

افزایش زمان ماندگاری *Penaeus semisulcatus* با پوشش بسته‌بندی نانو نقره بر پایه دی اکسید تیتانیوم

حامد اهری^{a*}، زینب امان اله نژاد^b، محمدعلی مغاره‌ایی^b، سعید پایداری^b

^a دانشیار گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
^b کارشناس ارشد علوم ومهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه: میگو یکی از شناخته شده‌ترین و با ارزش ترین غذاهای دریایی از نظر تغذیه ای می باشد. پوشش‌های بسته‌بندی نانو دارای خاصیت ضد میکروبی بوده و باعث توقف رشد و نابودی باکتری‌ها می‌شوند. هدف از تحقیق حاضر به کارگیری پوشش‌های بسته بندی نانو جهت بررسی خاصیت ضد میکروبی آن و نیز بررسی افزایش ماندگاری توام با کیفیت میگوی ببری سبز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر به بررسی خاصیت ضد میکروبی پوشش‌های بسته بندی نانو نقره با درصد‌های ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ ppm در روزهای ۰، ۳، ۷، ۱۰، ۱۴، ۱۷، ۲۱ و ۲۵ پرداخته است. شمارش کلی باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی و نیز کشت آنها در محیط‌های اختصاصی، سنجش حسی و کیفی نمونه‌ها و نیز آنالیز سنجش سایز و شکل ذرات نانو از جمله آنالیزهای به کار گرفته شده در تحقیق می باشد.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده بیانگر آن بود علی‌رغم تفاوت معنی‌دار بین پوشش‌های حاوی نانو ذرات نقره و پوشش‌های شاهد، پوشش‌های نانو استفاده شده از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار بر روی باکتری‌های گونه‌های مختلف نبودند و به عبارت بهتر هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین رشد باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیا کلی در مواجهه با نانو ذرات وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: آزمون حسی انجام شده نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین ویژگی‌های حسی و کیفی نمونه‌های مجاور با نانو بسته بندی‌ها و نمونه‌های شاهد بوده است.

واژه‌های کلیدی: آرد گندم، پوشش دهی، جذب روغن، گوشت مرغ سرخ شده

مقدمه

بسته‌بندی پوششی است که سلامت کالای محتوی خود را پس از تولید تا مرحله مصرف حفظ و با ایجاد مانعی فیزیکی بین محصولات غذایی و محیط خارج، بهداشت محصول را تضمین می‌کند و عمر کالای فاسد شونده را افزایش می‌دهد. هدف اصلی بسته‌بندی‌های نانو افزایش مدت زمان ماندگاری محصولات و مواد غذایی با استفاده از بهبود ویژگی‌های بسته از جمله کاهش و یا توقف کامل ورود و خروج گازها، رطوبت و نیز آسیب‌های ناشی از رطوبت است. از آنجایی که سالانه حجم بسیار زیادی از مواد غذایی به عنوان ضایعات دور ریخته شده و همچنین نگرانی‌هایی در رابطه با ایمنی مواد غذایی وجود داشته است، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه افزایش زمان ماندگاری و کیفیت آن‌ها صورت پذیرفته است. یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین پاسخ‌ها به این تحقیقات استفاده از ذرات نانو در بسته‌بندی‌ها بوده که تا حدود زیادی موجب رفع نگرانی‌های ذکر شده گردیده است (Hannon et al., 2016).

برای مثال بسته‌بندی‌های هوشمند در صورت شروع فساد مواد غذایی، از خود مواد نگه دارنده آزاد کرده و مواردی همچون تغییر دما و ترشح رطوبت از ماده غذایی را تشخیص می‌دهند. به بیان دیگر پوشش‌های نانو یکی از راه کارهای جدید در حوزه بسته بندی برای افزایش کیفیت و امنیت مواد غذایی می‌باشد و کاربرد این قبیل بسته‌بندی‌ها در صنعت مواد غذایی تحویل شگرفی در صادرات محصولات غذایی فساد پذیر به وجود آورده است. اخیراً نانو ذرات نقره توجه گسترده‌ای را به علت فعالیت ضد باکتریایی و قارچی خود در فرآوری مواد غذایی به خود جلب کرده‌اند (راشدی) پرکاربردترین بسته بندی‌هایی که با استفاده از فناوری نانو تولید شده‌اند، حاوی نانو ذرات نقره بوده‌اند. بسته‌بندی‌های حاوی نانو ذرات نقره با آزاد سازی یون‌های نقره باعث تعداد کاهش باکتری، توقف رشد و نیز تاخیر رشد میکروب‌های موجود در مواد غذایی می‌شوند (Kernberger-Fischer et al., 2017).

یکی از مسایل مهم در رابطه با پوشش‌های نانو، یافتن روش‌های برای تولید آنها به ساده‌ترین صورت ممکن،

بررسی ایمنی زیستی نانو پوشش‌ها و نیز بررسی و اندازه‌گیری مهاجرت احتمالی آنها بوده است. در صورت استفاده از این بسته‌بندی‌ها می‌توان تا حدود ۱۶۴-۱۸۷ میلیون دلار صرفه‌جویی ازری برای کشور به ارمغان آورد (Lopez-Carballo et al., 2019).

آبزیان بعد از صید برای فرآوری به کارخانه انتقال پیدا کرده و پس از اتمام مراحل پاک کردن و زدودن امعاء و احشاء، مرحله شستشو و بسته‌بندی صورت می‌گیرد. با توجه به ارزش تغذیه‌ای میگو و کوتاه بودن زمان ماندگاری آن، به کارگیری پوشش‌ها و بسته‌بندی‌های نانو که منجر به افزایش زمان ماندگاری این محصول ارزشمند شود، نمود پیدا می‌کند (Rashedi et al., 2016).

تاکنون دانشمندان زیادی به بررسی خواص ضد میکروبی نانو بسته‌بندی‌ها پرداخته‌اند، خواص ضدباکتریایی و عبوردهی بخار آب فیلم پلی وینیل کلراید PVC پوشیده با نانوذرات زینک اکسید^۱ را بررسی کردند و دریافتند فعالیت ضدباکتریایی فیلم پوشیده با ZnO برای غیرفعال‌سازی اشترشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس به وسیله اشعه UV بهبود یافته است.

علی رقم تحقیقات انجام شده در زمینه نانو پوشش‌ها، همچنان خلا زیادی در زمینه کاربرد پوشش‌های نانو در افزایش ماندگاری شیلات و بخصوص میگو احساس می‌شود. بررسی منابع تحقیق نشان داد تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در زمینه اثر پوشش‌های بسته‌بندی نانو با استفاده از نانو ذرات کلویید نقره در بسته‌بندی و افزایش زمان ماندگاری شیلات از جمله میگوی ببری سبز صورت نگرفته است. با توجه به ماندگاری محدود شیلات و نیز بار میکروبی بالای آنها تحقیق حاضر سعی نموده است تا تاثیر بسته بندی‌های نانو نقره بر زمان ماندگاری و ویژگی‌های کیفی میگوی ببری سبز را با استفاده از آنالیزهای میکروبی، آنالیز رهایش نانو ذرات، آزمون اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب، میکروسکوپی الکترونی روبشی و سنجش ویژگی‌های حسی مورد بررسی و تحلیل قرار دهد (Kernberger-Fischer et al., 2017; Yan et al., 2019).

¹ ZnO

مواد و روش‌ها

- مواد

برای انجام این پژوهش میگوی ببری سبز از فروشگاه‌های پروتئینی سطح شهر تهران و محیط‌کشت پلئیت کانت آگار^۱ و وایولت رد بایل آگار^۲ و نیز محیط‌کشت برد پارکر آگار^۳ از شرکت مرک (آلمان) تهیه شد. آب مقطر استفاده شده در آزمایش‌ها آب مقطر دوبار تقطیر بود.

- آماده سازی پوشش‌ها

جهت تولید پوشش‌ها در پژوهشگاه پلی مر ملی ایران (وردآورد، تهران) از روش سل به ژل استفاده گردید که در آن با استفاده از دستگاه اکسترودر دو ماریچه همسو کلیه پوشش‌ها تولید شد. در پوشش‌های حاوی نانو ذرات، پودر نانو ذرات تهیه شده با درصد‌های از قبل مشخص شده (ppm ۶۰۰۰-۵۰۰۰-۴۰۰۰-۳۰۰۰-۲۰۰۰-۱۰۰۰) وارد فرمولاسیون پوشش‌های تولید وارد گردید و در پوشش‌های فاقد نانو ذرات نقره، بدون اضافه نمودن هیچ نانو ذره‌ای پوشش‌های شاهد تولید شد.

میگوها پس از پاک‌سازی سر، سینه و دم، با آب سرد شسته و در مجاورت یخ، در کمتر از ۳۰ دقیقه به آزمایشگاه میکروبی منتقل شدند. میگوها در شرایط استریل به کمک اسکالپل به صورت قطعات ۲ گرمی وزن شده و داخل هر یک از پوشش‌های بسته‌بندی نانونقره که درصدهای مختلفی از نقره داشت، قرار گرفت. با دستگاه هیتر پوشش‌ها و کیوم و برچسب‌گذاری شد. پس از بسته بندی، نمونه‌های شاهد، پ در پوشش‌های فاقد نانو ذرات و در یخچال ۴ درجه سانتی‌گراد، نگهداری و بعد از روزهای ۰-۳-۷-۱۰-۱۴-۱۷-۲۱ و ۲۵ شمارش میکروبی صورت گرفت.

- آزمون‌های میکروبی

- اصول آزمون

آزمون‌های میکروبی طبق استاندارد ملی ویژگی‌های میکروبی میگو به شماره‌های ۳-۶۸۰۶، ۵۷۵۰، ۲۳۹۴، ۵۶۶۱ و ۷۱۰ و با استفاده از تجهیزات مربوط، به روش پورپلئیت^۴ و کشت در محیط نوترینت آگار^۵ انجام گردیدند.

شمارش کلی^۶ میکروبی اشرشیا کلی و استافیلوکوکوس با ۳ بار تکرار و گرمخانه‌گذاری در ۳۷ درجه سانتی‌گراد صورت پذیرفت.

- آماده سازی سوسپانسیون باکتری

سوسپانسیون ۰/۵ مک فارلند از باکتری استافیلوکوکوس اورئوس (۱۰^۸) در محلول نوترینت برات ۱/۵۰۰ تهیه شد. از آنجایی که نوترینت برات خود دارای کدورت می باشد، با استفاده از محلول ۱/۵۰۰ آن و نیز قرار دادن سل شاهد در دستگاه اسپکت از بروز خطا در سنجش کدورت جلوگیری شد.

- آماده‌سازی پوشش‌های بسته‌بندی نانو

ابتدا پوشش‌های بسته‌بندی نانو ppm ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ در اندازه‌های یکسان و مساوی ۷ در ۷ سانتی‌متر بریده و از هر پوشش تعداد ۸ عدد فراهم گردید، سپس در داخل اتوکلاو قرار گرفته و در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه استریل شد همچنین پوشش‌های فاقد نانو ذرات نیز به روش فوق استریل شدند (Eslami et al., 2016).

- آزمون‌های شیمیایی

- آزمون رهائش

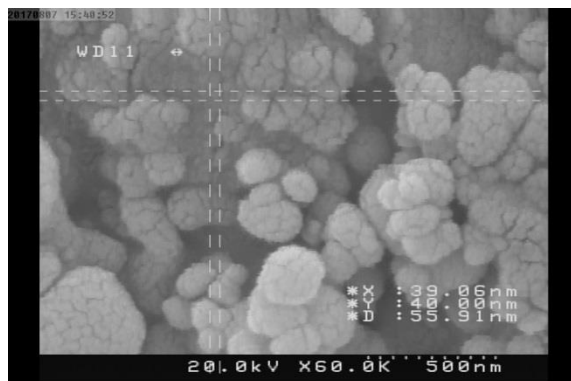
طبق استاندارد بین‌المللی E.P.A^۷ برای آماده‌سازی نمونه‌ها از حلال اسید سولفوریک ۸۰٪ (اسید سولفوریک غلیظ) به منظور حل نمونه‌های غذایی برای تیتراسیون با الکتروود نقره خالص در دستگاه تیترازور استفاده و میزان رهائش بر اساس واحد ppm بیان شد. برای انجام این آزمون در آزمایشگاه کنترل کیفی شیمی مواد غذایی، از دستگاه تیتراژ مدل zx1080-2 استفاده گردید (Song et al., 2011).

آزمون میکروسکپ الکترونی روبشی

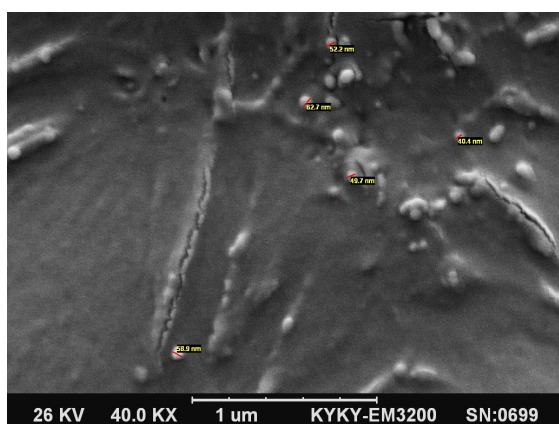
جهت اندازه گیری سایز، شکل و نحوه توزیع ذرات استفاده شده در تولید پوشش‌های بسته‌بندی از میکروسکپ الکترونی روبشی (هیتاچی، ژاپن) استفاده شد. جهت

¹ PCA: Plate Count Agar ² VRBA: Violate Red Bile Agar
⁵ Nutrient Agar ⁶ Total Count

³ BPA: Bird Parker Agar ⁴ Pure Plate
⁷ United States Environmental Protection Agency



شکل ۱- تصویر FESEM نانو ذرات نقره



شکل ۲- تصویر SEM بسته بندی‌های تولید شده

- **فعالیت ضد باکتریایی بسته بندی های تولید شده**
جدول ۱ نشان دهنده آنالیز واریانس اثر بسته‌بندی‌های نانو نقره با درصد‌های مختلف بر نمونه‌های آلوده به باکتری استافیلوکوکوس اورئوس می باشد. همانگونه که مشخص می‌باشد، تفاوت معنی‌داری بین پوشش‌های تولید شده در سطح ۹۵ درصد ($p < 0.05$) وجود دارد که در نمودار ۱ به نمایش گذاشته شده است.

همانگونه که نمودار ۱ نشان می‌دهد، از لحاظ اثر ضد باکتریایی پوشش هر بر نمونه‌های آلوده به استافیلوکوکوس اورئوس بین همه پوشش‌ها با پوشش شاهد تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.05$) در صورتی که بین پوشش‌های حاوی ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ و نیز ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ ppm تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این در حالی است که پوشش حاوی ۶۰۰۰ ppm کمترین رشد و پوشش حاوی ۱۰۰۰ ppm نانو ذرات بیشترین رشد باکتریایی را داشت.

بررسی رشد باکتری های اشرشیا کلی در نمونه‌های میگوی ببری سبز نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار

آماده‌سازی نمونه‌ها ابتدا کلوتید نقره به مدت ۳۰ دقیقه سونیک شده و سپس بر روی پایه برنجی دستگاه رسخته و پس از خشک شدن، با استفاده از دستگاه کوتر لایه پوشانی ذرات طلا جهت افزایش هدایت الکتریکی صورت گرفت. پس از استفاده از روکش مسی جهت افزایش بیشتر هدایت الکتریکی بیم الکترونی، نمونه‌ها مورد آنالیز قرار گرفت.

- آزمون ارزیابی حسی نمونه‌ها

تعداد ۸ نفر (مرد و زن، سنین ۲۴ تا ۲۶ ساله) به عنوان ارزیاب انتخاب شدند. آزمون حسی (ارزیابی طعم، بو، بافت و پذیرش کلی) به روش هدونیک انجام شد. در هنگام آزمون، از هر تیمار پخته شده در آب جوش (بدون اضافه نمودن هیچ ادویه خاص) به طور تصادفی، ۱۰ عدد درون پلیت تمیز قرار گرفته و با کدهای سه رقمی شماره‌گذاری شد. داوران پس از خوردن هر نمونه چهار فاکتور طعم، بو، بافت و پذیرش کلی را ارزیابی کردند. داده‌های حاصل به روش آزمون ناپارامتری کروکسال-والیس مقایسه شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری با استفاده از اکسل ۲۰۱۰ و SPSS ۲۱ برای روش آنالیز آماری آزمون کای اسکور و همچنین برای بررسی توزیع نرمال داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد.

۹۴

یافته‌ها

- آنالیز FESEM

در شکل ۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی کلوتید نانو ذرات نقره به نمایش گذاشته شده است. قطر میانگین ذرات اندازه گیری شده برابر با ۳۹ نانو متر بود. همچنین همانگونه که در تصویر مشخص می باشد، نانو ذرات تا حدودی دارای آگلو میریزاسیون هستند.

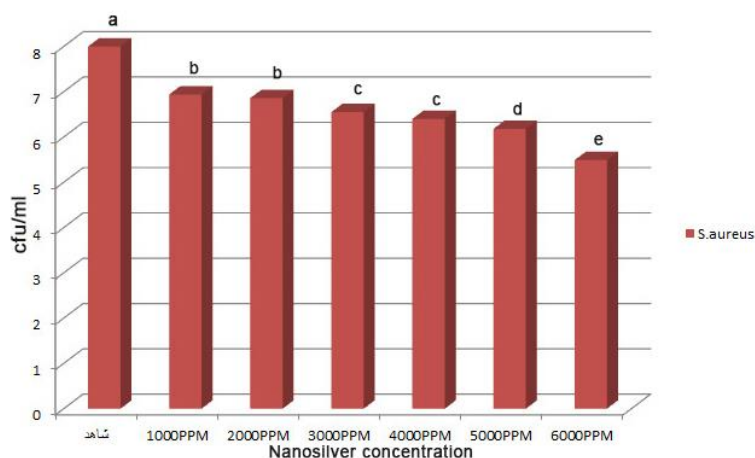
همانگونه که در شکل ۲ مشخص شده است نانو ذرات نقره به خوبی در سطح پوشش پراکنده شده و پس قرارگیری در ماتریس پلی مری سایز آنها افزایش نیافته و آگلو مره نشدند.

نمودار ۳ نشان دهنده مقایسه اثر پوشش‌های نانو نقره بر باکتری‌های استافیلوکوکوس و ارشیا کلی می باشد. نتایج نشان داد که علی رغم عدم تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌های ارشیا کلی، تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های استافیلوکوکوس اورئوس وجود داشت. این نمودار نشان دهنده تفاوت معنی‌دار اثر این پوشش‌ها بر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی می‌باشد.

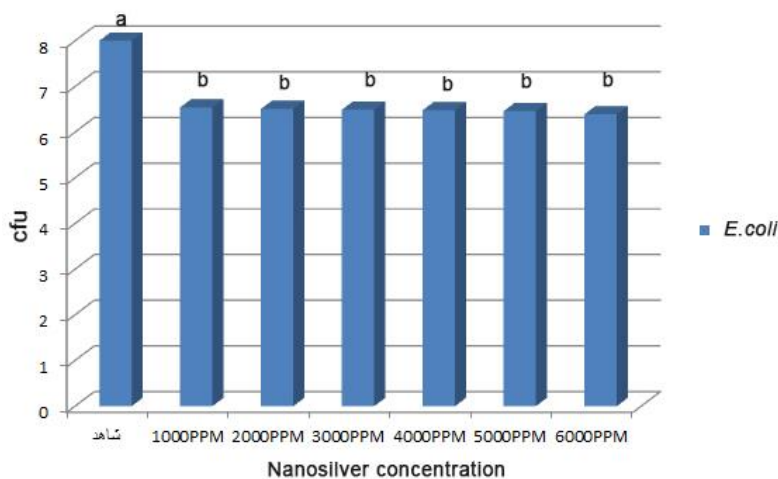
بین پوشش‌های حاوی نانو ذرات نقره بود در صورتی که بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی نانو ذرات تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همانگونه که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود علی‌رغم کاهش حدود بیش از یک لگاریتمی در نمونه‌های حاوی نانو ذرات نقره تفاوت معنی‌داری بین پوشش‌های نانو با درصد‌های مختلف نقره تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

جدول ۱- آنالیز واریانس نمونه‌های آلوده به استافیلوکوکوس اورئوس

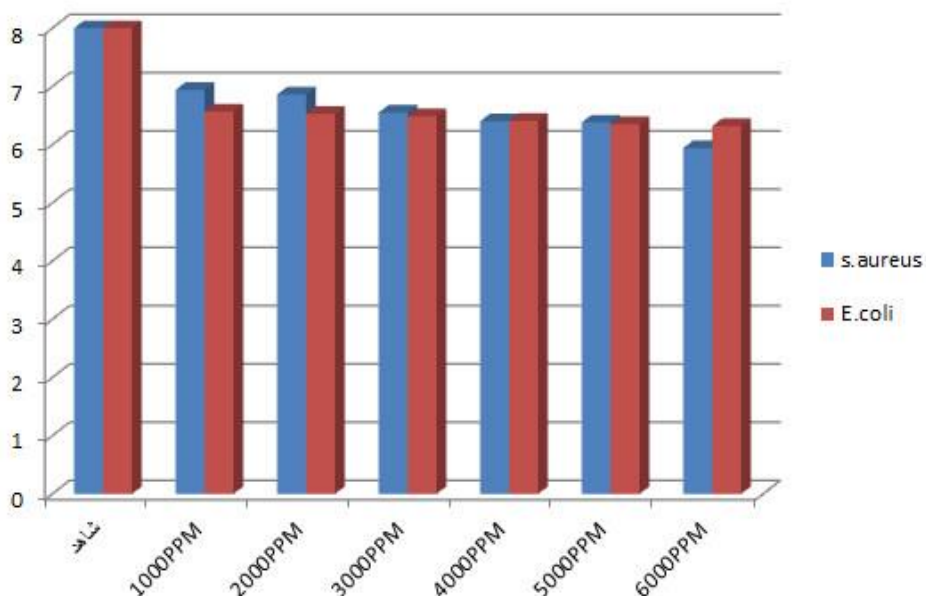
منبع	درجه آزادی	مجموع مربعات	مجموع مربعات ست شده	میانگین مربعات ست شده	F	P
رقت	۳	۶۹۹۶۲۴	۸۹۲۳۶۲	۲۹۷۴۵۴	۲۸/۲۲	۰/۰۰۰
نانو	۴	۱۱۴۱۵۷۰	۱۱۴۱۵۷۰	۲۸۵۳۹۳	۲۷/۰۸	۰/۰۰۰
خطا	۱۱	۱۱۵۹۳۰	۱۱۵۹۳۰	۱۰۵۳۹		
کل	۱۸	۱۹۵۷۱۲۴				



نمودار ۱- تفاوت اثر پوشش‌های نانو بر نمونه‌های آلوده به استافیلوکوکوس اورئوس



نمودار ۲- اثر پوشش‌های نانو نقره بر نمونه‌های آلوده به ارشیا کلی



نمودار ۳- مقایسه اثر پوشش‌های نانو نقره بر باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیا کلی

افزایش زمان ماندگاری آب پرتقال‌های بسته‌بندی شده تا ۲۸ روز شدند، نتایج آزمون رهایش نشان داد که نفوذ ذرات نانونقره از بسته‌بندی به درون آن، در تمام غلظت‌های پوشش، صفر بوده است. به عبارت دیگر در درون هیچ یک از بسته‌ها، با غلظت‌های متفاوت، ذرات نانونقره مشاهده نمی‌گردد که نشانگر عدم سمیت محصولات بسته‌بندی شده با نانو نقره است. در همین راستا حسینی و همکاران در طی تحقیق خود بر روی بررسی میزان مهاجرت نانونقره از بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی میزان رهایش نانو نقره با درصد‌های ۱، ۳ و ۵ درصد در روزهای صفر تا ۶ آزمایش خود صفر اعلام کردند که نتایج بدست آمده با تحقیق حاضر در یک راستا می‌باشد (Su et al., 2015).

در طی تحقیقی که Su و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی میزان مهاجرت فیلم‌های حاوی ذرات نانونقره به مواد غذایی انجام دادند و نتیجه آن در راستای تحقیق انجام شده بود. آنها دریافتند که میزان مهاجرت نانوذرات نقره به مواد غذایی اسیدی در بازه ۱ Ng/l بود که در واقع می‌توان آنرا ناچیز در نظر گرفت. این در حالی است که آنها در طی این تحقیق با بررسی میزان مهاجرت نانوذرات نقره به آب، وجود مقادیر نانوذرات نقره آگلومره شده در آب را تایید کردند.

– آزمون رهایش

آزمون رهایش در روزهای ۰، ۷، ۱۴ و ۲۱ نشان دهنده عدم مهاجرت نانو ذرات نقره به گوشت میگو بود. همه نمونه‌های آنالیز شده، مهاجرت ppm ۰ نشان می‌دهد.

۹۶

بحث

در مطالعه حاضر نانوذرات نقره در غلظت‌های بین ppm ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ در بافت پوشش زیست تخریب‌پذیر وارد و خواص ضد میکروبی و شیمیایی این فیلم‌ها بر بسته‌بندی میگو ببری سبز ارزیابی شد.

نتایج به دست آمده بیانگر آن است که در غلظت‌های بین ppm ۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰ اختلاف معنی داری بین کاهش تعداد باکتری‌های اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس مشاهده شد ($p < 0.05$) و در پوشش‌های بسته‌بندی با غلظت مشخص، تغییر نوع سوش باکتری، تأثیر معنی داری بر کاهش و یا افزایش تعداد باکتری در مواجهه با نانو ذرات داشت.

تحقیقات متعددی در راستای تحقیق حاضر بوده و نشان دهنده اثر کاهنده نانو ذرات نقره بر رشد و تکثیر باکتری‌های مختلف می‌باشد. از آن جمله تحقیقات Emamifar و همکاران در سال ۲۰۱۱ به بکارگیری بسته‌بندی‌های نانو نقره بصورت ترکیبی با پلیمر موجب

ZnO on inactivation of *Lactobacillus plantarum* in orange juice. *Food Control*, 22, 408-413.

Eslami, M., Bayat, M., Mozaffari Nejad, A. S., Sabokbar, A. & Anvar, A. A. (2016). Effect of polymer/nanosilver composite packaging on long-term microbiological status of Iranian saffron (*Crocus sativus* L.). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23, 341-347.

Hannon, J. C., Kerry, J. P., Cruz-Romero, M., Azlin-Hasim, S., Morris, M. & Cummins, E. (2016). Assessment of the migration potential of nanosilver from nanoparticle-coated low-density polyethylene food packaging into food simulants. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 33, 167-178.

Kernberger-Fischer, I., Kehrenberg, C., Klein, G., Schaudien, D. & Krischek, C. (2017). Influence of modified atmosphere and vacuum packaging with and without nanosilver-coated films on different quality parameters of pork. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 3251-3259.

Lopez-Carballo, G., Muriel-Galet, V., Hernandez-Munoz, P. & Gavara, R. (2019). Chromatic Sensor to Determine Oxygen Presence for Applications in Intelligent Packaging. *Sensors (Basel)*, 19.

Rashrdi, H., Partovi, A., Fattah, R., Khalilzade Kalagar, M. & Khiabani, M. (2016). The Effect of Silver Nanofilms based on Titanium Dioxide on the Shelf-life of Rainbow Trout Fillet (*Oncorhynchus mykiss*). *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 11, 85-92.

Song, H., Li, B., Lin, Q. B., Wu, H. J. & Chen, Y. (2011). Migration of silver from nanosilver-polyethylene composite packaging into food simulants. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 28, 1758-1762.

Su, Q. Z., Lin, Q. B., Chen, C. F., Wu, Y. M., Wu, L. B., Chen, X. Q. & Wang, Z. W. (2015). Effect of antioxidants and light stabilisers on silver migration from nanosilver-polyethylene composite packaging films into food simulants. *Food Additives & Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment*, 32, 1561-1566.

Yan, P., Lu, Y., Xiang, C., Wang, J., Chen,

برخلاف تحقیق حاضر Hannon و همکاران در سال ۲۰۱۶ به بررسی مهاجرت نانو ذرات نقره در دماها و در مجاورت مواد غذایی مختلف پرداخته و دریافتند که در مواد غذایی مایع و اسیدی میزان مهاجرت بسیار زیاد بوده و با افزایش گذشت زمان این میزان افزایش می‌یابد در حالی که میزان این مهاجرت به مواد غذایی غیر مایع و یا اسیدی بسیار پایین و برابر با ۱۷ ng/g بود. این در حالی است که در تحقیق حاضر با گذشت زمان این میزان تغییر نکرده و پس از گذشت ۶ روز برابر با صفر بود (Artiaga *et al.*, 2015). همچنین تحقیقات متاک و همکاران در سال ۲۰۱۵ نشان دهنده مهاجرت بسیار ناچیز نانو ذرات نقره به سیمولانت‌های مواد غذایی به میزان کمتر از ۵/۶ میکروگرم بر لیتر در بسته‌بندی‌های حاوی نانو ذرات نقره بود (Hannon *et al.*, 2016).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از خواص حسی، پذیرش میگوهای بسته‌بندی شده با نانونقره را از نظر مصرف‌کنندگان نشان داد، این بدان معنی است که بسته‌بندی با نانونقره تأثیری بر خواص حسی میگوها نگذاشته و مطلوبیت آن‌ها را حفظ کرده است و تولید پوشش‌های مذکور با شرط حفظ عدم رهایش نانو ذرات به محصول نه تنها به زمان ماندگاری محصول بلکه به ارتقا کیفیت مواد غذایی آبی نیز کمک به سزایی می‌نماید.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر با مساعدت‌های دکتر امیرعلی انوار، دکتر محمدرضاخانی، به انجام رسید که نویسندگان مقاله بدین وسیله تشکر و قدردانی خود را از این عزیزان اعلام می‌دارند.

منابع

Artiaga G., Ramos, K., Ramos, L., Cámara, C. & Gómez-Gómez, M. (2015). Migration and characterisation of nanosilver from food containers by AF4-ICP-MS. *Food Chemistry*, 166, 76-85.

Emamifar, A., Kadivar, M., Shahedi, M. & Soleimanian-zad, S. (2011). Effect of nanocomposite packaging containing Ag and

D. & Chen, J. (2019). A Temperature-Insensitive Resonant Pressure Micro Sensor

Based on Silicon-on-Glass Vacuum Packaging. Sensors (Basel), 19.

Increasing Shelf Life of of *Penaeus semisulcatus* in NanoSilver Coatings Based on *Titanium Dioxide*

H. Ahari^{a*}, Z. Amanolah Nejad^b, M. A. Magharei^b, S. Paidari^b

^a Associate Professor Of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

^b M.Sc. of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 26 September 2017

Accepted: 3 September 2018

13

Abstract

Introduction: Shrimp is one the most famous food with high nutritional value. Shrimp is undoubtedly one of the best-known sea foods and determination of appropriate methods for its packaging increases the shelf life of products and reduces the microbial load in all food processing plants.

Materials and Methods: The aim of this study is to implement nano packaging to evaluate its antibacterial characteristics, shelf life determination as well as evolution of quality changes during shelf life. The current study evaluates the antibacterial features of produced nanopackaging containing 1000 to 6000 ppm of nanosilver during 0,3,7,10,14,21 and 25 days concerned will *total count*, *E.coli* and *S.aureus*, sensory analysis and determination of size and distribution of silver nano particles using SEM and FESEM.

Results: The results showed that there is a significant difference between the control and produced nanopackaging. Moreover, there were a significant difference between the antibacterial effects of nanopackagings on *E.coli* and *S.aureus* (P<0.05).

Conclusion: Sensory analysis of the product revealed that there is no significant difference between sensory and quality characteristics of nano-packed shrimps and control shrimps.

Keywords: *Antibacterial, E.coli, Nanosilver, Nanopackaging, S. aureus.*

* Corresponding Author: Dr.h.ahari@gmail.com