

کاربرد نانوتکنولوژی و پلیمرهای زیستی در بسته‌بندی مواد غذایی

حمید بخش‌آبادی^{۱*}، حبیب‌الله میرزایی^۲، محسن مختاریان^۳، فاطمه عرب‌عامریان^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی گرگان

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی گرگان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه آزاد سبزوار

E- mail:h.bakhshabadi@yahoo.com

چکیده

از نانو به‌عنوان پتانسیل ایجاد انقلابی بزرگ در صنعت بسته‌بندی پلیمری و پلاستیکی نام برده می‌شود. نانو کامپوزیت‌ها خواص ممانعت‌کنندگی مناسبی دارند که زمینه کاربرد آنها را به‌عنوان اجزای بسته‌ها در صنعت بسته‌بندی فراهم می‌کند. نانو لوله‌ها و نانو ذرات به‌عنوان فیلر در ساختار مواد بسته‌بندی بکار می‌روند تا علاوه بر خواص ممانعت‌کنندگی، خواص حرارتی، ساختار شیمیایی، هدایت الکتریکی و مقاومت به آتش را بهبود دهند. نانو کامپوزیت‌ها جایگزین خوبی برای بطریهای پلاستیکی نوشیدنی‌ها هستند. نانو کامپوزیت‌ها می‌توانند به‌عنوان مواد بسته‌بندی جدید استفاده شوند. استفاده از نانو ذرات در پلی‌لاکتیک اسید خصوصیات تمایل به کریستاله شدن و ضریب مدول یانگ را افزایش می‌دهد و درجه حرارت انتقال شیشه‌ای را به مقدار بسیار جزئی بالا می‌برد. کیتین به‌عنوان ماده طبیعی و غیرسمی برای تغذیه دام و طیور و حیوانات دیگر بکار می‌رود. همچنین بجای میکروکریستالین سلولز از کیتین برای بسته‌بندی‌های بعضی غذاها استفاده می‌شود. هدف اصلی از این نوع بسته‌بندی‌ها این است که طول عمر نگهداری مواد غذایی افزایش یابد و مواد غذایی بطور کامل از خطر عوامل فساد درونی و بیرونی و اکسایشی حفظ گردد.

کلیدواژه: نانوتکنولوژی، بسته‌بندی، عوامل فساد، پلیمرهای زیستی

۱- مقدمه

بسته‌بندی محافظی است که سلامت کالای محتوی خود را پس از تولید تا مرحله مصرف حفظ می‌نماید و با ایجاد یک مانع فیزیکی بین محصولات غذایی و محیط خارج بهداشت محصول را تضمین می‌کند و عمر کالای فاسد شونده را افزایش می‌دهد. به‌خصوص آنهایی که به فساد اکسیداتیو و میکروبی حساس هستند. بسته‌بندی در واقع اولین ارتباط مشتری با محصول می‌باشد و تا حد زیادی وظیفه ارائه یک تصویر ذهنی مطلوب از کالا را بر عهده دارد [۲].

رایج ترین موادی که برای بسته بندی به کار می‌روند، کاغذ، مواد فیبری، پلاستیک، شیشه، استیل و آلومینیوم می‌باشند. معمولاً پلاستیک‌های ساخته شده از مشتقات نفتی به این دلیل که آنها شکل بهتر و وزن کمتری دارند در مقایسه با دیگر مواد بسته بندی بیشتر استفاده می‌شوند. با این وجود آنها با ایجاد مقدار زیادی از مواد زاید ناسازگار با محیط زیست باعث ایجاد مشکلات جدی و محیطی در جهان می‌شوند. زیرا ۳۰۰ تا ۵۰۰ سال طول خواهد کشید تا پلاستیک‌ها به چرخه طبیعت باز گردند. همچنین وجود مواد نفتی در این ظروف که در مجاورت چربی و گرما آزاد می‌شوند باعث به خطر افتادن سلامتی افراد جامعه خواهد شد [۳]. علاوه بر سلامتی و پی آمدهای زیست محیطی، بازیافت پلاستیک‌ها به دلایل فنی و اقتصادی پیچیده شده است. از نانو به عنوان پتانسیل ایجاد انقلابی بزرگ در صنعت بسته بندی پلیمری و پلاستیکی نام برده می‌شود. از کاربردهای نانو در صنعت بسته بندی غذا می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تغییر نفوذ پذیری مواد بسته بندی در جهت افزایش ماندگاری مواد غذایی.
- بهبود خاصیت ممانعت کنندگی بسته بندی با تنظیم ورود و خروج گازها به بسته مواد غذایی.
- بهبود خواص مکانیکی و مقاومت حرارتی.
- مقاومت به ظهور ترک های کوچک در بسته بندی در اثر باز و بسته شدن یا منقبض شدن آنها.
- تولید بسته بندی های ضد میکروب.
- تولید سطوح هوشمند برای بسته بندی که حساس و نشانگر به تغییرات میکروبی و بیوشیمیایی غذا باشند.
- ردیابی و کنترل بسته های غذایی با برچسب های مخصوص [۵].

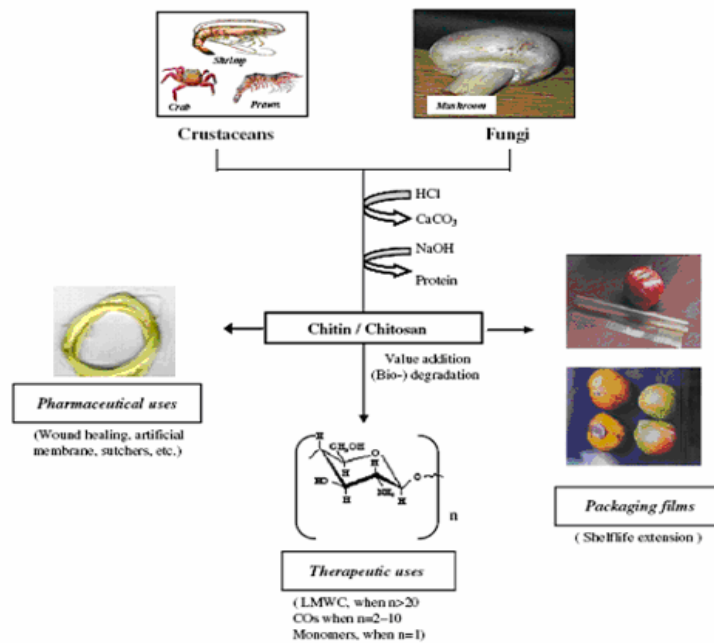
۲- نتایج و بحث:

۱-۲ خواص ممانعت کنندگی در نانو بسته بندی های غذایی

عواملی از قبیل نور، رطوبت و گازها در طول زمان نگهداری بر خواص حسی محصولات غذایی بسته بندی شده موثر بوده و آنها را تغییر می‌دهند و همچنین سبب بروز فساد مواد غذایی خواهند شد. نانو کامپوزیت‌ها خواص ممانعت کنندگی مناسبی دارند که زمینه کاربرد آنها را به عنوان اجزای بسته ها در صنعت بسته بندی فراهم می‌کند. نانو لوله‌ها و نانو ذرات به عنوان فیلر در ساختار مواد بسته بندی بکار می‌روند تا علاوه بر خواص ممانعت کنندگی، خواص حرارتی، ساختار شیمیایی، هدایت الکتریکی و مقاومت به آتش، بسته‌بندی‌ها را بهبود دهند. تکنولوژی استفاده از نانو ذرات خاک رس در تولید مواد پلیمری می‌تواند خصوصیات ممانعت کنندگی به اکسیژن، دی اکسید کربن، رطوبت و عطر و طعم آنها را بهبود دهد. نانو کامپوزیت‌ها جایگزین خوبی برای بطریهای پلاستیکی نوشیدنی‌ها هستند، استفاده از پلاستیک برای ساخت بطری باعث فساد و تغییر طعم نوشیدنی می‌شود. نانو کامپوزیت‌ها می‌توانند به عنوان مواد بسته بندی جدید مورد استفاده قرار گیرند. از این نوع بسته‌بندی‌ها می‌توان به نانو کامپوزیت‌های تشکیل شده از نشاسته سیب زمینی و کلسیم کربنات اشاره کرد. این نوع بسته‌بندی‌ها مقاومت خوبی به حرارت دارند و سبک و زیست تخریب پذیر هستند و می‌توانند جایگزین پلی استیرن در بسته بندی مواد غذایی سریع شوند. از سوی دیگر نانو ساختار های طبیعی (نانو ذرات خاک رس) به عنوان یک ماده افزودنی در تولید نانو کامپوزیت استفاده می‌شوند. افزودن ۳ تا ۵ درصد از این ماده، پلاستیک را سبک تر، قوی تر و مقاوم تر به حرارت می‌کند و خواص ممانعت کنندگی بهتر در برابر اکسیژن، دی اکسید کربن، رطوبت و مواد فرار ایجاد می‌کند. بکارگیری این نوع بسته بندی می‌تواند مدت زمان نگهداری مواد غذایی مثل گوشت های فرایندی، پنیر، آرد فنادی، غلات و غذاهای کنسرو شده و نوشیدنی های کربناته را افزایش دهد. محققان معتقدند که افزودن ۲ درصد نانو ذره رس به بسته بندی، ۷۵ درصد تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن را کاهش می‌دهد که این امر به افزایش طول مدت نگهداری مواد غذایی کمک می‌کند [۶].

۲-۲ پلیمرهای زیست تخریب پذیر کیتین و کیتوزان

کیتین و ترکیب استیل شده آن بنام کیتوزان دو پلیمر طبیعی شناخته شده هستند که سابقه استخراج و استفاده آن به ۲۰۰ سال قبل برمی گردد. این دو پلی ساکارید ازت دار توسط برخی از حیوانات و گیاهان ساخته می شوند که بعد از سلولز فراوانترین پلیمر ها در طبیعت هستند. سنتز آنها در طبیعت همراه با سایر ترکیبات پروتئینی و مواد چربی و معدنی رنگی، در بدن حیوانات و گیاهان نقش ماده حفاظتی دارند. بسیاری از مشتقات آن در صنایع غذایی، دارو سازی، آرایشی، زیست فناوری، کشاورزی بکار برده شده است. کیتین و کیتوزان به علت درصد بالای نیتروژنی که در مقایسه با سلولز تهیه شده سنتیکی دارند جزء منابع تجاری هستند. کیتین و کیتوزان تنها بیو پلیمرهای طبیعی با خاصیت بازی هستند که به علت داشتن گروههای عاملی متفاوت، دارای ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی منحصر بفرد هستند. این خصوصیت آنها را از سایر پلی ساکاریدهای ازت دار متمایز می کند [۵].



شکل ۱- نمونه ای از منابع و کاربرد های محصولات کیتین و کیتوزان

۲-۳ منابع تولید کننده کیتین و کیتوزان

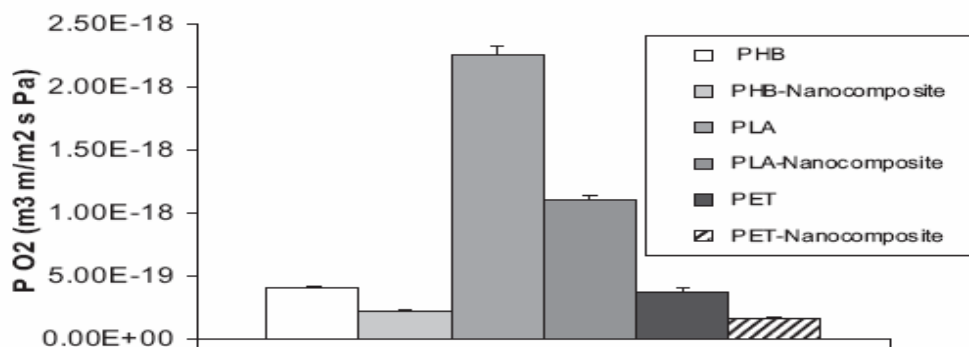
منابع تولید کننده کیتین عبارتست از : میگو، خرچنگ، لابستر، کریل، صدفهای دو کفه‌ای، ماهی مرکب، اسکویید، کلم، مرجانهای آب شیرین، دیاتومه‌ها، جلبکها، حشرات، قارچها و کلونی‌های میکروبی منبع اصلی کیتین در طبیعت در بخشهای اسکلت خارجی و دیواره سلولی است که به صورت لایه های کوتیکول توام با مواد معدنی، پروتئین و لیپید و مواد رنگی است. همچنین مطالعات نشان می دهد Hackman در سال ۱۹۹۲ در حذف ترکیبات پروتئینی همراه با کیتین حاصله از شفییره حشرات، پوسته خرچنگو ماهی مرکب با محلول مختلف شیمیایی مشخص کرد که محلول ۱ مولار NaOH در ۱۰۰ درجه سانتی گراد کاملا با مواد پروتئینی همراه را حذف می کند، که به علت وجود پیوندهای کوالانسی موجود بین کیتین و اسیدهای آمینه است [۵].

جدول ۱- منابع تولید کننده کیتین و درصد این ماده را در بدن موجودات زنده

نوع	کیتین %	نوع	کیتین %
لابستر nephropes	۶۹/۸	کریل	۴۰/۲
Caner	۲۷/۱	Diptera	۵۴/۸
carcinuse	۳/۳- ۰/۴	Pieris	۶۴ ^c

۴-۲ نانوتکنولوژی و پلیمرهای زیست تجزیه پذیر

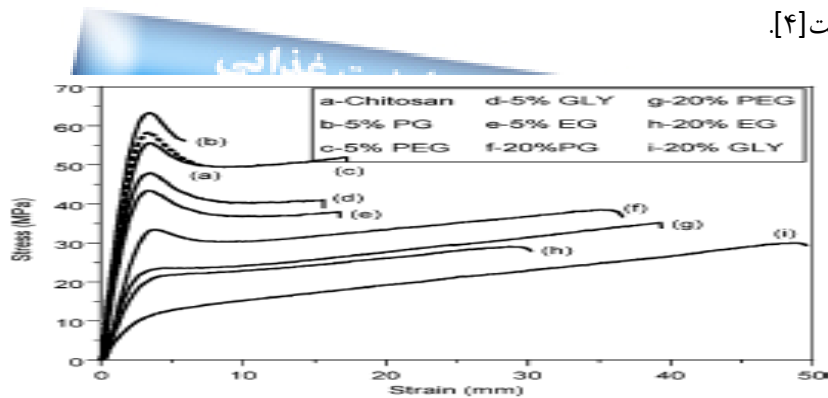
بکارگیری نانوتکنولوژی در این پلیمرها به بهبود خواص ساختمانی کمک می کند. نانو ذرات و نانو لوله ها خصوصیات فیزیکوشیمیایی، خواص ممانعت کنندگی، حرارتی و مکانیکی فیلم های زیست تجزیه پذیر را بهبود می بخشد. بهینه سازی توزیع نانو ذرات و نانو لوله ها در ساختار بسته ها عبور مولکول های هوا و گازها را به تاخیر می اندازد. نشاسته و مشتقات آن، سلولز، پلی لاکتیک اسید (PLA)، پلی بوتیلن سوکسینات (PBS)، پلی هیدروکسی بوتیرات (PHB) و پلی استر آلیفاتیک از این دسته پلیمرها هستند. استفاده از نشاسته و مشتقات آن به دلیل زیست تجزیه پذیری و قیمت پایین در صنعت بسته بندی رو به افزایش است. کاربرد نانو ذرات در تولید فیلم های نشاسته ای منجر به تولید بسته بندی هایی مطلوب از نظر خواص فیزیکی و مقاومت به عبور گازها می شود. از نانو ذراتی مثل، نانو ذرات خاک رس برای افزایش کارایی سیستم های نشاسته ای در صنعت بسته بندی غذا استفاده می کنند. پخش شونده یکنواخت نانو ذرات نقش موثری در افزایش ضریب مدول الاستیسیته و مقاومت به کشش فیلم تولیدی دارد. از این نوع فیلم ها برای ساخت ظروف بسته بندی میوه و سبزی، اسنک ها و محصولات خشک استفاده می شود. پلی لاکتیک اسید پلیمری زیست تجزیه پذیر با پتانسیل بالا برای اهداف تجاری است. لاکتیک اسید مونومر پلی لاکتیک اسید در طی واکنش های تخمیری یا مصرف کربوهیدراتها تولید می شود. منشأ این کربوهیدراتها محصولات کشاورزی همچون درت، گندم و ملاس است. خصوصیات PLA بستگی زیادی به نسبت فرم های L و D مونومرهای لاکتیک اسید دارد. PHB یا پلی هیدروکسی بوتیرات توسط تعداد زیادی از باکتری ها به عنوان منابع انرژی و کربن تولید می شود. این ترکیب زیست تجزیه پذیر نفوذپذیری کمی به آب دارد و از نظر خواص به پلی اتیلن با دانسیته کم (LDPE) شبیه است. مهمترین نقطه ضعف این محصول این است که برای به کارگیری تجاری در فرایند عمل آوری نامطلوب است. استفاده از نانو ذرات در پلی لاکتیک اسید خصوصیات تمایل به کریستاله شدن و ضریب مدول یانگ را افزایش می دهد و درجه حرارت انتقال شیشه ای را بسیار جزئی بالا می برد [۱].



شکل ۲- میزان تفوذپذیری به اکسیژن پوششهای PHB (پلی هیدروکسی های بوتیرات) PLA (پلی لاکتیک اسید) PET (پلی اتیلن تری فیتالات) به همراه نانو ترکیبات آنها

۲-۵ اثر پلاستی سائزرها بر روی فیلم های کیتوزانی

Nugraha و همکارانش اثر پلاستی سائزهای گلیسرول، پلی اتیلن گلیکول و پلی پروپیلن گلیکول و اتیلن گلیکول را بر روی فیلم های کیتوزانی بررسی می کردند مشاهده کردند که گلیسرول و پلی اتیلن گلیکول خواص بهتری به فیلم های کیتوزانی می دهند، انعطاف پذیری فیلمها را بالا برده و مقاومت به کشش را زیاد کم نمی کند. همچنین هر چقدر غلظت پلاستی سائز بالاتر باشد فیلم انعطاف پذیرتر خواهد بود. در شکل زیر اثر غلظت پلاستی سائزهای مختلف بر مقاومت به کشش فیلم های کیتوزانی نشان داده شده است [۴].



شکل ۳ - منحنی تنش - کرنش فیلم کیتوزانی با پلاستی سائزهای متفاوت

۲-۶ خواص فیزیکی کیتوزان

کیتوزان پلی ساکاریدی با مقادیر مختلف از گروههای آمین آزاد است و می تواند با تشکیل پیوندهیدروژنی و یونی در واکنشها شرکت کند. کیتوزان خاصیت انحلال پذیری در محلولهای رقیق اسیدی و حلالهای آلی دارد معمولترین حلال کیتوزان اسید استیک ۱ تا ۲٪ است، که تشکیل کمپلکس همگن می دهد. میزان درصد بلورینگی آن بسته به شرایط فرایند عمل آوری متفاوت است. ولی در حلالهای آلی در غلظت زیاد یون هیدروژن $\text{PH}=6.5$ انحلال نا پذیر است. کیتوزان در هیچیک از غلظتهای اسید سولفوریک محلول نیست ولی به مقدار جزئی در اورتو فسفریک اسید ۵٪ حل می شود. کیتوزان، محصول دی استیله شده کیتین است که در اسیدهای آبی از قبیل اسید استیک، اسید فرمیک و غیره حل می شود کیتوزان به صورت پرک flake با ابعاد ۲ میلیمتر و یا گرد نرم به قطر ۸۰ میکرو متر تا ۲۰۰ میکرو متر تهیه شده، همچنین به شکل محلول، فیلم، فایبر، اسپری، خمیر یا ترکیبی از آنها بدست می آید. جدول زیر ویژگی کیتوزان تجارتي رانشان می دهد [۵].

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی کیتوزان

مشخصات نمونه	ویژگی
پرک (گرد نرم)	حالت ذره
کمتر از ۱۰٪	حجم مایع



کمتر از ۲۰٪	خاکستر
روشن جیرنگ	رنگ محلول
بیش از ۷۰٪	دی استیله شدن

منابع

۱- صمدی، پ. و امامی، فرآ. فناوری نانو و بسته بندی مواد غذایی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس فناوری نانو در محیط زیست. (۱۳۸۶) فصل ششم: ۸۰۴-۸۱۱

2-Gomez-Guillen, M.C., Perez-Mateos, M., Gomez-Estaca, J., Lopez-Caballero, E. , Gime'nez, B. & Montero, P. Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films. Trends in Food Science & Technology(2009). 20 : 3e16

3-Krochta, J.M. & De Mulder-Johston, C.. Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. Food Technology, (1997)51(2):61-74

4-Nugraha, E. Suyatma, L. Tighzert, A. Copient, Effects of Hydrophilic Plasticizers on Mechanical, Thermal, and Surface Properties of Chitosan Films(2000).

5-Sorrention, A., Gorrasi, G. & Victoria, V. Potential perspectives of bio-nanocomposites for food packaging application. Trends In Food Science & Technology, 1-12. (2006).

6-Zhong, Q.P., & Xia W.S.. Physicochemical Properties of Chitosan-Based Films. Food Technol. Biotechno, (2008) 46 (3): 262-269

Application of nanotechnology and bio-polymers in food packaging

abstract

As the potential of nanotechnology to create a great revolution in polymer and plastic packaging industry is mentioned. Inhibitory properties of nano-composites are suitable as components of the field of their application packages in the packaging industry provides. Nano-tubes and nano-particles as a filler in the structure of packaging materials are used in addition to permeability properties, thermal properties, chemical structure, electrical conductivity and to improve fire resistance. Nano composites replace plastic drinks bottles are good. New nanocomposites may be used as packaging material. Use of nano-particles in acid pylactic properties tend to be crystalline, and the coefficient of Young's modulus increases and the glass transition temperature Very slight increase. Chitin as a natural and nontoxic material to feed livestock and poultry and other animals is used .The chitin instead of cellulose micro-crystalyn some foods can be used for packages. The main purpose of these wrappings is that the storage life of food and increase food completely from internal and external risk factors and oxidation of corruption should be preserved