تأثیر نایسین بر خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی کالباس‌های امولسیونی بسته‌بندی شده تحت خلاء

الهه خواجه‌علی[۱]، سیدشهرام شکرفروش[۲]، عبداله حسین‌خان‌ناظر[۳] و حسین نجف‌زاده‌ورزی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱۳

خلاصه

استفاده از نایسین به عنوان یک ترکیب ضدمیکروبی طبیعی به همراه روش‌های نوین بسته‌بندی از راه‌های مؤثر در حفاظت محصولات گوشتی و افزایش ماندگاری آنها است. در تحقیق انجام شده اثر نایسین (30ppm) بر روی خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی کالباس‌های امولسیونی بسته‌بندی شده تحت خلاء بررسی شد. پس از تولید محصول از آن نمونه‌برداری شد و نمونه‌ها به مدت ۴۲ روز در دمای ۱±۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و هر هفت روز یک بار مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طول دوره نگهداری شمارش میکروبی، اندازه‌گیری pH، اکسیداسیون لیپیدها، تولید نیتروزومیوگلوبین، رنگ محصول و ارزیابی حسی فرآورده مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که نایسین قادر است رشد باکتری‌های مزوفیل و سایکروتروف هوازی و باکتری‌های اسید لاکتیک را کاهش دهد، اما بر میزان pH، اکسیداسیون لیپیدها، تولید نیتروزومیوگلوبین و رنگ محصول تأثیری نداشت. بنابراین افزودن نایسین به کالباس‌های امولسیونی می‌تواند به افزایش ماندگاری محصول کمک کند و به کارگیری نایسین با روش بسته‌بندی تحت خلأ قابل توصیه می‌باشد.

کلمات کلیدی: بسته‌بندی تحت خلاء، نایسین، کالباس امولسیونی

مقدمه

از جمله فرآورده‌های گوشتی که به دلیل تنوع، راحتی در مصرف و اقتصادی بودن رایج گشته سوسیس و کالباس‌های امولسیونی می‌باشند، که منبع مهم پروتئینی هستند و ارزش بیولوژیک بالایی دارند (۳). از آنجا که سوسیس‌ها و سایر محصولات گوشتی به علت چاشنی، ادویه و موادی که در فرمولاسیون آنها اضافه می‌شود دارای منابع آلوده کننده بیشتری نسبت به گوشت خام می‌باشند، تلاش‌های زیادی در استفاده از راه‌های نوین حفاظت غذا به همراه روش‌های نگهداری و بسته‌بندی متعارف در جهت کنترل آلودگی و رشد میکروارگانیسم-های بیماری‌زا و فسادزا در گوشت خام و پروسه شده صورت گرفته است (۲ و ۲۱). یکی از راه‌های کاربردی در صنعت گوشت، بسته‌بندی تحت خلأ است. در این روش هوای داخل بسته بدون اینکه گاز دیگری جایگزین گردد خارج شده، که این امر منجر به محافظت محصول و مهار رشد باکتری‌های فسادزا و مهار بعضی تغییرات شیمیائی از جمله اکسیداسیون می‌گردد. از طرفی میکروارگانیسم‌ها به دلیل رشد و فعالیت در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد گاز دی‌اکسیدکربن تولید می‌کنند که این گاز نیز می‌تواند از رشد بعضی از باکتری‌ها جلوگیری کند (۳۱). با این حال همچنان نگرانی‌هایی در مورد رشد برخی از باکتری‌های بیماری‌زا و فسادزای مواد غذایی وجود دارد، که این امر استفاده از روش‌های دیگر توأم با این روش را ضروری می‌سازد. از جمله این راه‌های حفاظتی استفاده

[۱] دانش‌آموخته بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز
[۲] استاد گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز
[۳] استاد گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز
[۴] دانشیار گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز

E-mail: shekar@shirazu.ac.ir (نویسنده مسئول)

از باکتریوسین‌ها است. امروزه تنها باکتریوسینی که مؤسسه غذا و داروی ایالات متحده آمریکا استفاده از آن را به شکل خالص در مواد غذایی مجاز دانسته است نایسین می‌باشد (۱۴). نایسین توسط سویه‌های متعددی از جنس *لاکتوکوکوس لاکتیس* تولید می‌شود که متعلق به گروه ۱ باکتریوسین‌ها (لانتی‌بیوتیک‌ها) است و به عنوان نگهدارنده مواد غذایی به کار می‌رود (۷). نایسین روی باکتری‌های گرم مثبت بیماری‌زا و فسادزای غذایی به خصوص باکتری‌های اسید لاکتیک که از مهمترین عوامل فساد در محصولات گوشتی پخته، وکیوم شده و یا MAP[1] هستند (۱۹ و ۳۰) اثر مهاری دارد ولی بر رشد باکتری‌های گرم منفی، کپک‌ها و مخمرها تأثیری ندارد (۹ و ۳۲). بنابراین از آن جا که باکتری‌های گرم منفی برخلاف باکتری‌های گرم مثبت معمولاً در برابر باکتریوسین‌ها حساس نیستند ولی به گاز دی‌اکسیدکربن تولید شده در بسته‌بندی تحت خلاء حساس می‌باشند، استفاده از نایسین به همراه این روش می‌تواند به عنوان مانع تکمیلی در جلوگیری از فساد مواد غذایی سودبخش باشد. هدف از این تحقیق بررسی اثر نایسین بر روی خصوصیات میکروبی، شیمیایی و حسی کالباس‌های امولسیونی بسته-بندی شده تحت خلاء می‌باشد.

مواد و روش کار

تهیه محلول نایسین

نایسین (*لاکتوکوکوس لاکتیس* تحت گونه لاکتیس) از کمپانی سیگما (N5764) تهیه گردید. محلول ذخیره به غلظت ۳۰ میکروگرم در میلی‌لیتر با حل کردن نایسین در آب مقطر پیش از استفاده آماده گردید (۱۷ و ۳۰).

تهیه و بسته‌بندی کالباس

کالباس امولسیونی بر طبق فرمولاسیون و پروسه تولیدی شرکت صنایع گوشت شام‌شام شیراز تهیه شد. فرمول به کار رفته در تهیه محصول شامل: ۶۰٪ گوشت چرخ شده گاو، ۱/۵٪ نمک طعام، ۱۵٪ روغن نباتی، ۱۷٪ آب و یخ، ۵٪ آرد و گلوتن، ۱۵۶ ppm نیتریت سدیم، ۱/۵٪ تری‌سدیم فسفات، مونوسدیم گلوتامات، سدیم آسکوربات، شکر و ادویه بود. همگی این مواد در دستگاه چاپر ریز و مخلوط گردیدند. در نهایت فارش به دست آمده به دو بخش مساوی تقسیم شد. مقدار ۳۰ppm نایسین به یک قسمت (گروه تیمار) و به همین میزان آب به قسمت دیگر (گروه کنترل) اضافه شده و به خوبی مخلوط شد. خمیر تولیدی در پوشش‌های سلولزی با ضخامت ۷۰ میلی‌متر توسط دستگاه فیلر اتوماتیک پر گردید و به مدت ۹۰ دقیقه در اتاق پخت در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از سرد کردن محصول با آب سرد، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شد و سپس پوشش آن برداشته شد و برش‌هایی با ضخامت ۱/۷ میلی‌متر توسط دستگاه برش دهنده اتوماتیک تهیه شد. از محصول به دست آمده نمونه‌هایی در مقادیر ۱۵۰ گرم برداشته و تحت شرایط خلاء بسته‌بندی شدند. برای این کار، نمونه‌ها در پلاستیک‌هایی از جنس پلی‌اتیلن- پلی‌آمید (P.P) قرار گرفته و توسط دستگاه ایجاد کننده خلاء مدل PNC 30 بسته‌بندی شدند.

نمونه‌ها به مدت ۴۲ روز در دمای ۱±۳ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای انجام آزمایش‌های میکروبی و شیمیائی، نمونه‌برداری به صورت تصادفی هر هفت روز یک بار انجام شد. به منظور اطمینان از درستی کار و کاهش خطا، کل ارزیابی‌ها در دو تکرار انجام گرفت و کل مطالعه در سه مرحله تکرار شد.

آزمایش‌ها

آزمایش‌های میکروبی

برای انجام آزمایش‌های میکروبی بسته‌ها تحت شرایط استریل باز شده و محتوی آنها با دستگاه مخلوط کن به خوبی چرخ شدند، سپس ۱۰ گرم از نمونه چرخ شده به

1- Modified Atmosphere Packaging (MAP)

دقت وزن و ۹۰ میلی‌لیتر آب پپتونه ۰/۱ درصد به آن اضافه گردید. نمونه در استوماکر به مدت ۲ دقیقه در دمای اتاق هموژن گشته و سپس رقیق‌سازی متوالی با آب پپتونه انجام گرفت. برای کشت سطحی و کشت مخلوط به ترتیب ۰/۱ و ۱ میلی‌لیتر از نمونه در رقت مناسب استفاده شد. برای هر رقت دو پلیت کشت داده شد. برای جداسازی و شمارش باکتری‌های سایکروتروف و مزوفیل هوازی از محیط پلیت کانت آگار[1] و روش کشت مخلوط استفاده شد. کلونی‌ها پس از ۴۸ ساعت انکوبه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد (برای باکتری‌های مزوفیل) و ۱۰ روز انکوبه‌گذاری در دمای ۷ درجه سانتی‌گراد (برای باکتری‌های سایکروتروف) شمارش شدند. برای ارزیابی لاکتیک اسید باکتری‌ها از روش کشت مخلوط و شرایط بی‌هوازی بر روی محیط من‌روگوزا شارپ مدیوم[2] استفاده شد و پلیت‌ها در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۶ ساعت انکوبه‌گذاری و کلونی‌ها شمارش شدند. برای شمارش کپک‌ها و مخمرها از محیط سابورود دکستروز آگار[3] حاوی ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر تتراسایکلین با دمای انکوبه‌گذاری ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ روز استفاده شد. محیط ویولت رد بایل گلوکز آگار[4] برای شمارش انتروباکتریاسه‌ها استفاده شد، که در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند.

برای شمارش سودوموناس‌ها، پس از تهیه و استریل کردن محیط پایه کینگ مطابق دستورالعمل شرکت سازنده، در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به آن مکمل CN که شامل ستریماید[5] (۲۰۰ mg/L) و سدیم نالیدکسیک[6] (۱۵ mg/L) بود، افزوده شد و برای شمارش بروکوتریکس ترموسفاکتا به محیط فوق‌الذکر سولفات استرپتومایسین[7] (500 mg/l)، استات تالوس[8] (50mg/l) و سیکلوهگزامید[9] یا اکتینیدین[10] (50 mg/l) اضافه شد. پس از کشت نمونه‌ها به روش کشت سطحی به ترتیب به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انکوبه‌گذاری، کلونی‌ها شمارش شدند.

تعیین pH

برای تعیین pH مطابق روش Martinez و همکاران (۲۰۰۵) میزان ۳ گرم از نمونه هموژنیزه شده با ۲۷ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و به مدت ۱۰ ثانیه در دور ۱۳۰۰(RPM) سانتریفیوژ شدند (۲۳). سپس pH آنها با استفاده از pH متر اندازه‌گیری شد. هر اندازه‌گیری دو بار تکرار شد و میانگین آنها گزارش شد.

آنالیز اکسیداسیون لیپیدها

اکسیداسیون لیپیدها با استفاده از روش 2-thiobarbituric acid (TBA) که توسط Botsoglou و همکاران (۱۹۹۴) توضیح داده شده است، انجام شد (۴). میزان thiobarbituric acid-reactive (TBARs) substances نشان دهنده ماکروگرم مالون‌دی‌آلدهید در کیلوگرم نمونه است.

اندازه‌گیری نیتروزومیوگلوبین

برای اندازه‌گیری میزان نیتروزومیوگلوبین در نمونه‌ها از روش اسپکتوفتومتری استفاده شد (۵). به ۱۰ گرم از کالباس چرخ شده ۴۰ میلی‌لیتر استون و ۳ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده و به خوبی مخلوط شدند. نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در دور ۱۷۹۰g سانتریفیوژ شدند. در نهایت جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۵۴۰ نانومتر توسط

1- Plate Count Agar
2- Man Rogosa Sharpe Medium (MRS)
3- Sabouraud dextrose agar
4- Violet red bile glucose (VRBG) agar
5- Cetrimide
6- Sodium nalidixate
7- Streptomycin Sulfate
8- Thallous Acetate
9- Cycloheximide
10- Actinidine

دستگاه اسپکتوفتومتر در حضور شاهد (استون و آب) خوانده شد.

ارزیابی رنگ محصول

۳۰ دقیقه پس از باز کردن بسته و پایدار شدن رنگ محصول در مواجهه با هوا، سه فاکتور روشن بودن *L، قرمز بودن *a و زرد بودن *b با استفاده از یک دوربین دیجیتال ارزیابی شد. نمونه‌ها در یک جعبه مقوایی به ابعاد ۶۰×۵۰×۵۰ با فاصله ۳۰ سانتی‌متری از دوربین و عمود بر آن، روی یک صفحه سفید قرار گرفت. یک لامپ نوری ۲۰ وات نیز به عنوان منبع نور با زاویه ۴۵ درجه نسبت به نمونه‌ها در جعبه قرار گرفت. در نهایت تصویر دیجیتال گرفته شده توسط نرم‌افزار فتوشاپ آنالیز گردید و میانگین ۶ عدد به دست آمده در هر تکرار، گزارش شد (۳۳).

ارزیابی حسی فرآورده

مطابق روش بکار رفته توسط Djenane و همکاران (۲۰۰۱) تعداد ۶ نفر از افراد آموزش دیده (کارشناسان کارخانه تولید کننده سوسیس) برای ارزیابی حسی محصول از لحاظ رنگ، بو، طعم، قوام و ظاهر آن انتخاب شدند. امتیازدهی فرآورده بر اساس سیستم ۵ تایی به صورت زیر انجام گرفت: ۵ =عالی، ۴= خوب، ۳ = قابل قبول، ۲ = ضعیف و ۱= غیر قابل قبول. در نهایت میانگین امتیاز داده شده توسط افراد در هر تکرار محاسبه و برای فرآورده گزارش گردید (۱۱).

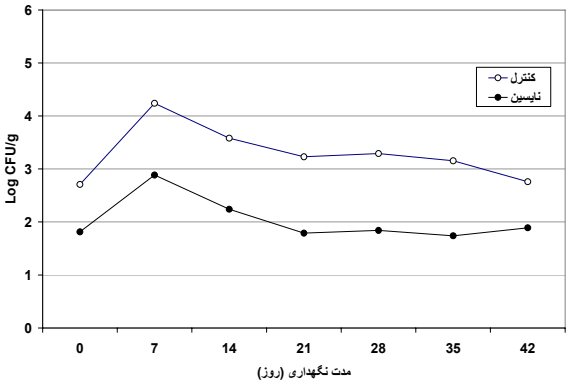
روش‌های آنالیز آماری

با استفاده از نرم‌افزار SPSS، داده‌های پارامتریک با آزمون آماری One way ANOVA و آزمون تعقیبی Duncan's برای مقایسه بین گروه‌ها و Repeated measures ANOVA برای مقایسه زمان‌های مختلف هر گروه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و داده‌های غیرپارامتریک با آزمون Kruskal-wallis آنالیز شدند. سطح معنی‌دار در حد ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

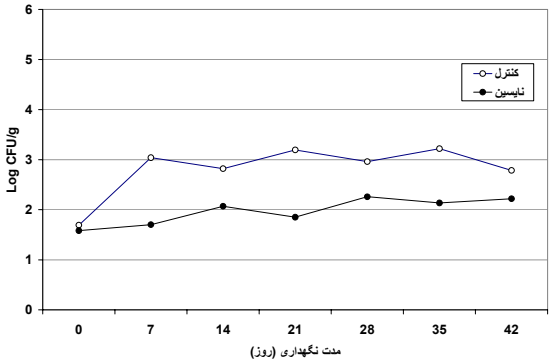
نتایج

آنالیز میکروبی

نتایج شمارش باکتری‌های مزوفیل و سایکروتروف هوازی در مدت زمان نگهداری در نمودار ۱ و ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصله مشخص شد که رشد باکتری‌های مزوفیل هوازی در گروه تیمار در مقایسه با گروه کنترل از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵، نمودار ۱). به طوری که در گروه کنترل باکتری از ۲/۷۱log cfu g^{-1} در مدت ۳۵ روز به log cfu $3/16g^{-1}$ افزایش یافت و در گروه تیمار تعداد باکتری از ۱/۸۱log cfu g^{-1} در مدت ۳۵ روز به ۱/۷۴log cfu g^{-1} رسید. همچنین رشد باکتری‌های سایکروتروف هوازی نیز در گروه تیمار در مقایسه با گروه کنترل از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵، نمودار ۲).

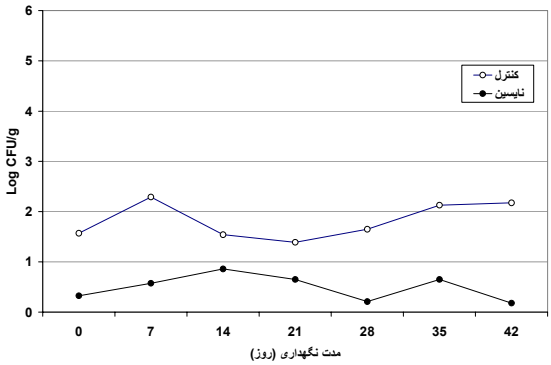


نمودار ۱: اثر متقابل نایسین (30ppm) و بسته‌بندی تحت خلاء بر رشد باکتری‌های مزوفیل هوازی در کالباس امولسیونی در طی ۴۲ روز نگهداری در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد



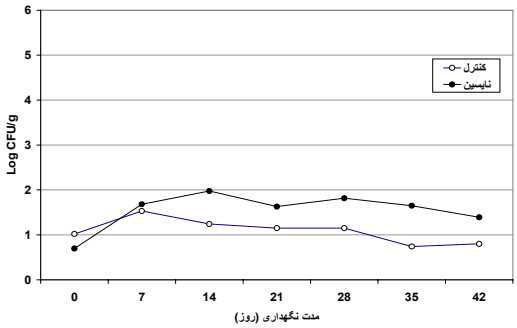
نمودار ۲: اثر متقابل نایسین (30ppm) و بسته‌بندی تحت خلاء بر روی رشد باکتری‌های سایکروتروف هوازی در کالباس امولسیونی در طی ۴۲ روز نگهداری در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد

نتایج به دست آمده نشان داد که رشد باکتری‌های اسید لاکتیک در گروه تیمار در مقایسه با گروه کنترل در مدت ۴۲ روز به طور معنی‌داری مهار شد. در حالی که تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در گروه کنترل از $2/18 \log cfu\ g^{-1}$ در طول مدت نگهداری افزایش یافت اما در گروه تیمار ($P<0/05$) تا پایان دوره رشدی مشاهده نشد (نمودار ۳).



نمودار ۳: اثر متقابل نایسین (30ppm) و بسته‌بندی تحت خلاء بر روی رشد لاکتیک اسید باکتری‌ها در کالباس امولسیونی در طی ۴۲ روز نگهداری در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد

نتایج نشان داد که رشد کپک و مخمر در گروه تیمار در مقایسه با گروه کنترل در طول مدت نگهداری از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. تعداد آنها در دو گروه کنترل و تیمار در مدت ۴۲ روز از ۰/۷۰ و ۱/۰۲ به ترتیب به $0/80 \log cfu\ g^{-1}$ و ۱/۳۹ افزایش یافت ($P>0/05$، نمودار ۴).



نمودار ۴: اثر متقابل نایسین (30ppm) و بسته‌بندی تحت خلاء بر رشد کپک‌ها و مخمرها در کالباس امولسیونی در طی ۴۲ روز نگهداری در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد

باکتری‌های سودوموناس، بروکوتریکس و انتروباکتریاسه‌ها در طول مدت آزمایش در هر دو گروه کنترل و تیمار رشد قابل تشخیصی نداشتند و قابل شمارش نبودند.

اندازه‌گیری pH

میزان pH در گروه تیمار و کنترل در طول مدت نگهداری ثابت باقی ماند و افزودن نایسین بر میزان pH تأثیری نداشت. میزان آن در نمونه‌ها در زمان شروع آزمایش در دامنه ۶/۴۹–۶/۴۸ و در زمان پایان دوره در حدود ۶/۵۴–۶/۵۱ بود.

اکسیداسیون لیپیدها

میزان TBARs که بیان کننده میزان ($\mu g\ kg^{-1}$) مالون دی‌آلدئید است در طول مدت نگهداری به طور معنی‌داری در هر دو گروه کاهش یافت ($P<0/05$). میزان آن از حدود $64 \mu g\ kg^{-1}$ در ابتدای دوره به حدود $33 \mu g\ kg^{-1}$ درانتهای دوره نگهداری رسید. اما بین گروه کنترل و تیمار تفاوت معنی‌داری دیده نشد ($P<0/05$).

اندازه‌گیری نیتروزومیوگلوبین

میزان نیتروزومیوگلوبین در طول مدت نگهداری به طور معنی‌داری در هر دو گروه کاهش یافت (P<۰/۰۵) و از ۰/۶۰ و ۰/۵۱ در گروه کنترل و تیمار در زمان شروع آزمایش به ۰/۳۰ و ۰/۲۸ (به ترتیب) در انتهای دوره آزمایش رسید، اما در بین گروه‌های مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری دیده نشد (P<۰/۰۵).

ارزیابی رنگ

تغییر در سه فاکتور *L، *a و *b در طول مدت نگهداری در دو گروه کنترل و تیمار از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). فاکتور *a یا میزان قرمزی محصول در تمام نمونه‌ها در طول هفته اول کاهش یافت، اما پس از آن در طی دوره نگهداری ثابت مانده و تغییر چندانی نداشت. فاکتور زردی (*b) و فاکتور روشنایی (*L) نیز در طول دوره آزمایش ثابت ماند.

ارزیابی حسی

نتایج به دست آمده نشان داد خصوصیات حسی (رنگ، بو، طعم و بافت) در طول دوره نگهداری به طور معنی‌داری در تمامی گروه‌ها کاهش یافته است (P<۰/۰۵). طعم فرآورده در گروه تیمار نسبت به گروه کنترل پایین‌تر گزارش شد که به دلیل تلخی ناشی از اضافه کردن نایسین بود.

بحث

از گذشته تا به امروز تحقیقات وسیعی در مورد اثر بسته‌بندی بر روی ماندگاری محصول‌های غذایی و همچنین اثر مهاری نایسین بر ارگانیسم‌های مختلف انجام گرفته است. مطالعه حاضر نشان داد که در کالباس‌های بسته‌بندی شده تحت خلاء در گروه کنترل (بدون نایسین) رشد باکتری‌های مزوفیل هوازی در مقایسه با گروه تیمار بالاتر بود و تفاوت معنی‌داری وجود داشت. این امر می‌تواند به دلیل رشد باکتری‌های اسید لاکتیک به دلیل عدم حساسیت نسبی به نیتریت باشد که فلور غالب در این نمونه‌ها را تشکیل می‌دهد. با توجه به اثر مهاری نایسین روی این دسته از باکتری‌ها، تعداد کلی باکتری‌ها در گروه تیمار کمتر از گروه کنترل بود. Economou و همکاران در سال (۲۰۰۹) مشاهده کردند که رشد باکتری-های مزوفیل هوازی در نمونه‌های گوشت مرغ بسته‌بندی شده در اتمسفر تغییر یافته با ترکیب گازی ($CO_2/N_2/O_2$;65%/30%/5%) در غیاب نایسین در مدت ۴۲ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بالاتر از میزان رشد این باکتری‌ها در نمونه‌های حاوی نایسین است و این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد (P<0.05) (۱۲). Ercolini و همکاران در سال (۲۰۱۰) در بررسی‌های خود نشان دادند که رشد باکتری‌های قابل شمارش در گوشت گاو نگهداری شده در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۲ روز در بسته‌بندی با پوشش‌های ضد میکروبی فعال شده با نایسین در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری کمتر می‌باشد (۱۳). افزایش در رشد باکتری‌های سایکروتروف هوازی در گروه کنترل نسبت به گروه تیمار نیز می‌تواند به دلیل تغییر در فلور میکروبی به سمت باکتری‌های اسید لاکتیک بوده باشد، که به خوبی توسط نایسین مهار می‌شوند. نتایج حاضر نشان داد که رشد باکتری‌های اسید لاکتیک در گروه تیمار در مقایسه با گروه کنترل به طور مشخصی مهار شد، که بیانگر این مطلب است که رشد باکتری‌های گرم مثبت از جمله باکتری‌های اسید لاکتیک توسط نایسین مهار می‌شود و منجر به افزایش ماندگاری محصول می‌گردد. در یک بررسی صورت گرفته توسط Davies و همکاران (۱۹۹۹) اثر ضدمیکروبی نایسین را روی باکتری‌های اسید لاکتیک در سوسیس بلونیا[1] وکیوم شده مشاهده کردند و بیان کردند که میزان چربی بر روی فعالیت نایسین اثری ندارد، اما نوع فسفات استفاده شده به عنوان امولسیفایر می‌تواند در

1- Bolonga

عملکرد نایسین در مهار این باکتری‌ها مؤثر باشد (۱۰). Collins-Thompson و همکاران (۱۹۸۵) نیز نشان دادند که رشد باکتری‌های اسید لاکتیک محصولات تخمیری عمل‌آوری شده، با افزودن نایسین مهار می‌شود (۸). Rozbeh و همکاران (۱۹۹۳) نیز نتایج مشابهی درباره اثر نایسین روی گوشت گاو وکیوم شده گزارش کرده‌اند (۲۸). Pexara و همکاران (۲۰۰۲) اثر بسته‌بندی در اتمسفر تغییر یافته و بسته‌بندی وکیوم را در دو دمای ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بر ماندگاری فیله بوقلمون پخته و عمل‌آوری شده و سوسیس پخته شده مورد بررسی قرار دادند و تفاوت مشخصی بین MAP و بسته‌بندی در خلاء بر رشد باکتری‌های اسید لاکتیک در نمونه‌ها در هر دو دما مشاهده نکردند و گزارش نمودند که MAP بر روی ماندگاری محصول بی‌تأثیر بوده است (۲۷). نتایج حاصله از این مطالعه نشان داد که نایسین بر رشد کپک‌ها و مخمرها تأثیری ندارد، زیرا این ارگانیسم‌ها به دلیل ساختار غشای خارجی‌شان به مولکول‌هایی مانند نایسین اجازه نمی‌دهد که به محل عمل خود که غشای سیتوپلاسمی است، برسند و این ماده بر روی رشد آنها تأثیری ندارد، اما محیط‌های بی‌هوازی می‌تواند بر رشد این میکروارگانیسم مؤثر باشد. در مورد عدم رشد باکتری‌های *بروکوتریکس ترموسفاکتا* و انتروباکتریاسه نیز دلیل امر، تولید بهداشتی محصول و همچنین وجود نیتریت در نمونه‌ها است که باعث مهار رشد آنها شده و در نتیجه باکتری‌های اسید لاکتیک به دلیل عدم حساسیت به نیتریت فلور غالب را تشکیل دادند.

در این مطالعه میزان pH در طول دوره نگهداری ثابت بود. معمولاً تا زمانی که جمعیت باکتری‌های اسید لاکتیک در سطح محصول به $۱۰^{۷}$cfu/g نرسیده باشد، غلظت اسید لاکتیک شروع به افزایش نمی‌کند، در نتیجه نمی‌تواند تغییر چندانی در میزان pH ایجاد کند (۲۲). از طرفی کاهش pH در محصولات گوشتی به میزان کربوهیدرات‌های قابل تخمیر وابسته است و ثابت ماندن pH در مطالعه انجام شده می‌تواند به دلیل پایین بودن غلظت کربوهیدرات در این نمونه‌ها بوده باشد. در بررسی‌های Georgnaras و همکاران (۲۰۰۴) بر روی نمونه‌های سوسیس بلونیا، فرانکفورتر و گوشت خوک مشخص گردید که نایسین بر میزان pH این نمونه‌ها تأثیری ندارد (۱۶). Hampikyan و Ugar (۲۰۰۷) اثر نایسین را بر باکتری لیستریا مونوسیتوژنز در سوسیس‌های تخمیری مطالعه کردند و بر اساس نتایج به دست آمده نشان دادند که میزان کاهش pH در بین گروه‌ها با افزودن غلظت‌های مختلف نایسین تفاوتی ندارد (۱۷). بر اساس مطالعات Ercolini و همکاران (۲۰۱۰) و Economou و همکاران (۲۰۰۹) تغییری در میزان pH در گوشت گاو بسته‌بندی شده با پوشش ضد میکروبی فعال شده با نایسین و گوشت مرغ تیمار شده با نایسین در مقایسه با نمونه‌های بدون نایسین مشاهده نکردند (۱۲ و ۱۳).

وجود برخی از آنتی‌اکسیدان‌ها در روغن گیاهی و افزودن نیتریت به فرآورده می‌تواند از افزایش اکسیداسیون لیپیدها در نمونه‌ها جلوگیری کند و کاهش میزان TBARs در طول مدت نگهداری می‌تواند مربوط به واکنش مالون-دی‌آلدهید با اسیدآمینه، قندها و نیتریت موجود در فرمولاسیون ترکیب باشد (۲۰). نوع گوشت مورد استفاده در تهیه محصول نیز به خاطر مقدار متفاوت آهن موجود در آن، فاکتور مهمی در اکسیداسیون لیپیدها به شمار می‌رود (۱۵). آهن یک پروموتور در واکنش اکسیداسیون لیپیدها است و تمامی فرم‌های آن قادرند که ROOH و H_2O_2 را به رادیکال‌های آزاد تجزیه کنند (۶). Rubio و همکاران (۲۰۰۸) در نتایج خود بیان داشتند که در سوسیس تخمیری و خشک بسته‌بندی شده به صورت (وکیوم و ترکیب گازی حاوی N_2 80% CO_2/20%) مدت زمان نگهداری محصول بر میزان TBA به طور مشخصی اثر گذاشته و سبب کاهش میزان آن در انتهای دوره نگهداری می‌شود (۲۹). Ansorena و Astiasaran (۲۰۰۴) بر روی سوسیس‌های تخمیری و خشک شده دارای روغن زیتون و آنتی‌اکسیدان و Nassu و همکاران (۲۰۰۳) بر روی سوسیس‌های تخمیری تهیه شده از

گوشت بز نتـایج مـشابهی را بـرای میـزان TBA گـزارش کردند (۱ و ۲۵).

حضور اکسیژن در طول دوره نگهداری بـرای تـشکیل رنگدانه اکسی‌میوگلوبین، که رنگ قرمز روشن مطلوبی در گوشت ایجاد می‌کند، بسیار مهم است، اما غلظت بالای آن در بسته‌بندی برای نگهداری طولانی مدت مطلوب نیـست زیـرا منجـر بـه اکـسیداسیون میوگلـوبین مـی‌شـود (۲۴). کاهش میزان رنگ قرمز محصول با افزایش غلظت اکسیژن بیشتر می‌شود و غلظت بالای اکـسیژن بـرای حفـظ ثبـات رنـگ زیـانآور اسـت. بـر خـلاف کـاهش میـزان نیتروزومیوگلوبین علت پایدار بودن رنـگ در نمونـه‌هـای وکیوم شده، می‌تواند به خاطر میـزان بـسیار کـم اکـسیژن باقیمانده باشد. عـدم وجـود اکـسیژن مـی‌توانـد بخـوبی میوگلوبین را از اکسید شدن محافظـت کنـد و از تـشکیل مت‌میوگلوبین جلوگیری کند.

Martinez و همکاران (۲۰۰۶) مشاهده کردنـد کـه در نمونه‌های سوسیس تـازه گوشـت خـوک بـدون اکـسیژن (وکیوم شده یا حاوی جـاذب اکـسیژن) فـاکتور a* در در تمام طول دوره نگهـداری ثابـت مـی‌مانـد (۲۴). پـارامتر زردی (b*) که مربوط به شدت واکنش اکسیداسیون است و میزان روشنایی (L*) در طی دوره آزمایش ثابـت مانـد، که در مورد b* value می‌تواند به خاطر وجود نیتریـت در نمونه‌هـا باشـد کـه بـا میوگلـوبین واکـنش داده و تولیـد نیتروزومیوگلوبین می‌کند که در ایـن فـرم نمـی‌توانـد بـه عنوان کاتالیزور در واکنش اکسیداسیون لیپیدها عمل کنـد. Harms و همکاران (۲۰۰۳) و Rubio و همکاران (۲۰۰۸) نیـز نتـایج مـشابهی را در سوسـیس عمـل‌آوری شـده و سوسیس تخمیری و خشک شده به دست آوردنـد (۱۸ و ۲۹). در نتایج بررسـی Parra و همکـاران (۲۰۰۹) میـزان روشنایی با نوع ترکیب گاز و مدت زمان نگهداری تحـت تاثیر قرار نمی‌گیرد و در تمـام طـول دوره آزمـایش ثابـت بـاقی مـی‌مانـد. Sanchez-Rodriguez و همکـاران بیـان داشتند که میزان آب و رطوبت محصول فاکتور مهمـی در ارزیابی L* value است (۲۶).

نتیجه‌گیری

امروزه، فواید استفاده از روش‌های مختلف بسته‌بندی در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری محـصولات غـذایی و بـه ویژه در گوشت و فرآورده‌های گوشتی بخوبی شناخته شده است. همچنین با توجه به گسترش تقاضا برای بـه حـداقل رساندن پروسه‌های مواد غذایی با حداقل مواد نگهدارنـده و افزایش سلامت و نیمه عمر مواد غذایی تولیـدی اسـتفاده از روش‌های جدید نگهداری مانند بکارگیری باکتریوسین‌ها را افزایش می‌دهد. شواهد زیادی مبنی بر مؤثر بـودن نایـسین در نگهداری فرآورده‌های گوشتی بـه خـصوص زمـانی کـه میکرواگانیسم‌های اصلی فسادزا باکتری‌های اسـید لاکتیـک باشد، وجود دارد. با توجه به نتایج به دست آمده مـی‌تـوان بیان داشـت کـه نایـسین از رشـد بـاکتری‌هـای مزوفیـل و سـایکروتروف هـوازی و بـاکتری‌هـای اسـید لاکتیـک جلوگیری می‌کند اما بر رشـد کپـک‌هـا و مخمرهـا تـأثیری ندارد. همچنین عدم وجود اکسیژن در گروه وکیـوم سـبب پایداری رنگ و عدم تشکیل نیتروزومیوگلوبین در نمونه‌هـا گردید. همچنین بسته‌بندی و غلظت نایسین به کار رفته در این آزمایش بر رنگ، میزان PH و TBARs محصول تأثیری نداشت. در آزمـون حـسی خـصوصیات ارگـانولپتیکی در طول دوره نگهداری کاهش یافتند و با توجه به طعم تلخـی در نایسین افزوده شده، نمونه‌های تیمار شـده بـا ایـن مـاده امتیاز کمتری از نظر طعم داشتند. لازم به توضیح است کـه در ایـن تحقیـق بـه منظـور افـزایش دقـت کـار از نایـسین آزمایشگاهی با خلوص بالا استفاده شد و ایـن امـر موجـب کمی طعم تلخی در نمونه‌ها شد اما نایسین قابل مصرف در مواد غذایی هرچند که خلوص کمتری دارند اما فاقـد طعـم تلخ می‌باشد و از این نظر اثـر سـوئی روی طعـم محـصول ندارند. این تحقیق نشان داد که افزودن نایسین به کالبـاس-های امولسیونی می‌توانـد بـه افـزایش کیفیـت و مانـدگاری محصول کمک کند. در نهایت با توجـه بـه نتـایج بدسـت آمده بکارگیری نایسین با روش وکیوم قابل توصیه می‌باشد.

منابع

1- Ansorena D. and Astiasaran I. (2004). Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. Meat Science, 67: 237–244.

2- Aymerich T., Picouet P.A. and Monfort J.M. (2008). Decontamination technologies for meat products. Meat Science, 78: 114–129.

3- Beriain M.J., Chasco J. and Lizaso G. (2000). Relationship between biochemical and sensory quality characteristics of different commercial brands of salchichon. Food Control, 11, 231–237.

4- Botsoglou N.A., Fletouris D.J., Papageorgiou G.E., Vassiliopoulos V.N., Mantis A.J. and Trakatellis A.G. (1994). Rapid, Sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and feedstuff samples. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42: 1931-37.

5- Bozkurt H. and Erkmen O. (2004). Effect of nitrate/nitrite on the quality of sausage (Sucuk) during ripening and storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84: 279–286.

6- Carlsen C.U., Moller J.K.S. and Skibsted L.H. (2005). Heme iron in lipid oxidation. Coordination Chemistry Reviews, 249: 485-498.

7- Cheigh C.I. and Pyun Y.R. (2005). Nisin biosynthesis and its properties: A Review. Journal of Biotechnology Letters, 27: 1641-48.

8- Collins-Thompson D.L., Calderon C. and Usborne W.R. (1985). Nisin Sensitivity of lactic acid bacteria isolated from cured and fermented meat products. Journal of Food Protection, 48: 668-670.

9- Coma V. (2008). Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products: A Review. Meat Science, 78: 90-103.

10- Davies E.A., Milne C.F., Bevis H.E., Potter R.W., Harris J.M., Williams G.C. and et al. (1999). Effective use of nisin to control lactic acid bacterial spoilage in vacuum packed bologna-type sausage. Journal of Food Protection, 62:1004-10.

11- Djenane D., Sanchez-Escalante A., Beltran J.A. and Roncales P. (2001). Extension of the retail display life of fresh beef packaged in modified atmosphere by varying lighting conditions. Journal of Food Science, 66: 181-186.

12- Economou T., Pournis N., Ntzimani A. and Savvaidis I.N. (2009). Nisin–Edta treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf-life. Food Chemistry, 114: 1470-76.

13- Ercolini D., Ferrocino I., La Storia A., Mauriello G., Gigli S., Masi P. and et al. (2010). Development of spoilage microbiota in beef stored in nisin activated packaging. Food Microbiology, 27: 137–143.

14- Federal Register (1988). Federal Register, Nisin Preparation: affirmation of gras status as a direct human food ingredient. Federal Register, 54: 11247–11251.

15- Fiore A.G., De Pilli T. and Severini C. (2007). Effect of the reduction or total replacement of pork back fat with extra-virgin olive oil on quality of turkey ‘‘salami”. Proceedings of the International Symposium of Meat Safety, From Abattoir to Consumer, Valencia, Spain, 259–264.

16- Geornaras I., Belk K.E., Scanga J.A., Kendall P.A., Smith G.C. and Sofos J.N. (2004). Control of *L. monocytogenes*, on inoculated commercial ham and bologna slices by dipping in antimicrobial solutions. Departmental Research Reports, Department Of Food Science And Human Nutrition, Colorado State University, Abd. pp: 254-255.

17- Hampikyan H. and Ugar M. (2007). The effect of nisin on *L. monocytogenes* in Turkish fermented sausages (sucuks). Meat Science, 76: 327-332.

18- Harms C., Fuhrmann H., Nowak B., Wenzel S. and Sallmann H.P. (2003). Effect of dietary vitamin e supplementation on the shelf life of cured pork sausage. Meat Science, 63: 101-105.

19- Holley R.A. (1997). Asymmetric distribution and growth of bacteria in sliced vacuum-packaged ham and bologna. Journal of Food Protection, 60: 510–519.

20- Janero D.R. (1990). Malonaldehyde and thiobarbituric acid reactivity as diagnostics indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury. Free Radicals Biology & Medicine, 9: 515-540.

21- Jay J.M. (2000). Modern Food Microbiology. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. 6th ed. USA. pp: 87-96.

22- Korkeala H., Alanko T., Makela P. and Lindroth S. (1990). Lactic acid and pH as quick indicators of spoilage in vacuum-packed cooked ring sausages. International Journal of Food Microbiology, 10: 245–254.

23- Martinez L., Djenane D., Cilla I., Beltran J.A. and Roncales P. (2005). Effect of different concentrations of carbon dioxide and low concentration of carbon monoxide on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. Meat Science, 71: 563-570.

24- Martinez L., Djenane D., Cilla I., Beltran J.A. and Roncales P. (2006). Effect of varying oxygen concentrations on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. Food Chemistry, 94: 219-225.

25- Nassu R.T., Guaraldo-Goncalves L.A., Azebedo Pereira Da Silva M.A. and Becerra F.J. (2003). Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. Meat Science, 63: 43-49.

26- Parra V., Viguera J., Sanchez J., Peinado J., Esparrago F., Gutierrez J.I. and Andrés A.I. (2010). Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured iberian ham. Meat Science, 84: 760-768.

27- Pexara E.S., Metaxopoulos J. and Drosinos E.H. (2002). evaluation of shelf life of cured, cooked, sliced turkey fillets and cooked pork sausages ‘‘piroski” stored under vacuum and modified atmospheres at +4 and +10ºc. Meat Science, 62: 33-43.

28- Rozbeh M., Kalchayanand N., Field R.A. Johnson M.C. and Ray B. (1993). The influence of biopreservatives on the bacterial level of refrigerated vacuum packaged Beef. Journal of Food Safety, 13: 99-111.

29- Rubio B., Martinez B., Garcia-Cachan M.D., Rovira J. and Jaime I. (2008). Effect of the packaging method and the storage time on lipid oxidation and colour stability on dry fermented sausage salchichon manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. Meat Science, 80: 1182-87.

30- Samelis J., Kakouri A. and Rementzis J. (2000). The Spoilage Microflora Of Cured, Cooked Turkey Breasts Prepared Commercially With Or Without Smoking. International Journal of Food Microbiology, 56: 133-143.

31- Soccol M.C.H. and Oetterer M. (2003). Use of modified atmosphere in seafood preservation. Brazilian Archives of Biology and Technology, 46 (4): 569-580.

32- Thomas L.V., Clarkson M.R. and Delves-Broughton J. Nisin. In: Naidu A.S (2000). Natural food antimicrobial systems. CRC Press, Boca-Raton, FL, pp: 463-524.

33- Yam K.L. and Papadakis S.E. (2004). A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering, 61: 137-142.