



# کاربرد بسته بندی نانو و نانو سیلور در صنایع غذایی

تهیه و تنظیم: حبیب اله میرزایی، محمود حسین نژاد

## چکیده:

هر چند آزمایش ها و تحقیقات پیرامون نانو تکنولوژی از ابتدای دهه ی قرن بیستم به طور جدی پی گیری شده است اما اثرات تحول آفرین و باور نکردنی آن در روند تحقیق و توسعه باعث گردید که نظر تمامی کشورهای بزرگ به این موضوع جلب گردد و فناوری نانو را به عنوان یکی از مهم ترین اولیت های تحقیقاتی خود قرار دهند.

از جمله موضوعاتی که اخیرا در زمینه نانو تکنولوژی مورد توجه قرار گرفته استفاده از نانو ذرات نقره در بسته بندی مواد غذایی می باشد که از جمله خواص منحصر به فرد نانو نقره به توان بالای میکروب زدایی آن و حفظ این توانایی برای مدت طولانی و

عدم ایجاد مقاومت در ریز جان دارها می توان اشاره نمود.

**استفاده از نانو نقره در صنایع بسته بندی و غذایی از ۳ حیطة قابل بررسی است:**

۱- به وجود آمدن محیط پاکیزه در فرآیند تولید

۲- تولید فیلم و ظروف میکروب زدا

۳- افزایش مدت زمان نگهداری (Shelf Life) به مدت ۲ تا ۳ برابر.

در این مقاله در ابتدا به کاربردهای فناوری نانو در صنعت پرداخته و ادامه به نقش نانو ذرات نقره و مکانیسم میکروب زدایی آنها اشاره نموده و در پایان به شرح ۲ پروژه تحقیقاتی در خصوص نانو ذرات نقره می پردازیم.

واژه های کلیدی: نانو تکنولوژی، نانو ذرات نقره، میکروب زدایی، Shelf Life

## مقدمه:

انجمن علمی نوبنیاد نانو تکنولوژی که یک نهاد دولتی در کشور آمریکا است، واژه نانو تکنولوژی را چنین توصیف می کند:

تحقیق و توسعه هدفمند برای درک و دست کاری و اندازه گیری های مورد نیاز در سطح موادی با ابعاد در حد اتم مولکول و سوپر مولکول ها را نانو تکنولوژی می گویند امروزه فناوری نانو با دست کاری در سطح اتم ها و مولکول ها موادی با خواص ویژه از قبیل مقاومت در برابر حرارت، نفوذ گازها، رطوبت و امواج، سطح ویژه و استحکام

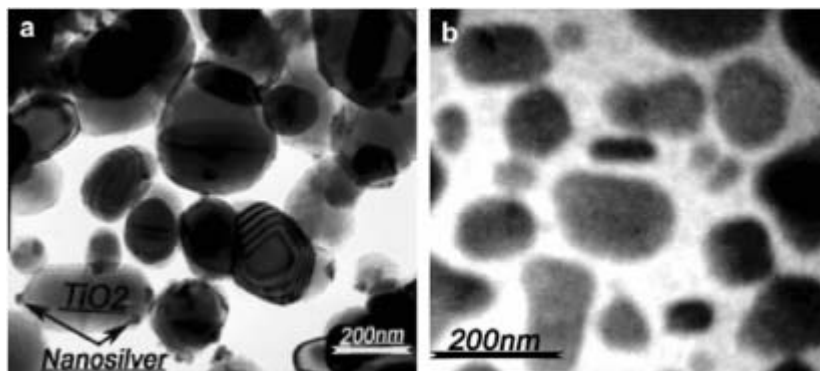


Fig. 1. TEM micrograph of a: P105 and b: nano-ZnO.

بیشتر تولید کرده است. طبق آمارهای موجود در قرن بیست و یکم ژاپن در سال ۲۰۰۱، ۴۰۰ میلیون و در سال ۲۰۰۴، ۹۶۰ میلیون دلار در زمینه فناوری نانو هزینه نموده و این موضوع در کشور آمریکا به رقم باور نکردنی ۳/۷ بیلیون دلار در سال ۲۰۰۸-۲۰۰۵ رسیده است و همچنین پیش بینی می شود که فناوری نانو ۲۵ در مورد تجارت بسته بندی مواد غذایی را در دهه آینده تغییر بدهد از این رو با توجه به ویژگی های ضد میکروبی نانو نقره، محققین به فکر استفاده از این ذرات در بسته بندی مواد غذایی افتاده که کاربرد این فناوری سبب افزایش عمر مفید و ماندگاری دراز مدت محصولات می گردد.

### بسته بندی نانو (Nano Packaging) و کاربرد آن در صنعت بسته بندی :

امروزه بسته بندی چهره کالا است و همواره مورادی مانند طرح و نام تجاری و کیفیت به نحوی با هم ترکیب می شوند تا کالا به راحتی معرفی شود. بسته بندی در واقع اولین ارتباط مشتری با محصول است و تا حد زیادی وظیفه ارایه تصویر ذهنی مطلوب از کالا را بر عهده دارد از این رو در سیستم های جدید از بسته های هوشمند استفاده نموده که قابلیت پاسخ به شرایط محیطی و قابلیت ترمیم دارند و مصرف کننده را نسبت به آلودگی آگاه می سازد. بسته بندی های هوشمند به محض شروع فساد در ماده غذایی داخل بسته، از خود مواد نگهدارنده آزاد نموده و تغییرات دمایی، ترشح رطوبت و مایعات را از ماده غذایی داخل بسته تشخیص داده و به مصرف کننده اعلام می دارد.

### کاربردهای نانو در صنعت بسته بندی به چند بخش تقسیم می گردد :

- تولید ظروف غذا و نوشیدنی خود سردکن Self - Cooking

- تولید پلاستیک آنتی باکتریال برای ظروف نوشیدنی و مواد غذایی با استفاده از نانو

بسته بندی با اندازه مناسب استفاده کرد با اجرای این طرح ظروف و فیلم های تهیه شده مواد غذایی وابسته را تا چهار برابر تازه تر نسبت به حالت معمولی نگه

می دارند همچنین این ظروف قادر هستند میوه ها، سبزیجات، داروها، نان ها و گوشت را برای مدت طولانی بدون تغییر در رنگ، مزه و خواص غذایی نگهداری کنند و در

مقایسه با ظروف معمولی در ۲۴ ساعت اولیه میزان رشد باکتری ها ۹۸ درصد کاهش یافته و همچنین جهت حفظ بیشتر ارزش غذایی به همراه بو، مزه آن و به تاخیر انداختن و

کاهش سرعت فساد مواد غذایی، این ظروف دارای دارای درب پوش سیلیکونی غیر قابل نفوذ جهت سامانه بسته بندی است . ساز و کار دقیق عملکرد نقره بر روی رشد

میکروب ها به طور کلی مشخص نشده است اما با توجه به اثر کشندگی آن روی ریز جانداران بیماری زا می توان مکانیسم کشندگی آن را به طریق زیر در نظر گرفت :

۱- ورود یون های نقره به داخل سلول و اتصال به DNA باکتری که این عمل مانع عمل مکمل سازی DNA شده و در نتیجه هیچ گونه تکثیری رخ نمی دهد ..

۲- پیوندهای دی سولفیدی (S-S) نقش محافظتی برای باکتری ها در مقابل واکنش های اکسایش ایفا می کنند اما یون های نقره طی واکنش جانشینی باندهای

-SH در جداره باکتری را به -Ags تبدیل و در نتیجه سبب از بین رفتن باکتری می شود. ۳- دیواره سلولی باکتری حاوی مقدار

پودرهای آنتی باکتریال - فیلم های مورد استفاده برای مواد غذایی که حداقل یک لایه کوبلی آمیدی از ۱۰ تا ۱۰۰ ppm نانو مواد پخش شده باشد .

- بسته بندی لمینیت برای مواد سیال مثل : شیر ، آبمیوه به همراه یک لایه پلی الفین که از ذرات رسی در اندازه نانو با خاصیت مقاومت به گاز تشکیل شده است .

### کاربرد نانو نقره (Nano Silver) در صنعت بسته بندی و مکانیسم میکروب زدایی آن :

هر چند استفاده از خاصیت ضد میکروبی نقره طی سالیان متمادی و در جوامع مختلف مرسوم بوده، اما علم امروزه بشر نیز تاثیر آنها را در ضد عفونی کردن و از بین بردن میکروب ها به اثبات رسانده است . در

واقع هم اکنون با وجود رشد فناوری و اطلاع از خواص نانو ذرات و مقایسه آن با مواد توده ای، توجه زیادی به سنتز ذرات نقره شده است که به نظر می رسد این توجه ویژه به دلیل خواص منحصر به فرد (نقره) از جمله خاصیت ضد میکروبی این فلز در

مقیاس نانو باشد. به طور کلی نانو ذرات سطح زیادی را دارا بوده لذا این افزایش سطح باعث می شود تا یک گرم از نانو ذرات نقره برای ضد باکتری نمود یکصد متر مربع از سطح یک ماده کافی باشد .

ظروف جدیدی که دارای نانو ذرات نقره هستند ذاتا خاصیت ضد میکروبی در این فرآیند می توان از مواد نانو نقره به صورت یک افزودنی در فرآیند فیلم ها و ظروف

زیادی بار منفی بوده و زمانی که این باکتری در مجاورت بافتی که حاوی نقره بوده قرار می گیرد یون های با بار مثبت نقره جذب بار منفی دیواره باکتری شده و در نهایت موجب از بین رفتن باکتری می شود.

۴-یون های نقره زنجیره تنفسی باکتری در سیستم کروم اکسیداز را بلوکه می نماید.

### تاثیر بسته های محتوی نانو ذرات نقره بر کیفیت و ماندگاری زرشک در مقایسه با بسته های پلی اتیلن:

امروزه محصول زرشک با وجود کاربردها و خواص فراوان غذایی و دارویی اغلب تحت تاثیر فعالیت های آبی، رشد میکروارگانیسم ها، فعالیت های آنزیمی و تغییر رنگدانه ها در نتیجه اکسیداسیون، کیفیت مطلوب خود را از دست داده و ارزش آن کاهش یافته لذا طی پژوهشی که توسط گروه تحقیقاتی متشکله از دانشگاه فردوسی در این زمینه صورت گرفته، با توجه به مقاومت بسته های نانو ذرات نقره در مقابل نفوذ گازها از جمله اکسیژن و همچنین خاصیت میکروب کشی آنها، تاثیر این بسته ها در افزایش کیفیت و ماندگاری این محصول با دو نوع از بسته های پلی اتیلن رایج مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج این پژوهش در هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع منتشر گردید.

در این پژوهش پس از انتخاب زرشک مورد نظر با رعایت شرایط لازم نسبت به بسته بندی آن در بسته های محتوی نانو ذرات نقره با غلظت ۲۰۰ ppm (نمونه شماره ۱)، ۱ درصد (نمونه شماره ۲)، ۲ درصد (نمونه شماره ۳) و همچنین در ۲ بسته بندی پلی اتیلن معمولی یکی به صورت سلفون معمولی (نمونه شماره ۴) و دیگری به شکل قوطی مدور (نمونه شماره ۵) اقدام شد.

هر یک هفته یک بسته از هر نوع بسته بندی مورد بررسی قرار گرفت و ضمن انجام آزمایش میکروبی طبق استاندارد ملی از زرشک محتویات بسته ها جهت بررسی تغییر رنگ ظاهری عکس گرفته شد. مدت زمان انجام پژوهش حدود ۵ ماه شامل ۲۲

مرحله بود. آزمایش های میکروبی شامل: کپک، مخمر، کلی فرم، استافیلوکوکوس اورئوس و شمارش کلی باکتری های هوازی مزوفیل بر اساس استاندارد ملی ایران انجام شده است.

### نتایج تحقیقات:

تقریباً در تمام نمونه ها در بازه زمانی مختلف استافیلوکوکوس اورئوس، کلی فرم، اشرشیا کلی و مخمر مشاهده نشد. کلنی های کپک و همچنین کلنی های مشاهده شده از آزمایشات شمارش کلنی باکتری ها در بسته های نانو کامپوزیت به جز نمونه ۱ تقریباً در تمام هفته های آزمایش، کمتر از نمونه های مربوط به بسته های پلی اتیلن به دست آمده بود به گونه ای که با گذشت اختلاف بیشتری بین کلنی های نمونه ۲ و ۳ با نمونه های ۴ و ۵ در مقایسه با هفته های قبلی آزمایش مشاهده شد. همچنین با افزایش غلظت نانو ذرات نقره در بسته ها، کاهش بیشتری در تعداد کلنی به دست آمد.

همچنین برای بررسی رنگ ظاهری نمونه که به کمک نرم افزار فوتوشاپ و بر اساس میانگین رنگ قرمز و درصد روشنایی عکس های گرفته شده به دست آمده معلوم گردید که تقریباً در تمام هفته های آزمایش رنگ ظاهری نمونه های مربوط به بسته های محتوی نانو ذرات نقره در مقایسه با نمونه های مربوط به بسته های پلی اتیلن از کیفیت بهتری برخوردار است که نتایج

این پژوهش در هجدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ارائه گردید.

### اثر بسته بندی نانو کمپوزیتی حاوی Ag و Zn روی فعالیت لاکتوبایلوس پلانترام در آب پرتقال

این پروژه تحقیقاتی توسط گروه پژوهشی در دانشگاه اصفهان طی مراحل زیر صورت گرفته در مرحله نخست گروه پژوهشی اقدام به ساخت فیلم نانو کمپوزیت (positive-nano com) پرداخته، ترکیبات مورد استفاده رزین LDPE (softing point ۹۴°C, ۰.۹۹ g/ml density) و مواد ضد میکروبی شامل پودر P105 (۵٪ نانو نقره با قطر ذرات ۱۰ nm + TiO<sub>2</sub> ۹۵٪) و پودر نانو اکسید روی با قطر میانگین ۷۰ nm (Fig 1a,b) (این شکل نشان می دهد که ذرات P105 اغلب به صورت کروی بوده و قطر ذرات نقره بر روی TiO<sub>2</sub> حدود ۱۰ nm است این در حالیست که ذرات روی به شکل شش وجهی وجود دارند.

شکل (Fig 2 a,b) تصویر میکروسکوپی نانو کمپوزیت LDPE با غلظت متفاوت P105 را نشان می دهد که در این شکل ذرات P105 در ماتریس پلیمری به خوبی پخش شده است اما آگلومریزاسیون (تجمع شدن) جزئی با افزایش غلظت P105 تا ۵٪ مشاهده می شود.

و سپس فیلم LDPE به صورت جداگانه با هر یک از ترکیبات P105 و NaNo-zo در ماشین مخلوط هلیسی ترکیب و با اعمال مراحل تکمیلی فیلم نانو کمپوزیتی حاوی

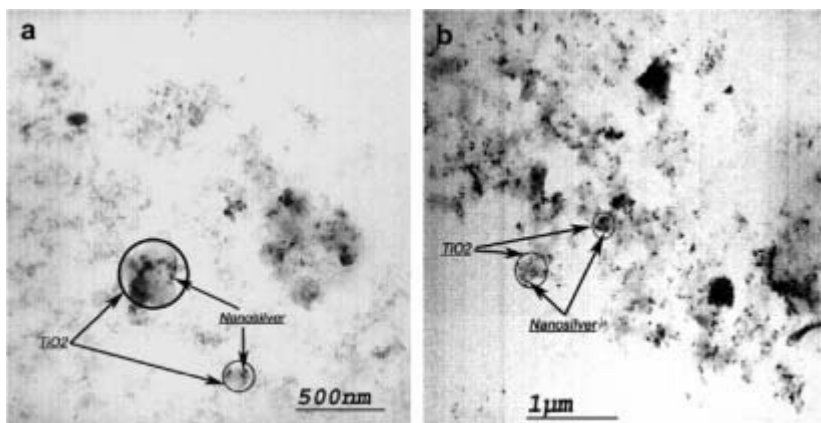


Fig. 2. TEM micrograph of antimicrobial nanocomposites LDPE film. a: LDPE + 1.5% P105, b: LDPE + 5% P105.

مشکلی را ایجاد ننموده است زیرا Zn در کلاس ترکیبات GRAS برای مواد غذایی کاربرد دارد.

### نتیجه گیری:

در پایان می توان گفت در صورت استفاده از نانوتکنولوژی به خصوص استفاده از ذرات نانو نقره در ظروف بسته بندی یک و یا چند لایه به عنوان مواد افزودنی، به علت غیر قابل نفوذ بودن نسبت به اکسیژن و رطوبت می توان از رشد باکتری و کپک در بسته جلوگیری و در نتیجه سبب افزایش طول عمر نگهداری محصول و عدم تغییر ویژگی های ظاهری و فیزیکی شده.

1 - Aryou Emamifar and mehdi kadirvar(2010) Effect of nanocomposite packaging Containing Ag and Zn on lactobacillus plantarum- isfahan university

۸.۵log بوده است که طی نگهداری به مدت ۷ روز میزان باکتری افزایش یافته است. پس از ۷ روز در نمونه LDPE+۵% P105 کاهش مهمی در میزان لاکتوباسیلوس در مقایسه با LDPE+۰.۲۵% Nano-Zn و LDPE خالص مشاهده گردید و مقدار باکتری ها پس از ۵۶ روز نگهداری به میزان  $8.2 \log \text{ cfu/ml}$  برای بسته LDPE خالص رسیده است که این مقدار نشان دهنده افزایش جمعیت میکروبی است. تا ۵۶ روز جمعیت باکتری افزایش و پس از ۱۱۲ روز مجددا کاهش یافته و نکته با اهمیت این بوده که بسته بندی نانو سیلور دارای جمعیت میکروبی کمتری نسبت به نانو ذرات روی می باشد. (Fig ۳) در خصوص مهاجرت یون های نقره و روی به داخل آب میوه پس از ۱۱۲ روز انبارداری بررسی هایی صورت گرفته که در مجموع میزان مهاجرت یون های نقره در مقایسه با روی میزان کمتری می باشد. Table.۱. اگرچه این غلظت برای مصرف کننده هیچ

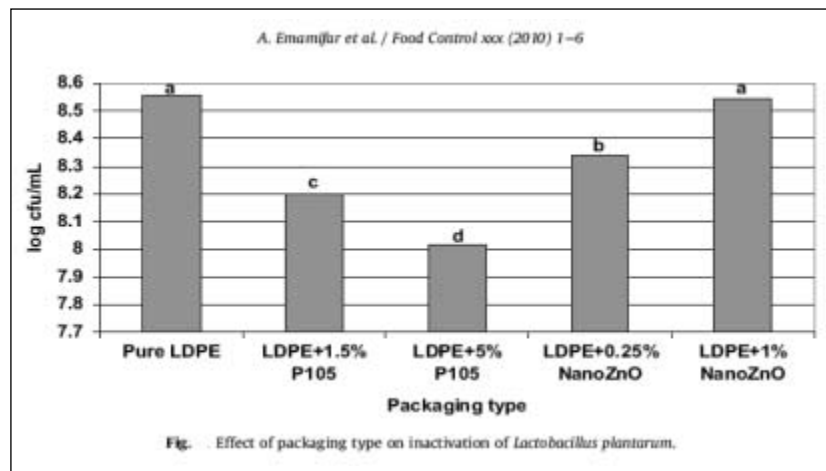
ترکیبات نقره و اکسید روی تولید گردید. آب پرتقال مورد استفاده در آزمایش توسط استخراج کننده های نیمه مداوم تولید و پس از فیلترهایی با قطر ۱mm عبور نموده و فوراً در ظروف مخصوص تحت شرایط ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه اتریل گردید و در ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شده و همچنین باکتری لاکتوباسیلوس پلاننتارم نیز تحت شرایط آزمایشگاهی خاص تولید گردید. آب پرتقال استریل با  $8.5 \log \text{ cfu/ml}$  لاکتوباسیلوس پلاننتارم انکوبه شده سپس فیلم های نانو کمپوزیتی مورد نظر با آب پرتقال پر شده و مقاومت میکروب بعد از ۷، ۲۵، ۵۶، ۸۴، ۱۱۲ روز انبار کردن مورد بررسی قرار گرفت.

### نتایج تحقیق:

در انواع مختلف بسته بندی که در (Fig.۳) نشان داده جمعیت اولیه باکتری  $\text{cfu/ml}$

منابع:

- ۲- ولی پور مطلق ناصر و همکاران- دانشگاه فردوسی مشهد (۱۳۸۷)- تاثیر بسته های نانو ذرات نقره بر کیفیت ذرشک.
- ۳- چاوشی نیلوفر- نقش نانو در بسته بندی- شرکت نانو پارس.
- ۴- مومنی مجتبی- نقش فناوری نانو در صنایع غذایی (۱۳۸۸)- دانشکده کشاورز نیشابور.



Concentration ions ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Storage Time (days)	Film type			
		LDPE + 1.5% P105	LDPE + 5% P105	LDPE + 0.25% nano-ZnO	LDPE + 1% nano-ZnO
Silver	28	ND*	$0.1 \pm 0.003$		
	56	ND	$0.11 \pm 0.005$		
	84	ND	$0.13 \pm 0.005$		
	112	ND	$0.15 \pm 0.002$		
Zinc	28			$0.16 \pm 0.007$	$0.11 \pm 0.005$
	56			$0.26 \pm 0.006$	$0.13 \pm 0.004$
	84			$0.48 \pm 0.002$	$0.30 \pm 0.005$
	112			$0.68 \pm 0.002$	$0.54 \pm 0.005$

ND\*, not detected.

وعده دیدار، نمایشگاه بین المللی

صنایع غذایی دویی  
**Gulfood**

۲۷ فوریه الی ۲ مارچ ۲۰۱۱

باویون ایران، سالن شیخ سعید

ویژه نامه فناوری و توسعه صنعت

بسته بندی به زبان انگلیسی در این

نمایشگاه توزیع می گردد