

بررسی امکان کاربرد نانوذرات در ارتقای قابلیت بیوپلیمرها در بسته بندی مواد غذایی

فروغ محترمی^۱، رقیه اشرفی یورقانلو^۲

۱- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ایران

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فنی و حرفه ای، ارومیه، ایران

خلاصه

آلودگی ناشی از پلاستیک‌های سنتزی تولید شده از مشتقات نفتی و مشکلات ناشی از روشهای مختلف آلودگی زدایی مانند دفن کردن، سوزاندن و بازیافت آنها توجه پژوهشگران را در طی سالهای اخیر به امکان استفاده از پلیمرهای طبیعی زیست تخریب پذیر در تولید مواد بسته بندی معطوف کرده است. این پلیمرها شامل انواع گوناگون از قبیل پلی ساکاریدها (نظیر سلولز و کیتوزان)، پروتئینها، چربی ها و ترکیب آنها هستند. از جمله کاربردهای فیلم های خوراکی، به تاخیر انداختن رطوبت بین ماده غذایی و محیط، کنترل میزان تنفس مواد غذایی با کاهش میزان جذب اکسیژن و ممانعت انتخابی CO₂ و بخار آب، کاهش مهاجرت چربیها، حفظ ساختار مواد غذایی می باشند. به علت خواص ممانعت کنندگی و مکانیکی ضعیف فیلمهای بیوپلیمری استفاده از آنها به عنوان بسته بندی دارای محدودیت هایی می باشد. افزودن ترکیبات تقویت کننده و تشکیل کامپوزیت‌های بیوپلیمری باعث بهبود عملکرد آنها می شود. در این مقاله مروری به نانومواد بعنوان راه حل‌های امیدوار کننده ای برای حل برخی از موانع کاربردی پلیمرهای زیستی با هدف بسته بندی مواد غذایی و نوشیدنیها پرداخته شده و ضمن معرفی انواع رایج آنها مکانیسم و عملکرد آنها مورد بررسی قرار می گیرد.

کلمات کلیدی: بسته بندی مواد غذایی، نانو ذرات، بیوپلیمر

مقدمه

سیستم های بسته بندی متعارف مواد غذایی با ایجاد مانع بین ماده غذایی و محیط اطراف آن به صورت منفعلانه از مواد غذایی محافظت می کنند. بسته بندی فعال یکی از مفاهیم جدید در بسته بندی مواد غذایی می باشد که در پاسخ به درخواستهای مصرف کنندگان و گرایشات بازار توسعه یافته است. این بسته بندیها با ایجاد ارتباطی مطلوب با ماده غذایی بعنوان مثال با آزادسازی ترکیبات مطلوب مانند آنتی اکسیدانها و ترکیبات ضد میکروبی و از بین بردن برخی عوامل زیان آور مانند اکسیژن و بخار آب از ماده غذایی محافظت می کنند، تعریف می شود و اثرات ناشی از این ارتباط معمولاً باعث بهبود پایداری غذا می گردد.

بسته بندی فعال در مورد انواع گوناگونی از مواد غذایی نظیر نان، شیرینی، کیک، پیتزا، خمیر تازه، پنیر، گوشت و انواع فراورده های آن و میوه جات مورد استفاده قرار می گیرد (شیوریا و همکاران، ۲۰۰۷).

پلیمرهای نفتی به دلیل قابلیت شکل پذیری آسان، قیمت ارزان، مقاومت شیمیایی بالا، تنوع خواص فیزیکی، قابلیت درزبندی بوسیله حرارت، چاپ پذیری خوب و فرایند تولید آسان به طور گسترده در صنایع بسته بندی مورد استفاده قرار می گیرند. این مواد علاوه بر مزایای زیاد، محدودیتهایی نیز دارند. آلودگی ناشی از پلاستیک‌های سنتزی تولید شده از مشتقات نفتی و مشکلات ناشی از روشهای مختلف آلودگی زدایی مانند دفن کردن، سوزاندن و بازیافت آنها توجه پژوهشگران را در

¹ Corresponding author: نویسنده اول

Email: mohtarami.f@gmail.com

طی سالهای اخیر به امکان استفاده از پلیمرهای طبیعی زیست تخریب پذیر در تولید مواد بسته بندی معطوف کرده است (هان، ۲۰۱۴).

نیاز جهانی به پلاستیکهای زیستی رو به افزایش است که علت اصلی آن افزایش شدید قیمت گاز و نفت خام می باشد. عوامل مهم دیگر عبارتند از تقاضای مصرف کنندگان به محصولات سازگار با محیط زیست، افزایش تولید پلاستیکهای زیستی مخصوصا پلی لاکتیک اسید PLA و وجود فشارهای سیاسی و قوانین موجود برای کاهش پلاستیکهای تخریب ناپذیر. همچنین فشارهای دیگری نه فقط از سمت صنعت پلاستیک سازی بلکه از سوی دولت ها برای محدود کردن دفن انواع زباله در خاک، نیاز به مدیریت بازیافت ضایعات به طرق دیگر را افزایش می دهند (ریم و ان جی، ۲۰۰۷).

پلیمرهای زیستی :

این پلیمرها شامل انواع گوناگون از قبیل پلیساکاریدها (نظیر سلولز و کیتوزان)، پروتئینها، چربی ها و ترکیب آنها هستند (بورتوم، ۲۰۰۸). بر اساس منشا و روش تولید می توان بیوپلیمرها را به سه دسته تقسیم کرد. بیوپلیمرهایی که مستقیما از بیومس استخراج و یا جدا می شوند مانند نشاسته، سلولز، کازئین و گلوتن. این دسته رایج ترین بیوپلیمرها هستند و از گیاهان و حیوانات بدست می آیند. دسته دوم بیوپلیمرهایی هستند که توسط روشهای شیمیایی از مونومرهای زیستی تهیه می شوند. بهترین مثال برای این دسته، پلی لاکتیک اسید می باشد که از پلیمریزاسیون مونومر اسید لاکتیک به دست می آید. دسته سوم بیوپلیمرهایی که توسط میکروارگانیسم های طبیعی یا اصلاح ژنتیکی شده به وجود می آیند. تا به امروز مهم ترین بیوپلیمرهای مربوط به این دسته، پلی هیدروکسی آلکونوات ها بوده اند. تحقیقات زیادی بر روی تولید سلولز باکتریایی در حال انجام است.

فیلم های خوراکی و تجزیه پذیر

این بسته بندیها در صنعت غذا می توانند واکنشهایی که در داخل بسته بندی ها اتفاق می افتد را کنترل و یا از بروز آنها جلوگیری کنند. بسته بندیهای زیست سازگار بر پایه فیلم های خوراکی به دلیل دارا بودن مواد طبیعی، قابلیت تجدیدپذیری و عدم ایجاد آلودگیهای زیست محیطی روز به روز از اهمیت خاصی برخوردار می شوند. از طرفی قابلیت چنین فیلم هایی بعنوان ناقل عوامل ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی و نیز سایر عوامل فعال به منظور بهبود کیفیت، افزایش مدت ماندگاری، کنترل عوامل بیماریزا و نیز بهبود خصوصیات ارگانولپتیکی ماده ذایی کاربردهای بسیاری را برای آنها در صنایع بسته بندی مواد غذایی مهیا نموده است (سوچا و همکاران، ۲۰۰۲).

کاربرد فیلم های خوراکی

از جمله کاربردهای فیلم های خوراکی، به تاخیر انداختن رطوبت بین ماده غذایی و محیط، کنترل میزان تنفس مواد غذایی با کاهش میزان جذب اکسیژن و ممانعت انتخابی CO₂ و بخار آب، کاهش مهاجرت چربیها، حفظ ساختار مواد غذایی، حامل افزودنیهای غذایی، جلوگیری از مهاجرت آروما و مواد طعمی و رنگی مواد غذایی به محیط و بین اجزای مواد غذایی هتروژن، جلوگیری از فساد میکروبی در طی انبارداری طولانی مدت، افزایش ارزش غذایی محصول، حفاظت محصول در برابر صدمات مکانیکی و فیزیکی، کاهش مقدار ماده بسته بندی و پیچیدگی بسته بندی (کوک و همکاران، ۱۹۹۸).

اهمیت بهینه سازی ویژگیهای فیلم های خوراکی :

افزایش مقاومت مکانیکی فیلم باعث کاهش صدمات مکانیکی احتمالی به فیلم و ماده غذایی در اثر وارد آمدن تنش در طی حمل و نقل و حفظ ویژگی بازدارندگی آن نسبت به گازها و رطوبت می گردد. علاوه بر این افزایش انعطاف پذیری فیلم باعث می گردد که فیلم بدون ایجاد شکستگی با شکل ماده غذایی تطابق داشته باشد و به راحتی بعنوان پوشش مورد استفاده قرار گیرد.

مشکل عمده فیلمهای بیوپلیمری در استفاده بعنوان بسته بندی :

استفاده از فیلمهای بیوپلیمری به دلیل مشکلات مرتبط با عملکرد آنها، حساسیت ذاتی به آب و مقاومت نسبتا کم به ویژه در محیطهای مربوط با محدودیتهایی همراه است. به طور کلی به علت خواص ممانعت کنندگی و مکانیکی ضعیف فیلمهای بیوپلیمری استفاده از آنها به عنوان بسته بندی دارای محدودیت هایی می باشد. افزودن ترکیبات تقویت کننده و تشکیل کامپوزیتهای بیوپلیمری باعث بهبود عملکرد آنها می شود.

تکنولوژی نانو در این پلیمرها می تواند روش نوینی نه تنها برای بهبود خصوصیات آنها فراهم کند، بلکه هزینه های آنها را نیز کاهش می دهد. این فناوری می تواند باعث بهبود بسته بندی مواد ذایی و ارتقای قابلیت های آنها شود. بسته بندی مواد غذایی از عمده ترین کاربردهای فناوری نانو در مبحث غذا هست. کلید دستیابی به پیشرفت های آینده بسته بندیهای قابل انعطاف هوشمند و فعال، نانو کامپوزیتهای پلیمری هستند.

استفاده از نانو ذرات در بسته بندی :

نانومواد راه حل های امیدوار کننده ای را برای حل برخی از موانع کاربردی پلیمرهای زیستی با هدف بسته بندی مواد غذایی و نوشیدنیها ارائه نموده است. قابلیت های بهبود یافته و مفاهیم جدید بسته بندی با پیشرفتهای در تحقیق و فناوریهای نانو مواد امکان پذیر شده است. پلیمرهای طبیعی مانند قندها و پروتئینها قادرند در ترکیب با نانومواد و نانومواد زیستی مانند نانو الیاف سلولزی، نانو کامپوزیتهای سبز تشکیل دهند که بدون سمیت، زیست تخریب پذیر و زیست سازگار بوده و در محیط بوسیله موجودات تجزیه کننده به ریزواحدهای خود تبدیل میشوند. کارایی بالای نانو ذرات و نانو لوله ها زمینه بکارگیری پلیمرهای زیست تجزیه پذیر را در صنعت بسته بندی مواد غذایی فراهم نموده است. فناوری نانو طراحان را قادر می سازد که ساختار عناصر بسته بندی را در مقیاس مولکولی تغییر دهند.

رایج ترین نانو ذرات در صنایع غذایی :

رایج ترین نانو ذرات در صنایع غذایی عبارتند از تیتانیوم اکسید که عامل ضد میکروبی و محافظ در برابر اشعه UV در بسته بندی بوده و در ظروف نگهداری مواد غذایی و افزودنی ذایی استفاده می شود. نقره که عامل ضد میکروبی در بسته بندی مواد غذایی بوده و بطور رایج در ظروف نگهداری و مکملهای غذایی استفاده می شود.

نانو رس در بسته بندی مواد غذایی استفاده می شود.

روی و اکسید روی که افزودنی غذایی هست و بعنوان عامل ضد میکروبی در بسته بندی مواد غذایی استفاده می شود.

سیلیسیوم دی اکسید که افزودنی غذایی بوده و در بسته بندی مواد غذایی کاربرد دارد.

انواع نانو مواد :

بر اساس تعداد بعد نانو، نانو مواد به سه دسته تقسیم می شوند :

الف - نانو ذرات با سه بعد در مقیاس نانو

ب - نانو میله ها و نانو لوله ها با دو بعد در مقیاس نانو

ج - نانو صفحات که فقط حاوی یک بعد در اندازه نانو می باشند.

نانو کامپوزیت :

ماده مرکبی است که حداقل یکی از فازهای تشکیل دهنده آن دارای ابعاد نانو باشد. نانو کامپوزیتهای جایگزینهای جدیدی برای روشهای سنتی بهبود خصوصیات پلیمرها به حساب می آیند. نانو کامپوزیت ها به دلیل خواص حرارتی، مقاومت و رسانایی بهبود یافته، در حال حاضر برای بسته بندی نوشابه های یر الکلی و مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرند. بطور مثال نانو مواد تقویت کننده مانند نانو لوله ها، کربن سیاه با ابعاد نانومتری، سیلیکا، کربنات کلسیم، اکسیدها، الیاف کربنی

به عنوان افزودنی در مخلوطهای پلیمری به کار می روند. کامپوزیت‌های ساخته شده مبتنی بر نانورس بعنوان مقاوم‌های حرارتی و لایه های عایق گاز در بسته بندی مواد غذایی و نوشیدنی کاربرد دارد. نانو کامپوزیت های پلیمری عموماً دارای استحکام بالا، وزن کم، پایداری حرارتی بالا، رسانایی الکتریکی بالا و مقاومت شیمیایی بالا هستند. از کاربرد نانو کامپوزیت‌های پلیمری می توان تولید پوشش های مقاوم به سایش، پوشش های مقاوم به خوردگی، بسته بندیهای مقاوم در برابر نفوذ گازها و بخار، پلاستیکهای رسانا، الیاف مستحکم برای صنعت نساجی و ابزارآلات صنعت نساجی و لوازم خانگی را نام برد.

تقویت کننده های نانو در مواد بسته بندی :

معمولاً برهم کنش بین پلیمر و پر کننده در نانو کامپوزیت های پلیمری بسیار مناسب تر از کامپوزیت‌های مرسوم می باشد. پراکندگی یکنواخت نانوفیلرها در داخل ماتریس پلیمری سطح تماس بین وجهی فیلر و ماتریس را وسعت داده و تحرک مکانیکی ماتریس را محدود می سازد و در نهایت باعث بهبود خواص مکانیکی ، حرارتی و کاهش نفوذپذیری نانو کامپوزیت می گردند (لونونا و همکاران، ۲۰۰۷).

علاوه بر تاثیر خود نانو تقویت کننده، کاهش تحرک اطراف هر نانو فیلر نقش مهمی را در بهبود خواص نانو کامپوزیت ایفا می کند. کاهش اندازه ذرات باعث افزایش تعداد ذرات فیلر، نزدیک شدن ذرات به یکدیگر و افزایش سطح مشترک لایه ها می شود، که خواص توده ای نانو کامپوزیت را به صورت قابل ملاحظه ای تحت تاثیر قرار می دهد (کی و همکاران، ۲۰۰۵)

منابع:

- 1- Avella, M., De Vlieger, J. J., Ericco, M. E., Fischer, S., Vacca, P. and Volpe, M. G. 2005. Biodegradable starch/clay nanocomposite films for food packaging applications. Food Chemistry. 93: 467-474.
- 2- Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Zondervan van den Beuken, E., and Tobback, P. (2008). Active and intelligent food packaging: legal spectd and safety concerns. Trends in food Scince and Tchnology 19, S103-S112
- 3- Day, B. P. (2008). Active packaging of food Smart packaging technologies for fast moving consumer goods. 1-18
- 4- Gutierrez, F. j., Mussons, M. L., Gaton, P., and Rojo, R. (2011). Nanotechnology food Industry. Scientific, Health and Social Aspects of the food Industry. In Europe, Rijeka, Croatia, 95-128
- 5- Han, G. H. Chapter 9-Edible Films and Coatings, (2014). A : Review. In "Innovation Food Packaging (Second Editior)" (j. H. Han, ed.), pp. 213-255. Academic Press, Diego
- 6- Kalantar, E., Delavari, M. and Kianbakht, S, (2003). The antimicrobial effect of tribulusterrestrisfruitextracton some gram negative and positive bacteria in comparison with some in use antibiotics, (2003). J ArakUnive Med Sci (rahavarddanesh). 4(25):7- 12
- 7- Kumar, P., Sandeep, K. P., Alavi, S., Truong, V. D., and Gorga, (2010). R. Effect Type and Content of Modified Montmorillonite on the structure and properties of B Nanocomposite Films Based on Soy Protein Isolat and Montmorillonite, (2010). Journal Food Science 75, N46-N56.
- 8- Luo, J. J., and Daniel, I. M, (2003). Characterization and modeling of mechanical behavior of polymer/ckaynanocomposites. Composites Scienes and Technology 63: 1607-1616.

- 9- NoushinEghbala, Mohammad SaeidYarmanda, Mohammad Mousavia, Pascal Degraevb, Nadia Oulahalb, AdemGharsallaouib, (2016). Complex coacervation for the development of compositeedible filmsbased on LM pectin and sodium caseinate. Carbohydrate Polymers 151 : 947-956.
- 10-8-Rimduisit, S., ingjid, S., Damrongsakkul, S., Tiptipakorn, S. and Takeichi, T. (2008). Biodegradability and property characterizations of methyl cellulose. Effect of nanocomposites and chemical cross linking. Journal of Carbohydrate Polymers. 72: 444-455.
- 11-Xu, Y., Ren, X., and Hanna, M. A. (2006). Chitosan/clay nanocompositKalantar Film preparation andcharacterization. Journal of Applied Polymer Science 99, 1684-169.
- 12-Yu. L. 2009. Biodegradable Polymer Blends and Composites from Renewable Resources. Wiley publications. New Jersey. pp: 369-389.