲۱ روز نگهداری شدند. نمونه های همبرگر در سه تیمار شامل (۱) نمونه شاهد (بدون پوشش خوراکی)، (۲) نمونه همبرگر پوشش داده شده با محلول کیتوزان (بدون عصاره) و (۳) نمونه همبرگر پوشش داده شده با پوشش خوراکی کیتوزان حاوی ۵٪ عصاره اتانولی میوه سپستان بر اساس پیش آزمون حسی می باشد. نمونه ها در روزهای اول،

۷، ۱۴ و ۲۱ از نظر ویژگی‌های شیمیایی، اکسیداسیون، میکروبی و حسی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱- فرمولاسیون تولید همبرگر

ترکیبات	میزان (درصد)
گوشت قرمز	۵۵
روغن جامد	۲/۵
روغن سویای هیدروژنه	۴
آرد سوخاری	۴
نشاسته گندم	۱/۵
گلوتن	۴
فیبر سویا	۲
پیاز	۶
فلفل دلمه	۲
نمک	۱
ادویه	۱
یخ و آب	۱۷
مجموع	۱۰۰

۵-۲- بررسی تأثیر پوشش خوراکی بر خصوصیات شیمیایی و اکسیداسیون نمونه‌های همبرگر طی زمان نگهداری

۵-۲-۱- تعیین میزان pH

pH نمونه‌های برگزیده تولید شده توسط دستگاه pH متر (شرکت Metrohm، مدل 827، سوئیس) از روش ذکر شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۲۸ تعیین شد (۱).

۵-۲-۲- میزان کل بازهای نیتروژنی فرار (TVB-N)

در بالن تقطیر کلدال ۱۰ گرم از نمونه همبرگر، ۲ گرم اکسید منیزیم و ۳۰۰ میلی‌لیتر آب و چند قطعه سنگ جوش اضافه شد. در یک ارلن مایر به ظرفیت ۵۰۰ تا ۷۰۰ سانتی‌متر مکعب که به‌عنوان ظرف گیرنده زیر قسمت سرد کننده دستگاه تقطیر قرار گرفت، ۲۵ سانتی‌متر مکعب از محلول ۳ درصد اسید بوریک و چند قطره معرف متیل رد اضافه شد. دستگاه تقطیر وصل و محتوی بالن تقطیر حرارت داده شد. به طوری که در مدت ۱۰ دقیقه بجوش آید و با همین

مقدار حرارت به مدت ۲۵ دقیقه عمل تقطیر ادامه یافت. پس از آن حرارت قطع و داخل سرد کننده را با آب مقطر شسته و محلول تقطیر شده بوسیله اسید سولفوریک ۰/۵ نرمال تیترو گردید. برای محاسبه، مقدار مصرف اسید سولفوریک در ۱۴ ضرب شد، تا مقدار ازت فرار برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم همبرگر محاسبه شود (۴۹).

۵-۲-۳- اندیس پراکسید

ابتدا از روش سرد با استفاده از مخلوط آب، متانول و کلروفرم (۳۰:۵۰:۱۰۰) برای استخراج چربی نمونه‌های همبرگر استفاده شد. سپس یک گرم چربی استخراج شده با ۱ میلی‌لیتر محلول اشباع یدید پتاسیم مخلوط شده و به مدت ۱۰ دقیقه در محل تاریک قرار داده شد. آب مقطر (۳۰ میلی‌لیتر) به مخلوط به‌دست آمده اضافه شد و سپس با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ مولار در حضور محلول نشاسته تیترو شد. در نهایت مقدار پراکسید با توجه به رابطه (۱) اندازه‌گیری شد:

رابطه (۱)

$$PV \text{ (meq/kg)} = \frac{S \times N \times 100}{M}$$

که در آن S، حجم تیتراسیون، N نرمالیه تیوسولفات سدیم (۰/۰۱ نرمال)، و M میزان چربی استخراج شده (گرم) است (۲۲).

۲-۵-۴- شاخص تیوباریتوریک اسید (TBARS)

جهت تعیین شاخص تیوباریتوریک اسید (TBARS)، ابتدا ۵ گرم از هر نمونه همبرگر با ۱۵ میلی لیتر محلول محلول تری کلرواستیک اسید (۲۰٪) مخلوط و به مدت ۱ دقیقه همگن شده و با استفاده از کاغذ صافی واتمن (شماره ۱) فیلتر شد. سپس ۲ میلی لیتر از مخلوط به لوله آزمایش انتقال داده شد و با ۲ میلی لیتر اسید تیوباریتوریک آبی ۰/۰۲ مولار مخلوط شد. سپس مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا واکنش نشان دهد. پس از سرد شدن، جذب نمونه در طول موج ۵۳۲ نانومتر ثبت شد. در نهایت، TBARS بر حسب میلی گرم مالون دی آلدئید (MDA) / کیلوگرم نمونه اندازه گیری شد (۲۲).

۲-۵-۶- خصوصیات میکروبی

خصوصیات میکروبی نمونه های همبرگر، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۷۲-۲ پلیت های کشت شده برای شمارش کلی میکروبی در ۳۰°C به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور یخچال دار (شرکت MEMMERT، مدل ICP260، آلمان) مورد بررسی قرار گرفتند (۳). همچنین نمونه های همبرگر از نظر شمارش کپک و مخمر بررسی شدند (۲).

۲-۵-۷- ارزیابی حسی

جهت انجام آزمون حسی نمونه همبرگر شاهد و دو نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش کیتوزان با استفاده از روغن گیاهی مخصوص سرخ کردنی در دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس و به مدت ۵ دقیقه پخت گردیدند. بررسی ویژگی های حسی توسط ۹ نفر داور آموزش دیده در مرکز آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس بر روی نمونه های تولیدی در ۷، ۱۴ و ۲۱ روز پس از نگهداری انجام شد. ویژگی های مورد آزمون شامل طعم، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی در مقیاس هدونیک ۵ نقطه ای بودند؛ به این ترتیب که به عبارات بسیار نامطلوب تا بسیار مطلوب، به ترتیب امتیاز ۱ تا ۵ داده شد. شرایط سنجش برای داوران حسی یکسان بوده و به منظور افزایش دقت چشایی در بین دو نمونه مورد آزمون از آب استفاده شد.

۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

در این مطالعه، آزمون های صورت گرفته بر روی نمونه های همبرگر در سه تکرار انجام شد. نتایج با استفاده از آزمون آنالیز آماری واریانس یک طرفه مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده ها بر اساس طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ (Chicago, USA) استفاده گردید. جهت تعیین اختلاف معنی دار میان تیمارها از آزمون دانکن استفاده شد ($p < 0.05$).

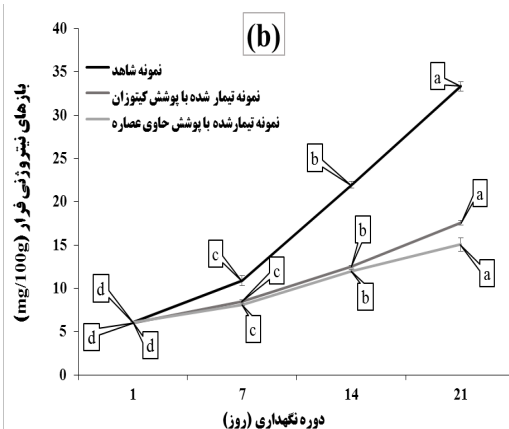
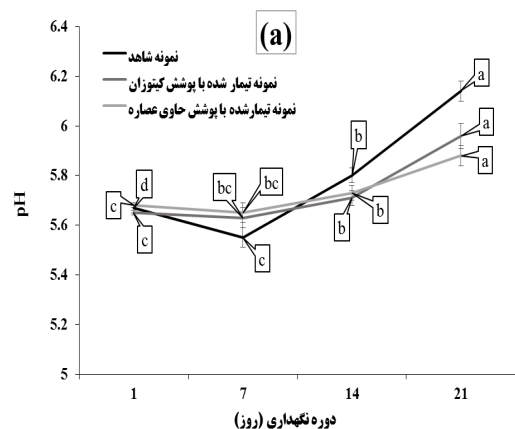
۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی خصوصیات شیمیایی نمونه های همبرگر طی دوره نگهداری

نتایج بررسی تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان و پوشش خوراکی حاوی عصاره اتانولی میوه سپستان بر ویژگی های شیمیایی شامل pH و TVB-N طی دوره ۲۱ روز نگهداری در نمونه های همبرگر در شکل (۱) ارائه شده است. بر اساس نتایج مشاهده شد (شکل ۱a) که میزان pH در نمونه همبرگر طی دوره نگهداری افزایش معنی داری وجود داشت ($p < 0.05$)، همچنین در نتایج مشاهده گردید که میزان pH در همبرگر شاهد در روزهای ۱۴ و ۲۱ ام نگهداری نسبت به دو نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش

شده با پوشش خوراکی به طور چشمگیری پایین تر از نمونه همبرگر شاهد بود و این اختلاف در تمام دوران نگهداری بین نمونه‌ها مشاهده گردید.

خوراکی بالاتر بود. از طرفی با توجه به نتایج ارائه شده در شکل (۱b)، میزان TVB-N در طول زمان نگهداری افزایش معنی‌داری در نمونه‌های همبرگر نشان داد ($p < 0.05$) که این افزایش در نمونه‌های همبرگر تیمار



شکل ۱- اثرات پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره آنانولی میوه سپستان بر روی خصوصیات شیمیایی نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری، (a): میزان pH و (b): بازهای نیتروژنی فرار.

*حروف کوچک (a-d) غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($P < 0.05$) بر اساس آزمون دانکن بین داده‌ها طی دوره نگهداری است.

محصول جانبی قلیایی در طی روزهای نگهداری توسط پوشش خوراکی و جلوگیری از افزایش pH می‌باشد (۳۸). همراستا با مطالعه حاضر گزارشاتی مبنی بر تأثیر اعمال فیلم و پوشش خوراکی بر کنترل تغییرات میزان pH در نمونه‌های برگر طی دوره نگهداری مشاهده شد که از جمله می‌توان به تأثیر فیلم خوراکی پیاز (تهیه شده از آب پالپ پیاز خشک شده) در نمونه برگر گوشت گاو بر حفظ میزان pH در مقایسه با نمونه شاهد اشاره نمود. pH نمونه حاوی فیلم خوراکی پیاز (۴/۴۰) به صورت معناداری کمتر از نمونه شاهد (۵/۲۰) بود. که این عامل احتمالاً یکی از عوامل کاهش آلودگی میکروبی در این محصول می‌باشد (۴۷). در مقابل در تحقیق دیگری بر روی پوشش خوراکی کیتوزان حاوی اسانس رزماری در غلظت‌های ۱ و ۲ درصد به دو روش آزاد و نانولیپوزمی استفاده شد. و در مرحله بعد به نمونه‌های برگر مرغ اضافه شد. نتایج نشان داد که نمونه پوشش حاوی ۲ درصد اسانس رزماری اسانس رزماری لیپوزومی دارای کمترین pH نسبت به نمونه

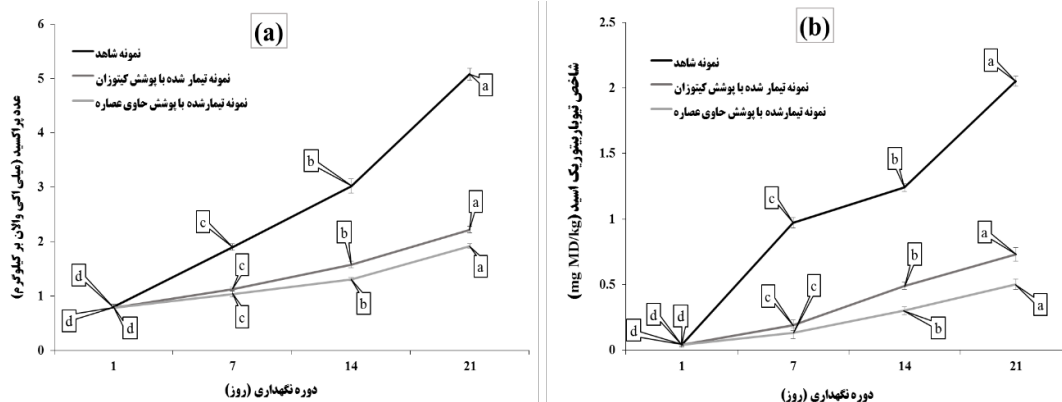
بلی ساکاریدها و پروتئین‌ها در مواد غذایی از طریق تعامل الکترواستاتیک (جاذبه و دفعه) بین گروه‌های قطبی و غیر-قطبی باعث تغییرات pH می‌شوند (۲۷). در مطالعه حاضر میزان pH در نمونه‌های همبرگر طی مدت نگهداری روند افزایشی داشت ($p < 0.05$). تغییرات pH در بین نمونه‌های نشان‌داده شده در این مطالعه ممکن است به دلیل تخریب پروتئین‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها طی زمان نگهداری باشد، به طور کلی گزارش شده است که انواع مختلف روش‌های فرآوری بر کیفیت گوشت و محصولات آن تأثیر می‌گذارد (۳۷). در طی دوره نگهداری به دلیل گسیخته شدن گرانول‌های پروتئینی و همچنین تجزیه پروتئین‌ها از طریق متابولیسم‌های انجام شده با فعالیت باکتری‌ها و تولید آمینواسیدهای آزاد میزان pH روند افزایشی را طی زمان نگهداری نشان می‌دهد (۱۰). با توجه به شکل (۱a) مقادیر pH در همبرگرهای پوشش داده شده در مقایسه با شاهد کمتر بود؛ علت آن احتمالاً به دلیل جلوگیری از تخریب پروتئین و نوکلئوتید و متعاقب آن آزاد سازی

شاهد بود. یکی از دلایل عدم تطابق نتایج تحقیق با نتایج تحقیق جاری می تواند نوع عصاره و روش نانولیپوزومی باشد (۱۶). آنزیم های پروتئولیتیک میکروارگانیزم ها بر ترکیبات پروتئینی و نیتروژنی غیرپروتئینی گوشت تأثیر می گذارند و ترکیبات نیتروژنی فرار تولید می کنند (۴۱). در مطالعه حاضر اعمال پوشش خوراکی حاوی دو ترکیب ضد میکروبی شامل کیتوزان (۵۳) و عصاره اتانولی میوه سپستان (۳۳) به دلیل مهار فعالیت میکروبی، میزان TVB-N در دو نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش خوراکی کیتوزان و کیتوزان حاوی عصاره پایین تر از نمونه همبرگر شاهد بود. به طوری که در روز ۲۱ نگهداری، میزان TVB-N در نمونه همبرگر شاهد به $33/33 \pm 0/54$ mg/100g رسید که بالاتر از حد استاندارد (25 mg/100g) بود، در حالی که در همان روز میزان TVB-N در دو نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش خوراکی کیتوزان و کیتوزان حاوی عصاره به ترتیب، $17/56 \pm 0/29$ mg/100g و $15/06 \pm 0/75$ بود (شکل ۱b). مشابه با مطالعه حاضر، گزارشی مشاهده شد که پوشش ۲ درصد کیتوزان با ۱ درصد اسانس رزماری به دو فرم آزاد و نانولیپوزوم تأثیر بسزایی در کنترل میزان TVB-N در نمونه های برگ مرغ در مقایسه با نمونه شاهد داشت به طوری که در تمام گروه های تیمار شده با کیتوزان و ترکیب اسانس رزماری، محتوای TVB-N در طول ۲۰ روز نگهداری از حد مجاز فراتر نرفت که محققان آن علت این امر را به دلیل مهار فعالیت میکروبی توسط عوامل ضد میکروبی کیتوزان و اسانس رزماری بیان کردند (۱۶). نمونه سوسیس تهیه شده

با پودر پوست انار (۳ درصد) کمترین محتوای TVB-N را از ابتدای سردخانه $8/08$ mg/100g و در پایان دوره ذخیره سازی سرد پس از ۱۲ روز ($21/82$ mg/100g) داشت؛ که دلیل آن را اثر مثبت افزودن پودر پوست انار بیان کردند که به دلیل مهار میکروارگانیزم و جلوگیری از تجزیه پروتئین و در نتیجه ایجاد ترکیبات نیتروژن فرار بود که این نتایج به ویژه با غلظت زیاد پودر پوست انار اظهار شد (۶). مقادیر کم تر TVB-N در نمونه های تحت تیمار ممکن است به دلیل فعالیت های ضدباکتری عوامل نگهدارنده مورد بررسی در تأخیر رشد باکتری ها و به دنبال آن کاهش مقدار ترکیبات غیرپروتئینی ازت مانند آمونیاک، آمین های نوع اول، دوم و سوم باشد (۴۳).

۳-۲- بررسی اکسیداسیون لیپیدی نمونه های همبرگر طی دوره نگهداری

نتایج بررسی تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان و کیتوزان حاوی عصاره اتانولی میوه سپستان بر اکسیداسیون لیپیدی شامل PV و TBARS طی دوره ۲۱ روز نگهداری در نمونه های همبرگر در شکل (۲) ارائه شده است. بر اساس نتایج مشاهده شد (شکل ۲a) و (شکل ۲b) که میزان PV و TBARS در نمونه همبرگر طی دوره نگهداری افزایش معنی داری وجود داشت ($p < 0/05$)، همچنین در نتایج مشاهده گردید که میزان این دو پارامتر در همبرگر شاهد نسبت به دو نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش خوراکی بالاتر بود و این اختلاف در تمام دوران نگهداری بین نمونه ها مشاهده گردید.



شکل ۲: اثرات پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره اتانولی میوه سپستان بر روی اکسیداسیون نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری، (a): عدد پراکسید؛ و (b): شاخص تیوباریتوریک اسید.

حروف کوچک (a-d) غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($P < 0.05$) بر اساس آزمون دانکن بین داده‌ها طی دوره نگهداری است.

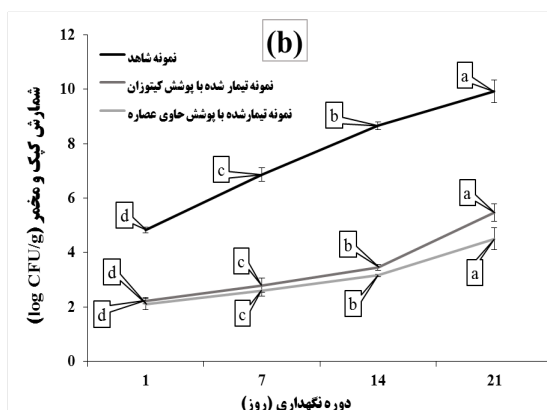
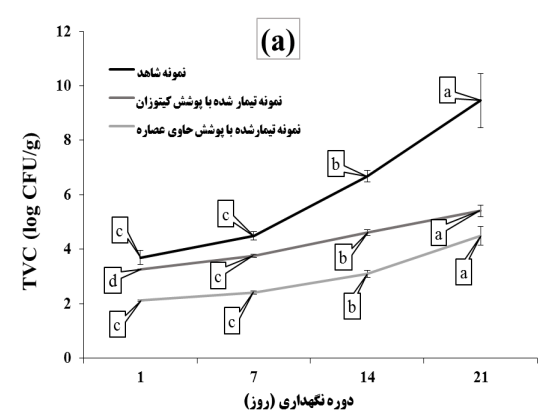
تیوباریتوریک اسید (TBARS) بطور گسترده به‌عنوان شاخص نشان‌دهنده میزان اکسیداسیون ثانویه چربی مورد استفاده قرار می‌گیرد و ناشی از وجود مواد واکنش‌دهنده با TBA حاصل از مرحله دوم اتواکسیداسیون است که طی آن، پراکسیدها به موادی مثل آلدئیدها و کتون اکسید می‌شوند. این ترکیب باعث فساد مواد غذایی در نتیجه تندشدگی اکسیداتیو و ایجاد بد طعمی و طعم نامطبوع و آسیب به بافت‌های انسانی می‌شود تا جایی که ممکن است علت سرطان، بیماری التهابی، جهش‌زایی و تصلب شرائین باشد (۶). مقادیر TBARS نمونه‌های همبرگر بررسی شده طی ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴-۱ درجه سلسیوس از نمونه‌های مختلف اندازه‌گیری شد، داده‌های به دست آمده نشان داد که پوشش خوراکی کیتوزان به‌خصوص پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره میوه سپستان اثر مثبتی بر میزان TBARS داشته‌است به طوری که نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش کیتوزان میزان TBARS برابر با 0.73 ± 0.05 MDA/kg و نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش کیتوزان حاوی عصاره میوه سپستان میزان TBARS برابر با 0.50 ± 0.04 mg MDA/kg بود. همراستا با مطالعه حاضر، گزارشی مبنی بر افزایش میزان TBARS نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری مشاهده شد که در آن مطالعه اعمال پوشش خوراکی آلژینات حاوی ۱ درصد اسانس دارچین تأثیر بسزایی در کنترل مقادیر TBARS را نشان

محصولات اولیه اکسیداسیون، هیدروپراکسیدهای لیپیدی هستند. اندازه‌گیری تولید هیدروپراکسیدها که به آن عدد پراکسید نیز می‌گویند (۴۸)، از دیرباز به عنوان شاخص اصلی تولید ترکیبات اکسیداسیون اولیه در گوشت و فرآورده‌های گوشتی مورد استفاده قرار گرفته است (۱۲). از این‌رو در مطالعه حاضر این پارامتر جهت تأثیر پوشش خوراکی بر روی نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان‌دهنده افزایش معنی‌داری این شاخص طی دوره نگهداری در نمونه‌های همبرگر بود ($p < 0.05$)، اما اعمال پوشش خوراکی کیتوزان به تنهایی و همچنین حاوی عصاره میوه سپستان منجر به کنترل تغییرات PV در نمونه‌های همبرگر در مقایسه با نمونه شاهد بود. در مطالعه‌ای کاهش سطح PV را در برگر مرغ پوشش داده شده با کیتوزان حاوی اسانس رزماری گزارش شده به طوری که محققان آن تأخیر در افزایش اکسیداسیون لیپید را در برگر مرغ پوشش داده شده نشان دادند (۱۶) که نتایج آن‌ها با مطالعه حاضر مبنی بر تأثیر بسزای پوشش خوراکی حاوی ترکیبات فعال بر تأخیر در افزایش سطح PV در فرآورده‌های گوشتی همسو بود. دومین عامل فساد شناخته شده گوشت تازه و فرآورده‌های گوشتی تازه، اکسیداسیون لیپید یا تندشدگی اکسیداتیو است. اکسیداسیون لیپیدهای فرآورده‌های گوشتی تازه منجر به کاهش کیفیت آن در حین نگهداری می‌شود.

و در نتیجه اکسیژن را از آن خارج می‌کند و اکسیداسیون لیپیدها را در برگرهای تیمار شده کاهش می‌دهد (۱۴).

۳-۳- خصوصیات میکروبی

بررسی خصوصیات میکروبی نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری از نظر شمارش کلی میکروبی و شمارش کپک و مخمر انجام پذیرفت و نتایج ارزیابی در شکل (۳) گزارش شده است. مطابق با شکل (۳a) مشاهده گردید که نمونه‌ها از نظر شمارش کلی طی دوره نگهداری افزایش معنی‌داری داشتند ($p < 0.05$) که این افزایش در نمونه همبرگر شاهد بسیار بالاتر از دو نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش خوراکی بود. همین روند تغییرات در شمارش کپک و مخمر نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری مشاهده گردید (شکل ۳b).



شکل ۳- تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره اتانولی میوه سپستان بر تغییرات میکروبی نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری

*حروف کوچک (a-d) غیرمشابه نشان‌دهنده اختلاف معنادار ($P < 0.05$) بر اساس آزمون دانکن بین داده‌ها طی دوره نگهداری است.

و مزه غذا گردند. قارچ‌ها در مواد غذایی نسبتاً خشک، مواد غذایی اسیدی، نمکی و مواد غذایی که در سرما نگهداری می‌شوند، بخوبی رشد می‌کنند و موجب بروز اختلالات در ماده غذایی و مصرف‌کننده می‌شود. رشد قارچ در بسیاری از انواع مواد غذایی تحت شرایط خاص محیطی منجر به فساد گسترده این غذاها به دلیل تولید بد طعمی، تغییر رنگ و طعم نامطلوب می‌شود (۶). از این رو

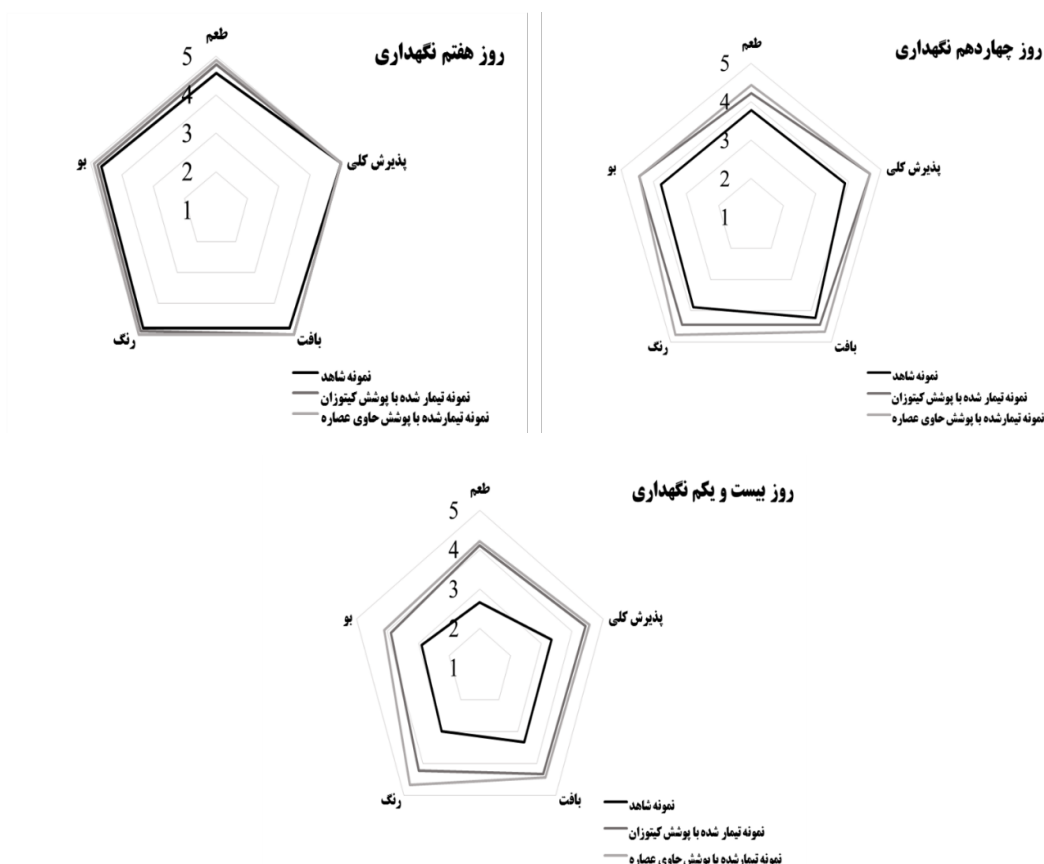
فرآورده‌های گوشتی از طریق فرآوری گوشت در معرض آلودگی‌های مختلفی قرار دارند. بنابراین، باید یک تلاش هماهنگ برای حفظ شرایط بهداشتی در پردازش، آماده‌سازی و تولید انجام شود. از طرفی قارچ‌ها به عنوان عوامل مهم فساد مواد غذایی مطرح هستند که به دلیل ترشح آنزیم‌های متفاوت قادرند اغلب ترکیبات موجود در مواد غذایی را تجزیه نموده و در نتیجه باعث تغییر رنگ، طعم

خواص ضد باکتری و ضد قارچی توسط عصاره‌ها و اسانس‌های مختلف گیاهی نشان داده شده است (۶). به دلیل محتوای بالای ترکیبات فنلی میوه‌ها، سبزیجات و سایر مواد گیاهی جایگزین مناسبی برای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی هستند و می‌توان به عنوان منبع آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی محصولات گوشتی استفاده کرد (۲۳). مکانیسم‌های ضد میکروبی ترکیبات فنلی شامل واکنش فنولیک‌ها با پروتئین‌های غشاء سلول میکروبی و/یا گروه‌های سولفیدریل پروتئین است که منجر به مرگ باکتریایی ناشی از رسوب پروتئین غشایی و مهار آنزیم‌هایی مانند گلیکوزیل ترانسفرازها می‌شود (۲۹).

۳-۴- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های همبرگر تولید شده طی روزهای نگهداری در پارامترهای طعم، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی انجام پذیرفت و نتایج ارزیابی در شکل (۴) ارائه شده است. نتایج نشان دهنده کاهش ارزیابی حسی در تمام پارامترها در نمونه‌های همبرگر به خصوص در نمونه شاهد با افزایش زمان نگهداری است ($p < 0.05$). با توجه به شکل (۴) اعمال پوشش خوراکی کیتوزان علی‌الخصوص پوشش کیتوزان حاوی عصاره میوه سپستان باعث حفظ خصوصیات حسی در نمونه‌های همبرگر در مقایسه با نمونه شاهد شده است به‌طوری‌که نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش خوراکی حاوی عصاره در روز پایان نگهداری (روز ۲۱م) از بالاترین امتیازها در تمام پارامترهای حسی برخوردار بود.

در مطالعه حاضر خصوصیات مختلف میکروبی (شمارش کلی باکتری و شمارش کپک و مخمر) در نمونه‌های همبرگر طی ۲۱ روز نگهداری مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج (شکل ۲) نشان داد شمارش کلی میکروبی و شمارش کپک و مخمر طی دوره نگهداری در نمونه‌های همبرگر افزایش معنی‌داری داشت ($p < 0.05$) اما مطابق با نتایج شکل (۲) دو نمونه همبرگر تیمار شده با پوشش خوراکی کیتوزان علی‌الخصوص پوشش خوراکی حاوی عصاره میوه سپستان از میزان رشد میکروبی پائین‌تری در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بودند. با توجه به بررسی‌های میکروبی صورت گرفته، می‌توان جهت کنترل شمارش بار میکروبی در فرآورده‌های گوشتی از پوشش خوراکی به همراه عوامل ضد میکروبی طبیعی از جمله عصاره و اسانس‌های گیاهی جهت ایجاد اطمینان از یک محصول با ویژگی بهداشتی و سالم استفاده نمود. همان‌طور که در برخی مطالعات از پوشش و یا فیلم خوراکی حاوی عوامل نگهدارنده طبیعی در فرآورده‌های گوشتی جهت کنترل عوامل میکروبی و افزایش ماندگاری محصولات استفاده شده است؛ از جمله نمونه‌های برگر گوشت گاو تیمار شده با فیلم خوراکی پیاز (۴۷)، اثرات مفید فیلم خوراکی کیتوزان حاوی غلظت‌های مختلف اسانس رازیانه بر کنترل رشد میکروبی نمونه‌های برگر مرغ (۲۶)، و همچنین تأثیر بسزای پوشش خوراکی کیتوزان حاوی اسانس رزماری بر کنترل عوامل مختلف میکروبی (باکتری‌های مزوفیل، سرما دوست، سودوموناس، استا فیلوکوکوس اورئوس، کلیفرم و کپک و مخمر) در نمونه‌های برگر مرغ (۱۶) اشاره نمود که همراستا با نتایج مطالعه حاضر می‌باشند.



شکل ۴- تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان حاوی عصاره اتانولی میوه سپستان بر ارزیابی حسی نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری

میکروبی منطبق بود؛ به طوری که همزمان با افزایش رشد میکروبی و تولید محصولات حاصل از اکسیداسیون لیپید منجر به ایجاد بو، رنگ و بافت نامطلوب مبنی بر فساد فیله‌های ماهی طی دوره نگهداری آشکار گردید. اما با این حال، اعمال پوشش خوراکی حاوی کیتوزان و همچنین عصاره میوه سپستان به دلیل کنترل در رشد میکروارگانیسم‌ها و متعاقب آن تأخیر در افزایش اکسیداسیون لیپیدی و رشد میکروبی توانست در حفظ ویژگی‌های حسی نمونه‌های همبرگر طی دوره نگهداری نقش بسزایی ایفا کند. در نمونه همبرگر شاهد به علت اکسیداسیون بالا لیپید، رشد میکروبی بعد از روز ۱۴، بوی نامناسب آشکار و تغییر رنگ مشاهده شد. در مطالعه‌ای همراستا با مطالعه حاضر، مبنی بر تأثیر بالقوه پوشش خوراکی ژل آلون‌ه‌ورا حاوی نانوامولسیون اسانس زنجبیل بر حفظ بالاتر صفات حسی فیله‌های ماهی قزل‌آلا در مقایسه با نمونه شاهد طی دوره نگهداری گزارش

ادراک حسی، فرآیند پیچیده‌ای است که تحت تأثیر عوامل متعددی مانند میزان ترکیبات طعمی، بافت و ظاهر واقع می‌شود. خواص حسی از عوامل اساسی پذیرش بسیاری از فرآورده‌ها و کسب رضایت از مصرف آنها است. با توجه به اهمیت این خواص، بررسی و شناخت عوامل مؤثر بر آنها به منظور دستیابی به خواص حسی بهینه و جلوگیری از ایجاد خواص حسی نامطلوب ضروری است (۴۶). نتایج ارزیابی حسی در مطالعه حاضر نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین داده‌های موجود در طعم، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی بین نمونه شاهد با دو نمونه تیمار شده با پوشش خوراکی طی دوره نگهداری وجود داشته است ($p < 0.05$). به طوری که نمونه‌های همبرگر تیمار شده با پوشش خوراکی طی دوره نگهداری از مقبولیت بالاتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. در مطالعه حاضر نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های همبرگر با نتایج حاصل از آزمایش‌های شیمیایی و

شده است (۱۹). در نهایت می‌توان بیان نمود که کسب امتیاز حسی بالاتر در نمونه‌های همبرگر پوشش‌دهی شده توسط کیتوزان حاوی عصاره اتانولی میوه سپستان می‌تواند ناشی از کنترل رشد میکروبی و فساد شیمیایی در فرآورده گوشتی باشد.

در پایان این مطالعه می‌توان بیان نمود که مواد ضد باکتری برای جلوگیری از گسترش باکتری‌ها در حال توسعه هستند و سه عامل مهم در این مطالعه از جمله کاربرد پوشش خوراکی، کیتوزان و همچنین استفاده از عصاره اتانولی میوه سپستان حاوی ترکیبات زیست فعال باعث کنترل رشد میکروبی و تأخیر در اکسیداسیون لیپیدی نمونه‌های همبرگر گردید. به طوری که در مطالعاتی بیان شده که از پوشش‌های خوراکی می‌توان برای بهبود کیفیت مواد غذایی تازه مانند فرآورده‌های گوشتی (تازه، منجمد، فرآوری شده) بدون تغییر مواد ضروری و روش‌های فرآوری به دلیل خواص مطلوبی که دارند از جمله جلوگیری از گازها و از دست دادن رطوبت، کاهش واکنش‌های اکسیداتیو، حفظ طعم، بهبود ظاهر محصول، جلوگیری از تغییر رنگ، قابلیت افزودن مواد افزودنی مختلف به شبکه آنها (آنتی‌اکسیدان‌ها، ضد میکروبی‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی، و غیره)، حفظ ارزش غذایی و بهبود خواص حسی غذا استفاده کرد (۱۸، ۵۱). مواد ضد باکتری می‌توانند به طور مؤثر رشد و تولید مثل باکتری‌های خطرناک و آلاینده‌های سمی را کنترل کنند. فعالیت ضد میکروبی کیتوزان تحت تأثیر تعدادی از عوامل است که به صورت منظم و مستقل عمل می‌کنند. شایع‌ترین فعالیت ضد باکتریایی کیتوزان با اتصال به دیواره سلولی باکتری با بار منفی است که باعث اختلال در سلول می‌شود، بنابراین نفوذپذیری غشاء را تغییر می‌دهد و به دنبال آن اتصال به DNA باعث مهار تکثیر DNA و متعاقباً مرگ سلولی می‌شود. مکانیسم احتمالی دیگر این است که کیتوزان به عنوان یک عامل شلاته‌کننده عمل می‌کند که به طور انتخابی به عناصر فلزی متصل می‌شود و باعث تولید سم و مهار رشد میکروبی می‌شود (۵۳). از طرفی به منظور بهبود فعالیت ضد میکروبی، می‌توان کمپلکس‌های کیتوزان

را با مواد خاصی تهیه کرد. ترکیب اسانس‌ها و عصاره‌ها در پوشش‌های مبتنی بر کیتوزان به دلیل خواص باکتری‌کشی و قارچ‌کشی مرتبط با این ترکیبات فرار، در علوم کشاورزی و غذایی مورد توجه قرار گرفته است (۵۱، ۳۵، ۵۲). فعالیت ضد میکروبی شناسایی شده در میوه سپستان به دلیل ترکیبات موجود در آنها از جمله فلاونوئیدهایی مانند روتین، مشتقات فنی، ترپن‌ها، کومارین، آلکالوئیدهای پیرولیزیدین مانند ماکروفیلین، استرول و ساپونین‌ها که خاصیت ضد میکروبی دارند نسبت داده شود (۲۰، ۳۲).

۴- نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که اضافه شدن عصاره اتانولی میوه سپستان به پوشش خوراکی کیتوزان می‌تواند باعث افزایش خواص ضد اکسیداسیونی، به تعویق انداختن روند فساد اکسیداسیونی، تعدیل pH و کاهش شمارش کلی باکتری‌ها و کپک و مخمر در محصول گردد. با توجه به این که مولفه‌های pH، TVBN، TBRAS، PV و شمارش باکتریایی و کپک و مخمر در طول مدت نگهداری در طول مدت نگهداری افزایش یافته بود؛ ولی نمونه‌های تیمار شده با کیتوزان و کیتوزان حاوی عصاره اتانولی میوه سپستان از روند افزایشی کمتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند. علاوه بر این تأثیر تیمارهای ذکر شده بر روی خصوصیات میکروبی و شیمیایی باعث ارتقا خصوصیات حسی طعم، رنگ، بو، بافت و پذیرش کلی این نمونه‌ها گردید.

۵- منابع

۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۶. گوشت و فرآورده‌های آن - تعیین pH - روش آزمون مرجع. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۲۸، تجدیدنظر اول.
۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش جامع برای شمارش کپک‌ها و مخمرها - قسمت اول: روش

- enzymatic hydrolysis and the Maillard reaction. *Meat Science*. 2021 Oct 1;180:108561.<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108561>
10. Bahmani Z, Abolfathi P. Shelf life extension of chicken fillets by biodegradable chitosan coating containing Zataria multiflora Boiss essential oil during refrigeration. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 2022;18(4): 383-395.
12. Domínguez R, Pateiro M, Gagaoua M, Barba FJ, Zhang W, Lorenzo JM. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*. 2019 Sep 25;8(10):429.
<https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
13. Dos Santos BM, Pizato S, Cortez-Vega WR. Natural edible films and coatings applied in food: a bibliographic review. *Research, Society and Development*. 2020 Aug 30;9(9):e578997613.
<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7613>
14. Duran A, Kahve HI. The effect of chitosan coating and vacuum packaging on the microbiological and chemical properties of beef. *Meat Science*. 2020 Apr 1;162:107961.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107961>
15. Elsabee MZ, Abdou ES. Chitosan based edible films and coatings: A review. *Materials science and engineering: C*. 2013 May 1;33(4):1819-1841.
<https://doi.org/10.1016/j.msec.2013.01.010>
16. Farokhzad P, Dastgerdi AA and Nimavard JT. The effect of chitosan and rosemary essential oil on the quality characteristics of chicken burgers during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2023 Oct;2023.
<https://doi.org/10.1155/2023/8381828>
17. Felderhoff C, Lyford C, Malaga J, Polkinghorne R, Brooks C, Garmyn A, et al. Beef quality preferences: Factors driving consumer satisfaction. *Foods*. 2020 Mar 4; 9(3):289.
<https://doi.org/10.3390/foods9030289>
18. Hashemi M, Hashemi M, Daneshmooz S, Raeisi M, Jannat B, Taheri S, et al. An overview on antioxidants activity of polysaccharide edible films and coatings contains essential oils and herb extracts in meat and meat products. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2020;8(2):198-207.
<https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2020/8.2.198.207>
- شمارش کلنی در فرآورده‌های با فعالیت آبی بیشتر از ۰/۹۵. استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۸۹۹، چاپ اول.
۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۳. میکروبیولوژی زنجیره غذایی - روش جامع برای شمارش میکروارگانیسم‌ها - قسمت ۲: شمارش کلنی در ۳۰ درجه سلسیوس با استفاده از روش کشت سطحی. استاندارد ملی ایران، شماره ۵۲۷۲-۲، چاپ اول.
۴. بساک هما، دانشور محمدحسین، صالحی سلمی محمدرضا و لطفی جلال آبادی، امین. باززایی درون شیشه ای گیاه سپستان (*Cordia myxa* L.) به روش اندام زایی مستقیم. پژوهش و توسعه جنگل. ۱۳۹۸؛ ۵(۴)، ۶۷۲-۶۵۷
- SID. <https://sid.ir/paper/263744/fa>
5. Aboah J, Lees N. Consumers use of quality cues for meat purchase: Research trends and future pathways. *Meat Science*. 2020 Aug 1;166:108142.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108142>
6. Abuzaid KE, Shaltout F, Salem R and El-Diasty EM. Assessment of pomegranate peel powder on microbial contamination of sausages. *Benha Veterinary Medical Journal*. 2020 Dec 1;39(2):34-39.
<https://doi.org/10.21608/bvmj.2020.45919.1278>
7. Al-Musawi MH, Ibrahim, Albukhaty S. In vitro study of antioxidant, antibacterial, and cytotoxicity properties of *Cordia myxa* fruit extract. *Iranian Journal of Microbiology*. 2022 Feb;14(1):97-103.
<https://doi.org/10.18502/ijm.v14i1.8810>
8. Al-Musawi MH, Ibrahim, Albukhaty S. Phytochemical analysis, and anti-microbial activities of ethanol extract of *Cordia myxa* fruit: In vitro study. *Research Journal of Pharmacy and Technology*. 2022;15(7):2871-2876.
<https://doi.org/10.52711/0974-360X.2022.00479>
9. Alyamani AA, Al-Musawi MH, Albukhaty S, Sulaiman GM, Ibrahim KM, Ahmed EM, et al. Electrospun polycaprolactone/chitosan nanofibers containing cordia myxa fruit extract as potential biocompatible antibacterial wound dressings. *Molecules*. 2023 Mar 9;28(6):2501.
<https://doi.org/10.3390/molecule28062501>
10. Arihara K, Yokoyama I, Ohata M. Bioactivities generated from meat proteins by

- manufactured kappa semi-refined carrageenan (SRC) with different phosphate salts on yield, textural and sensory properties of beef meat. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2016 Jun 1;5(6):518. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2016.5.6.518-522>
28. Nascimento KF, Pinto LA, de Oliveira Monteschio J, da Silveira R, Vital AC, Guerrero A, et al. Active alginate-based edible coating containing cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) and marjoram (*Origanum majorana* L.) essential oils on quality of Wagyu hamburgers. *Research, Society and Development*. 2020 Sep 25;9(10):e2459108429. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8429>
29. Naz S, Siddiqi R, Ahmad S, Rasool SA, Sayeed SA. Antibacterial activity directed isolation of compounds from *Punica granatum*. *Journal of Food Science*. 2007 Nov;72(9):M341-345. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00533.x>
30. Ojha KS, Aznar R, O'Donnell C, Tiwari BK. Ultrasound technology for the extraction of biologically active molecules from plant, animal and marine sources. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2020 Jan 1;122:115663. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.115663>
31. Otoni CG, Avena-Bustillos RJ, Azeredo HM, Lorevice MV, Moura MR, Mattoso LH, et al. Recent advances on edible films based on fruits and vegetables-a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017 Sep;16(5):1151-1169. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12281>
32. Pirnia M, Edalatian MR, Tabatabaee YF, Shahidi F. Efficiency of response surface methodology to optimization ethanolic extract from cordia myxa and evaluation of antimicrobial activity of extract against a number of pathogenic microorganism. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2015; 9(4): 39-48.
33. Pirnia M, Edalatian MR, Tabatabaee YF, Shahidi F. Efficiency of response surface methodology to optimization ethanolic extract from cordia myxa and evaluation of antimicrobial activity of extract against a number of pathogenic microorganism. *Qom University of Medical Sciences Journal*. 2015; 9(4): 39-48.
34. Rahman MA, Akhtar J. Evaluation of anticancer activity of Cordia dichotoma leaves
19. Jamali S, Pajohi-Alamoti MR, Sari A, Aghajani N. Use of Aloe Vera-based edible coating containing nanoemulsion of ginger essential oil to extend Trout fillet shelf-life. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*. 2023 Mar 10;18(1):93-108.
20. Jamkhande PG, Barde SR, Patwekar SL, Tidke PS. Plant profile, phytochemistry and pharmacology of Cordia dichotoma (Indian cherry): A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2013 Dec 1;3(12):1009-1012. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(13\)60194-X](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(13)60194-X)
21. Jiang J, Xiong YL. Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. *Meat Science*. 2016 Oct 1;120:107-117. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.005>
22. Jouki M, Shakouri MJ, Khazaei N. Effects of deep-fat frying and active pretreatments of tomato pectin and paste on physical, textural and nutritional properties of fried frankfurter-type chicken sausage. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2021 Dec;15(6):5485-5494. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01116-0>
23. Karre L, Lopez K, Getty KJ. Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science*. 2013 Jun 1;94(2):220-227. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.007>
24. Khare AK, Abraham RJ, Rao VA, Babu RN. Utilization of carrageenan, citric acid and cinnamon oil as an edible coating of chicken fillets to prolong its shelf life under refrigeration conditions. *Veterinary World*. 2016 Feb;9(2):166. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.166-175>
25. Kumar Y, Yadav DN, Ahmad T and Narsaiah K. Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2015 Nov;14(6):796-812. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12156>
26. Mahdavi V, Hosseini SE, Sharifan A. Effect of edible chitosan film enriched with anise (*Pimpinella anisum* L.) essential oil on shelf life and quality of the chicken burger. *Food Science & Nutrition*. 2018 Mar;6(2):269-279. <https://doi.org/10.1002/fsn3.544>
27. Murugesan M, Packrisamy I, Yap TN, Munisamy S. Effect of commercially

- superchilled condition. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019 Sep 1;136:316-323.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.06.087>
42. Savic IM, Savic Gajic IM. Optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenols from wheatgrass (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Food Science and Technology*. 2020 Aug;57:2809-2818.
<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04312-w>
43. Shavisi N, Khanjari A, Basti AA, Misaghi A, Shahbazi Y. Effect of PLA films containing propolis ethanolic extract, cellulose nanoparticle and *Ziziphora clinopodioides* essential oil on chemical, microbial and sensory properties of minced beef. *Meat Science*. 2017 Feb 1;124:95-104.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.10.015>
44. Shiekh RA, Malik M.A, Al-Thabaiti SA, shiekh, MA. Chitosan as a novel coating for fresh fruit. *Food Science and Technology Research*. 2013; 19(2):139-156.
<https://doi.org/10.3136/fstr.19.139>
45. Silva ML, Brinques GB, Gurak PD. Development and characterization of corn starch bioplastics containing dry sprout by-product flour. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2020 Mar 2;23:e2018326.
<https://doi.org/10.1590/1981-6723.32618>
46. Smit G, Smit BA, Engels WJ. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews*. 2005 Aug 1;29(3):591-610.
<https://doi.org/10.1016/j.femsre.2005.04.002>
47. Soares KS, Souza MP, Silva-Filho EC, Barud HS, Ribeiro CA, Santos DD, et al. Effect of edible onion (*Allium cepa* L.) film on quality, sensory properties and shelf life of beef burger patties. *Molecules*. 2021 Nov 27;26(23):7202.
<https://doi.org/10.3390/molecules26237202>
48. Thrane M, Paulsen PV, Orcutt MW, Krieger TM. *Soy protein: Impacts, production, and applications. in sustainable protein sources*. 2017 Jan 1: 23-45. Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00002-0>
49. Tooryan F, Amiri MR. Evaluation of chemical and microbial spoilage of chicken fillet coated with chitosan, ginger essential oil (*Zingiber officinale*) and Medlar concentrate (*Mespilus germanica* L.) during refrigerated storage. *Research and Innovation in Food* against a human prostate carcinoma cell line, PC3. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 2017 Jul 1;7(3):315-321.
<https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.11.002>
35. Ramírez-Guerra HE, Castillo-Yañez FJ, Montañó-Cota EA, Ruiz-Cruz S, Márquez-Ríos E, Canizales-Rodríguez DF, et al. Protective effect of an edible tomato plant extract/chitosan coating on the quality and shelf life of sierra fish fillets. *Journal of Chemistry*. 2018 Oct;2018:1-6.
<https://doi.org/10.1155/2018/2436045>
36. Ranjbar M, Varzi H.N, Sabbagh A, Bolooki, A, Sazmand, A. Study on analgesic and anti-inflammatory properties of *Cordia myxa* fruit hydro-alcoholic extract. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2013; 16(24): 2066-2069.
<https://doi.org/10.3923/pjbs.2013.2066.2069>
37. Rezaei R, Nasrin Z, Aghajani A. Pre-gelatinized starch potato and chickpea flour impact on the physical and chemical properties hamburger meat by 60 percent during the storage. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 2019; 11(2).143-151.
38. Rico D, Albertos I, Martinez-Alvarez O, Lopez-Caballero ME, Martin-Diana AB. Use of sea fennel as a natural ingredient of edible films for extending the shelf life of fresh fish burgers. *Molecules*. 2020 Nov 11;25(22):5260.
<https://doi.org/10.3390/molecules25225260>
39. Ruiz-Navajas Y, Viuda-Martos M, Sendra E, Perez-Alvarez JA, Fernández-López J. In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with *Thymus moroderi* or *Thymus piperella* essential oils. *Food Control*. 2013 Apr 1;30(2):386-392.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.07.052>
40. Sachan RS, Das S, Singh S, Khanna C. Food packaging formulation using chitosan and bacteriocin as an antimicrobial agent. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2019;7(07):2020.
<https://doi.org/10.22214/ijraset.2019.10103>
41. Sarmast E, Fallah AA, Dehkordi SH, Rafieian-Kopaei M. Impact of glazing based on chitosan-gelatin incorporated with Persian lime (*Citrus latifolia*) peel essential oil on quality of rainbow trout fillets stored at

Science and Technology. 2020 Jan 21;8(4):391-404.

50. Vasconcelos L, de Souza M, de Oliveira J, Silva Filho E, Silva A, Mazzetto SE, et al. Elaboration and characterization of bioactive films obtained from the incorporation of cashew nut shell liquid into a matrix of sodium alginate. *Antioxidants*. 2021 Aug 28;10(9):1378.<https://doi.org/10.3390/antiox10091378>

51. Yaghoubi M, Ayaseh A, Alirezalu K, Nemati Z, Pateiro M, Lorenzo JM. Effect of chitosan coating incorporated with Artemisia fragrans essential oil on fresh chicken meat during refrigerated storage. *Polymers*. 2021 Feb 26;13(5):716.<https://doi.org/10.3390/polym13050716>

52. Yang C, Lu JH, Xu MT, Shi XC, Song ZW, Chen TM, et al. Evaluation of chitosan coatings enriched with turmeric and green tea extracts on postharvest preservation of strawberries. *Lwt*. 2022 Jun 15;163:113551. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113551>

53. Yilmaz Atay H. Antibacterial activity of chitosan-based systems. *Functional Chitosan: Drug Delivery and Biomedical Applications*. 2019:457-89.https://doi.org/10.1007/978-981-15-0263-7_15

54. Ziomek M, Drozd Ł, Gondek M, Pyz-Łukasik R, Pedonese F, Florek M, et al. Microbiological changes in meat and minced meat from beavers (*Castor fiber* L.) during refrigerated and frozen storage. *Foods*. 2021 Jun 2;10(6):1270.<https://doi.org/10.3390/foods10061270>